

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

# Детская хирургия

Russian Journal  
of Pediatric Surgery



**1**

**Том 29 • 2025**

Volume 29 • Issue 1 • 2025



## УЧРЕДИТЕЛЬ

Союз медицинского сообщества  
«Национальная Медицинская Палата»

## ИЗДАТЕЛЬ

ООО «Эко-Вектор»  
Адрес: 191181, 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

Адрес: 117296, Москва, Ломоносовский пр-т, д. 2/62

## Заведующая редакцией

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

## ПОДПИСКА

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

## ИНДЕКСАЦИЯ

- Белый список
- Russian Science Citation Index  
Российский индекс научного цитирования
- Google Scholar
- Ulrich's Periodical Directory
- Dimensions
- Crossref
- Высшая аттестационная комиссия

## Оригинал-макет

подготовлен в издательстве «Эко-Вектор».  
Литературный редактор: Д.Ю. Хайнюк  
Переводчик: Е.О. Кондратьева  
Корректор: Д.Ю. Хайнюк  
Верстка: Е.А. Труханова

Сдано в набор 20.02.2025.  
Подписано в печать 04.03.2025.  
Выход в свет 14.03.2025.  
Формат 60×84%. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 9,1.  
Тираж 500 экз. Заказ 5-2311-1v.  
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 29 | Выпуск 1 | 2025

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

Амчеславский 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.-корр. 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

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

Тойчув 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

16+

© ООО «Эко-Вектор», 2025



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».

## FOUNDER

Union of the Medical Community  
"National Medical Chamber"

## PUBLISHER

Eco-Vector  
Address: 3 liter A, 1H, Aptekarsky  
pereulok, 191181, St. Petersburg,  
Russian Federation  
E-mail: [info@eco-vector.com](mailto:info@eco-vector.com)  
WEB: <https://eco-vector.com>

## ADVERTISE

### Adv. department

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

## EDITORIAL OFFICE

Address: 2/62 Lomonosovsky avenue,  
117296 Moscow, Russian Federation

### Executive editor

Ul'yana G. Pugacheva  
E-mail: [jps-nmp@mail.ru](mailto:jps-nmp@mail.ru)

## SUBSCRIPTION

[www.journals.eco-vector.com](http://www.journals.eco-vector.com)

## INDEXATION

- RUS White List
- Russian Science Citation Index
- Google Scholar
- Ulrich's Periodicals Directory
- Dimensions
- Crossref
- Supreme Attestation Commission  
of the Russian Federation

## TYPESET

completed in Eco-Vector  
Copyeditor: *D.Yu. Khainiuk*  
Translator: *E.O. Kondratyeva*  
Proofreader: *D.Yu. Khainiuk*  
Layout editor: *E.A. Trukhtanova*

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

# Russian Journal of Pediatric Surgery

Volume 29 | Issue 1 | 2025

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

**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

**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. Polyakov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor  
(Moscow, Russia)  
ORCID: 0000-0002-9554-6414

**Vladimir G. Polyakov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,  
Academician of the Russian Academy of Sciences  
(Moscow, Russia)

**Boris G. Safronov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assoc. Professor,  
(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, 2025



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

*С.Р. Маргарян, Л.С. Золотарева, Л.В. Павлушкина, З.Б. Митупов, В.Е. Рачков, А.Ю. Разумовский, Е.Д. Шагина, Ф.В. Шкуров, А.С. Дудинова, Г.Ю. Чумакова, Г.С. Гынку, В.И. Нурик*

Степень риска развития гипераммониемии после различных операций сосудистого шунтирования у детей с портальной гипертензией ..... 5

*А.Д. Лобанова, С.Н. Зоркин, Р.Р. Баязитов, Д.С. Шахновский*

Валидация отечественной номограммы для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом ..... 13

## НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ



*М.Н. Екимов, Н.А. Цап, С.Ю. Комарова*

Синдром непальпируемого яичка: история и современное состояние вопроса. Обзор литературы. .... 22

## КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ



*Ю.А. Козлов, А.П. Рожанский, М.В. Макарошкина, Э.В. Сапунин, А.С. Страшинский, А.О. Ряхина, А.О. Баракин, А.А. Марчук, Е.Г. Григорьев*

Робот-ассистированная аппендэктомия у ребёнка — демонстрация клинического наблюдения. .... 33

*Р.В. Гарбузов, Ю.А. Поляев, И.А. Мыльников*

Редкое сочетание артериопортальной фистулы и портосистемного шунта. Эндоваскулярное лечение. Клиническое наблюдение ..... 41

*Н.А. Окунев, А.И. Окунева, Н.А. Калабкин, А.А. Копейкина, А.Р. Бабаниязов*

Лечение подростка, получившего травму в результате выстрела из гранатомёта в замкнутом пространстве ..... 49



*А.А. Гумеров, А.Е. Неудачин, Р.А. Гумеров, А.Д. Мустафин, И.О. Валитов, И.И. Хидиятов, Г.И. Минибаева*

Острый аппендицит, осложнённый перитонитом, у недоношенного новорождённого: клиническое наблюдение. .... 57

*В.А. Саввина, И.Ю. Шейкин, А.Ю. Тарасов, В.Н. Николаев, А.Р. Варфоломеев*

Бессимптомное течение осложнения множественных магнитных инородных тел кишечника у ребёнка 3 лет: клиническое наблюдение ..... 63

*П.А. Исаев, В.В. Полькин, А.А. Ильин, Л.Н. Ватина, А.С. Якушева, М.И. Рыженкова, С.А. Иванов, А.Д. Каприн*

Кальцифицирующаяся эпителиома Малерба: клиническое наблюдение ..... 68



— в открытом доступе на сайте журнала

# CONTENTS

---

## ORIGINAL STUDY ARTICLES

*Sergey R. Margaryan, Lyubov S. Zolotareva, Lyudmila V. Pavlushkina, Zorikto B. Mitupov, Viktor E. Rachkov, Alexander Yu. Razumovsky, Ekaterina D. Shagina, Fedor V. Shkurov, Anna S. Dudinova, Galina Yu. Chumakova, Gheorghe S. Gynku, Vera I. Nurik*

The degree of the risk for developing hyperammonemia after various vascular shunting surgeries in children with portal hypertension ..... 5

*Antonina D. Lobanova, Sergey N. Zorkin, Rimir R. Baiazitov, Dmitry S. Shakhnovskiy*

Validation of a domestic nomogram for predicting shock-wave lithotripsy outcomes in children with urolithiasis ..... 13

## REVIEWS



*Mikhail N. Ekimov, Natalya A. Tsap, Svetlana Yu. Komarova*

A syndrome of non-palpable testis: history and current state of art. Literature Review ..... 22

## CASE REPORTS



*Yury A. Kozlov, Alexander P. Rozhanski, Marina V. Makarochkina, Eduard V. Sapukhin, Alexey S. Strashinsky, Anna O. Ryakhina, Alexander O. Barakin, Andrey A. Marchuk, Evgeni G. Grigorev*

Robot-assisted appendectomy in a child — a case report ..... 33

*Roman V. Garbuzov, Yuri A. Polyayev, Ivan A. Mylnikov*

A rare combination of arterio-portal fistula and portosystemic shunt. Endovascular treatment ..... 41

*Nicolai A. Okunev, Aleksandra I. Okuneva, Nikolai A. Kalabkin, Anastasia A. Kopeikina, Agajan R. Babaniyazov*

Treatment of a teenager who was injured by a grande launcher in enclosed space ..... 49



*Aitbay A. Gumerov, Artem E. Neudachin, Ramil A. Gumerov, Aidar D. Mustafin, Ildar O. Valitov, Ildar I. Khidiyatov, Gulfiya I. Minibaeva*

Acute appendicitis complicated by peritonitis in a premature newborn: a clinical observation ..... 57

*Valentina A. Savvina, Innokentiy Yu. Sheykin, Anton Yu. Tarasov, Valentin N. Nikolaev, Achmed R. Varfolomeev*

The asymptomatic course of the complication caused by multiple magnetic foreign bodies in the intestine of a child: case report ..... 63

*Pavel A. Isaev, Viatcheslav V. Polkin, Alexey A. Ilyin, Liana N. Vatina, Anastasia S. Yakusheva, Mariya I. Rizhenkova, Sergei A. Ivanov, Andrey D. Kaprin*

A calcifying epithelioma of Malherbe: a clinical case ..... 68



— Open Access online

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps798>

# Степень риска развития гипераммониемии после различных операций сосудистого шунтирования у детей с портальной гипертензией

С.Р. Маргарян<sup>1, 2</sup>, Л.С. Золотарева<sup>1, 2</sup>, Л.В. Павлушкина<sup>2</sup>, З.Б. Митупов<sup>1, 2</sup>, В.Е. Рачков<sup>1, 3</sup>,  
А.Ю. Разумовский<sup>1, 2</sup>, Е.Д. Шагина<sup>1</sup>, Ф.В. Шкуров<sup>4</sup>, А.С. Дудинова<sup>1</sup>, Г.Ю. Чумакова<sup>2</sup>,  
Г.С. Гынку<sup>5</sup>, В.И. Нурик<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

<sup>2</sup> Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова, Москва, Россия;

<sup>3</sup> Клинический госпиталь Лапино-1 «Мать и дитя», Москва, Россия;

<sup>4</sup> Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва, Россия;

<sup>5</sup> Государственный медицинский и фармацевтический университет им. Николае Тестемичану, Кишинев, Р. Молдова

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Развитие гипераммониемии и последующей печёночной энцефалопатии после операций портосистемного шунтирования (ПСШ) у детей с портальной гипертензией (ПГ) продолжает оставаться актуальной проблемой в современной детской хирургии.

**Цель.** В настоящее время крайне мало данных о распространённости гипераммониемии после различных операций сосудистого шунтирования в больших группах пациентов с ПГ. Изучение этой проблемы может помочь в выборе метода лечения детей с ПГ с учётом риска развития печёночной энцефалопатии в будущем.

**Методы.** В работе проанализированы результаты исследований содержания аммиака в венозной крови у 173 детей, из которых 153 с ПГ (у большинства пациентов выполнена операция сосудистого шунтирования).

**Результаты.** Согласно данным анализа, у неоперированных пациентов с ПГ риск гипераммониемии мал, однако он повышается после применения определённых операций сосудистого шунтирования на сосудах портальной системы. В наименьшей степени это распространяется на физиологический мезопортальный шунт и селективный дистальный спленоренальный анастомоз, а в наибольшей степени — на тотальные портосистемные шунты: спленоренальные анастомозы (спленоренальный анастомоз «бок-в-бок», спленосупраренальные анастомозы) и мезокавальный Н-шунт.

**Заключение.** Наши данные подтверждают преимущества (низкий риск развития гипераммониемии в детском возрасте) мезопортального шунта и дистального спленоренального анастомоза по сравнению со спленоренальными анастомозами и мезокавальным Н-шунтом. Одновременно исследование доказывает эффективность реконструкции спленоренального анастомоза в дистальный спленоренальный анастомоз в снижении уровня аммиака в крови (данная операция разработана в ДГКБ им. Н.Ф. Филатова).

**Ключевые слова:** гипераммониемия; портальная гипертензия; операции сосудистого шунтирования; дети; спленоренальные анастомозы; реконструкция анастомоза; мезопортальный шунт.

## Как цитировать:

Маргарян С.Р., Золотарева Л.С., Павлушкина Л.В., Митупов З.Б., Рачков В.Е., Разумовский А.Ю., Шагина Е.Д., Шкуров Ф.В., Дудинова А.С., Чумакова Г.Ю., Гынку Г.С., Нурик В.И. Степень риска развития гипераммониемии после различных операций сосудистого шунтирования у детей с портальной гипертензией // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps798>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps798>

# The degree of the risk for developing hyperammonemia after various vascular shunting surgeries in children with portal hypertension

Sergey R. Margaryan<sup>1, 2</sup>, Lyubov S. Zolotareva<sup>1, 2</sup>, Lyudmila V. Pavlushkina<sup>2</sup>, Zorikto B. Mitupov<sup>1, 2</sup>, Viktor E. Rachkov<sup>1, 3</sup>, Alexander Yu. Razumovsky<sup>1, 2</sup>, Ekaterina D. Shagina<sup>1</sup>, Fedor V. Shkurov<sup>4</sup>, Anna S. Dudinova<sup>1</sup>, Galina Yu. Chumakova<sup>2</sup>, Gheorghe S. Gynku<sup>5</sup>, Vera I. Nurik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;

<sup>2</sup> Filatov Children's City Clinical Hospital, Moscow, Russia;

<sup>3</sup> Clinical Hospital Lapino-1 Mother and Child, Moscow, Russia;

<sup>4</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia;

<sup>5</sup> Nicolae Testemitanu State Medical and Pharmaceutical University, Chisinau, R. Moldova

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Hyperammonemia and hepatic encephalopathy (HE) after portosystemic shunt surgeries in children with portal hypertension (PH) is still a pressing problem in modern pediatric surgery.

**AIM:** To date, there are very few information in the literature on hyperammonemia prevalence after various vascular bypass surgeries in large groups of patients with PH. To study this problem is an important step in making an adequate choice of treatment modality in children with PH regarding the risk of HE development in future.

**METHODS:** This paper analyzes the results of studies of ammonia content in venous blood in 173 children, of whom 153 had PH (most had undergone vascular bypass surgery).

**RESULTS:** The analysis performed has shown that the risk of hyperammonemia in non-operated patients with PH is low, but it increases after certain vascular bypass surgeries on the portal system vessels. To the least extent, this applies to the physiological mesoprotal shunt (MPS) and selective distal splenorenal anastomosis (DSRA), and to the greatest extent — to total portosystemic shunts: splenorenal anastomoses (SRA) (side-to-side splenorenal anastomosis, splenosuprarenal anastomoses) and mesocaval shunt (MCS).

**CONCLUSION:** Our findings have confirm advantages (low risk of hyperammonemia in childhood) of the mesoportal shunt and distal splenorenal anastomosis compared to splenorenal anastomoses and mesocaval H-shunt. At the same time, the study proves the effectiveness of reconstruction of the splenorenal anastomosis into a distal splenorenal anastomosis in reducing the level of ammonia in the blood (this operation was developed at the N.F. Filatov Children's City Clinical Hospital).

**Keywords:** hyperammonemia; portal hypertension; vascular bypass operations; children; splenorenal anastomoses; anastomotic reconstruction; mesoportal shunt.

## To cite this article:

Margaryan SR, Zolotareva LS, Pavlushkina LV, Mitupov ZB, Rachkov VE, Razumovsky AYU, Shagina ED, Shkurov FV, Dudinova AS, Chumakova GYu, Gynku GS, Nurik VI. The degree of the risk for developing hyperammonemia after various vascular shunting surgeries in children with portal hypertension. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):5–12. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps798>

## ОБОСНОВАНИЕ

При портальной гипертензии (ПГ) самым жизнеугрожающим осложнением является кровотечение из варикозно расширенных вен пищевода и желудка [1–2]. На сегодняшний день основное лечение ПГ направлено на профилактику этих осложнений. Основным методом профилактики у детей с внепечёночной портальной гипертензией (ВПГ) — создание искусственных сосудистых анастомозов. Этот метод характеризуется высокой эффективностью. Из них по ряду причин наиболее часто применяются тотальные портосистемные шунты [3–6], а именно спленоренальные анастомозы (СРА). Мезокавальный Н-шунт (МКШ) в практике используется редко. При этих операциях рядом авторов описан тотальный сброс крови из системы воротной вены в систему нижней полой вены, который приводит к снижению портальной перфузии печени. Описано, что наличие тотального сброса венозной крови из портального бассейна может приводить к развитию гипераммониемии и, как следствие, печёночной энцефалопатии — специфического неврологического осложнения [7–9]. Альтернатива тотальным портосистемным шунтам — селективный дистальный СРА, эта операция чаще использовалась у взрослых пациентов с внутрипечёночной ПГ. Его особенность заключается в поддержании высокого давления в воротной вене, что обеспечивает портальную перфузию печени, значительно снижая риск развития гипераммониемии и печёночной энцефалопатии в будущем [1, 10]. Но у детей с ВПГ часто отказываются от проведения данной операции из-за высокой частоты тромбоза анастомоза после её выполнения [11]. Золотой стандарт лечения при ВПГ — физиологический мезопортальный шунт (МПШ), который полностью или почти полностью восстанавливает портальную перфузию печени [12, 13]. Однако из-за анатомических особенностей он применим лишь в 34% случаев [14].

Печёночная энцефалопатия — это специфические неврологические изменения сознания, поведения, психомоторной и когнитивной функции [15], которые связаны с накоплением токсинов в центральной нервной системе и часто развиваются у пациентов с гепатоцеллюлярной дисфункцией (например, цирроз печени) и/или после перенесённого портосистемного шунтирования. Наиболее часто встречаются у взрослых больных с циррозом печени, у детей с ВПГ клинические описания редки [16]. Гипераммониемия считается главной причиной возникновения печёночной энцефалопатии [15].

На современном этапе развития детской хирургии важным критерий выбора оптимальной тактики лечения — обеспечение наилучшего качества жизни ребёнка в отдалённые сроки после операции. Мы считаем, что исследование уровня аммиака в крови у детей с ВПГ до и после оперативного лечения позволяет обосновать алгоритм хирургического лечения заболевания.

**Цель данной работы** — улучшение отдалённых результатов лечения детей с ВПГ.

## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено одноцентровое (в ДГКБ им. Н.Ф. Филатова) клиническое обсервационное (наблюдательное) контролируемое когортное ретро- и, по большей части, проспективное исследование.

### Критерии соответствия

**Критерии включения:** в исследование включены дети с ВПГ или перенёсшие различные операции сосудистого шунтирования и реконструкцию сосудистых анастомозов, а также дети без заболеваний печени и её сосудов (группа контроля).

**Критерии исключения:** в исследовании не учитывали перенёсших различные операции сосудистого шунтирования и реконструкцию сосудистых анастомозов пациентов с ПГ, у которых по данным обследования сосудистый анастомоз не функционировал (был затромбирован).

### Условия проведения

В Детской городской клинической больнице им. Филатова с 1989 г. оперировано более 1000 детей с внепечёночной формой ПГ. Спектр выполненных операций представлен в табл. 1.

### Описание исследования

В 2020 г. мы начали выполнять реконструкции СРА в дистальный СРА. Эта операция направлена на преобразование тотального портосистемного шунта в селективный шунт. Основной принцип операции — прерывание кровотока по проксимальному участку селезёночной вены и притоков селезёночной вены путём клипирования или лигирования [16–18].

С 2021 г. начато изучение уровня аммиака в венозной крови у детей с ВПГ и после проведения операций сосудистого шунтирования на сосудах портальной системы. В проспективное исследование в качестве контрольной группы также были включены дети без заболеваний печени и её сосудов. Обследованы 173 ребёнка в возрасте от 3 мес жизни до 17 лет на анализаторе Dri-Chem NX 500i фирмы Fujifilm, на котором используется технология «сухая химия», основанная на методе микродиффузии. Референсные значения аммиака в венозной крови для этого прибора, согласно заводским параметрам, составляют 9–47 мкмоль/л. Для достоверности у детей, перенёсших различные операции сосудистого шунтирования, уровень аммиака в венозной крови исследовался в отдалённые сроки после операции, после проведения обследования (УЗИ, ангиография), направленного на подтверждение проходимости созданных сосудистых анастомозов. Дети с нарушением проходимости сосудистых анастомозов исключены из этого исследования.



**Таблица 1.** Анализ показателя уровня аммиака в венозной крови (мкмоль/л) на анализаторе Dri-Chem NX 500i в зависимости от группы пациентов**Table 1.** Indicators of the ammonia level in venous blood ( $\mu\text{mol/l}$ ) on the Dri-Chem NX 500i analyzer, depending on the patients' group

| Группы пациентов /<br>Patient groups                                                                                                                                                                                  | Аммиак в венозной крови (мкмоль/л) /<br>Ammonia in venous blood ( $\mu\text{mol/l}$ ) |               |                                         | Уровень<br>значимости, $p$ /<br>Significance<br>level, $p$ |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                       | Me                                                                                    | $Q_1$ – $Q_3$ | Число пациентов /<br>Number of patients |                                                            |
| 1. Группа контроля / Control group                                                                                                                                                                                    | 30,50                                                                                 | 26,75–33,50   | 20                                      | 0,003*<br>$p_{\text{CPA}} = 0,012$                         |
| 2. ВПГ (внепечёночная портальная гипертензия) /<br>EPH (extrahepatic portal hypertension)                                                                                                                             | 28,00                                                                                 | 24,00–42,00   | 53                                      |                                                            |
| 3. МПШ (мезопортальный шунт) /<br>MPS (mesoportal shunt)                                                                                                                                                              | 32,00                                                                                 | 18,00–47,00   | 11                                      |                                                            |
| 4. CPA (спленоренальный анастомоз) /<br>SRA (splenorenal anastomosis)                                                                                                                                                 | 48,00                                                                                 | 28,00–58,25   | 44                                      |                                                            |
| 5. МКШ (мезокавальный Н-шунт) /<br>MCS (mesocaval H-shunt)                                                                                                                                                            | 41,00                                                                                 | 35,00–58,25   | 12                                      |                                                            |
| 6. ДСПА (дистальный спленоренальный анастомоз) /<br>DSRA (distal splenorenal anastomosis)                                                                                                                             | 43,00                                                                                 | 40,75–46,25   | 4                                       |                                                            |
| 7. После реконструкции CPA (спленоренального<br>анастомоза) в ДСПА (дистальный<br>спленоренальный анастомоз) /<br>After reconstruction of SRA (splenorenal anastomosis)<br>into DSRA (distal splenorenal anastomosis) | 30,00                                                                                 | 21,00–44,00   | 29                                      |                                                            |

Пациенты в группе включения разделены на 7 групп:

- 1) группа контроля (пациенты без заболеваний печени и её сосудов);
- 2) пациенты с ВПГ;
- 3) пациенты с МПШ;
- 4) пациенты с CPA;
- 5) пациенты с МКШ;
- 6) пациенты с классическим дистальным CPA;
- 7) пациенты после реконструкции CPA в дистальный CPA.

### Статистический анализ

Статистический анализ проводили с использованием программы StatTech v. 4.0.7. Количественные показатели оценивали на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Колмогорова–Смирнова.

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью Me и нижнего и верхнего квартилей [ $Q_1$ ;  $Q_3$ ].

Сравнение 3 и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения проведены с помощью критерия Данна с поправкой Холма.

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Как мы отметили ранее, все оперированные дети, включённые в это исследование, имели нормальную функцию созданного сосудистого анастомоза.

Полученные в результате исследования данные об уровне аммиака в венозной крови в различных группах представлены в табл. 1.

По результатам исследования уровня аммиака в венозной крови 173 пациентов на анализаторе Dri-Chem NX 500i мы получили, что медиана показателя аммиака в крови пациентов составляет:

- при ВПГ — 28,0 мкмоль/л;
- после МПШ — 32,0 мкмоль/л;
- после CPA — 48,0 мкмоль/л;
- после МКШ — 41,0 мкмоль/л;
- после дистального CPA — 43,0 мкмоль/л (наблюдений мало:  $n=4$ );
- после реконструкции CPA в дистальный CPA — 30,0 мкмоль/л.

По результатам сравнения значений исследования аммиака венозной крови в зависимости от группы пациентов с помощью критерия Краскела–Уоллиса установлены статистически значимые различия ( $p=0,003$ ).

Для большей наглядности эти данные представлены на рис. 1.

### ОБСУЖДЕНИЕ

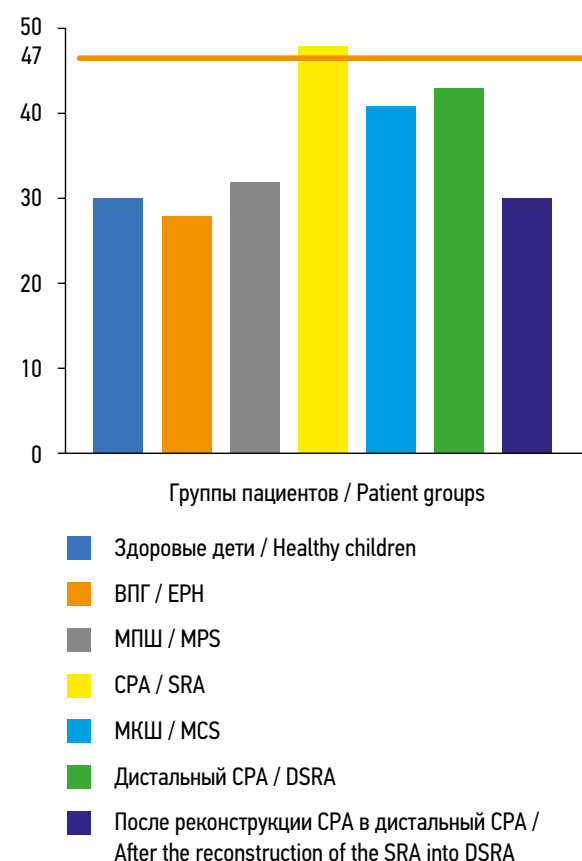
К настоящему времени принципиальный подход к лечению детей с ПГ хорошо известен. Именно хирургическое лечение с наибольшей вероятностью позволяет избавить детей от опасных для жизни кровотечений из варикозных вен пищевода. В ДГКБ им. Филатова г. Москвы обобщён большой опыт хирургического лечения детей с ПГ в мире. Наиболее эффективным методом лечения мы и ряд других авторов считаем операции портосистемного шунтирования [3]. В настоящее время эффективность оперативного лечения ПГ, по нашим данным, достигает 97%. Полученные результаты позволили

разработать точные алгоритмы использования всего спектра оперативных вмешательств при различных вариантах ПГ. Примерно у 34% детей с внепечёночной формой ПГ возможно выполнение МПШ, что восстанавливает нормальную физиологию портального бассейна, обеспечивая высокое качество жизни ребёнка. На современном этапе развития детской хирургии важный критерий выбора оптимальной тактики лечения — обеспечение наилучшего качества жизни ребёнка в отдалённые сроки после операции. Долгосрочные исследования показали, что портосистемное шунтирование, несмотря на то что характеризуется удовлетворительным качеством жизни в послеоперационном периоде, в будущем может приводить к снижению портальной перфузии печени. Такая ситуация более характерна для так называемых тотальных портосистемных шунтов. Альтернативой тотальному портосистемному шунтированию стал дистальный CPA (селективный портосистемный шунт), разработанный ещё в 1967 г. для лечения взрослых больных с циррозом печени. Однако эта операция имеет ряд ограничений в применении у детей — относительно высокий риск тромбоза сосудистого анастомоза, высокий уровень развития асцита и хилоперитонеума в послеоперационном периоде в связи с сохранением высокого давления в воротной вене. В связи с этим в 2020 г. в Детской городской клинической больнице им. Н.Ф. Филатова г. Москвы разработана новая операция — реконструкция ранее выполненного CPA в дистальный CPA (тотального портосистемного шунта в селективный шунт) путём клипирования/лигирования селезёночной вены и её притоков. Результаты применения операции мы опубликовали ранее.

Один из факторов, влияющих на качество жизни детей с ПГ в послеоперационном периоде, — неврологические изменения, вызванные метаболическими изменениями на фоне снижения портальной перфузии печени. Многолетний опыт применения этих операций позволил многим авторам сделать вывод об отсутствии прогрессирования печёночной недостаточности после операций портосистемного шунтирования у детей с ВПГ. Полноценная печёночная энцефалопатия, характерная для взрослых больных с циррозом печени, у детей с ПГ развивается крайне редко. Сообщается, что печёночную энцефалопатию имеют от 30 до 50% взрослых с ВПГ [16, 19]. Однако у детей такие наблюдения единичны. Тем не менее неврологические изменения, расцениваемые как минимальная (латентная) печёночная энцефалопатия после портосистемного шунтирования, встречаются почти у 70% детей с ПГ.

В патогенезе печёночной энцефалопатии аммиак — наиболее хорошо изученный фактор. Ряд авторов считают, что при печёночной энцефалопатии основные механизмы действия аммиака заключаются в прямом воздействии на мембраны нейронов или на постсинаптическое торможение и в опосредованном нарушении функций нейронов. Портосистемное шунтирование приводит к изменению гемодинамической ситуации в бассейне воротной вены и непосредственно влияет на метаболизм токсических агентов (в частности аммиака). Этот процесс подробно описан для взрослых больных с циррозом печени:

Медиана (Me) уровня аммиака венозной крови (мкмоль/л) / Median (Me) venous blood ammonia level ( $\mu\text{mol/l}$ )



**Рис. 1.** Средний уровень (Me) аммиака венозной крови в мкмоль/л по отношению к верхней границе референсных значений (оранжевая линия) в группах обследуемых пациентов. *Примечание.* ВПГ — внепечёночная портальная гипертензия; МПШ — мезопортальный шунт; CPA — спленоренальный анастомоз; МКШ — мезокавальный Н-шунт.

**Fig. 1.** The average level (Me) of venous blood ammonia in  $\mu\text{mol/l}$  relative to the upper limit of the reference values (orange line) in the groups of subjects.

*Note:* EPH — extrahepatic portal hypertension; MPS — mesoportal shunt; SRA — splenorenal anastomosis; MCS — mesocaval H-shunt; DSRA — distal splenorenal anastomosis.

- снижение портальной перфузии печени приводит к уменьшению поступления токсических метаболитов в печень, а следовательно, к снижению их метаболизма;
- увеличение скорости кровотока по брыжеечным венам вызывает увеличение всасывания токсических продуктов метаболизма микрофлоры кишечника, в первую очередь микрофлоры толстой кишки;
- функционирующий портосистемный анастомоз ведёт к шунтированию венозной крови, оттекающей от толстой кишки в нижнюю полую вену, минуя печень, что нарушает детоксикацию аммиака [8].

Наша работа по изучению уровня аммиака крови как наиболее токсичного метаболита направлена в первую очередь на оптимизацию хирургического лечения детей с ВПГ. К сожалению, подобные работы крайне редки. Стоит

отметить, что в разных источниках указаны различные референсные значения для аммиака в крови. Они зависят от возраста и пола, а также на результат влияет энтеральная нагрузка, курение, приём различных медикаментов, метаболические заболевания и т.д. По данным некоторых авторов, норма для взрослых женщин — содержание 11–51 мкмоль аммиака на 1 л плазмы, для мужчин немного выше — 16–60 мкмоль/л, но, по другим данным, в зависимости от возраста значения аммиака в крови варьируют от 64 до 107 мкмоль/л у новорождённых, 56–92 мкмоль/л у детей до 2 нед жизни, 21–50 мкмоль/л у детей старше 1 мес и 11–32 мкмоль/л у взрослых [20]. В других источниках эти референсные значения составляют до 150 мкмоль/л у новорождённых, до 92 мкмоль/л от 0 до 1 мес, до 50 мкмоль/л у детей и до 32 мкмоль/л у взрослых [21]. Мы обнаружили исследование российских учёных, где авторы разработали классификацию, согласно которой в капиллярной крови уровень аммиака у взрослых людей подразделяется:

- на нормальный — физиологический — до 60 мкмоль/л;
- лёгкой гипераммониемии — до 100 мкмоль/л;
- средней гипераммониемии — до 200 мкмоль/л;
- тяжёлой гипераммониемии — более 200 мкмоль/л [22].

По нашим данным уровень аммиака в венозной крови у детей с ВПГ практически не отличается от контрольной группы. Самая высокая медиана показателя уровня аммиака венозной крови получена в группе пациентов с СРА (48,0 мкмоль/л при референсных значениях аммиака в крови 9–47 мкмоль/л). Следовательно, основываясь на последних данных, мы подтвердили, что тенденция к гипераммониемии наблюдается при наличии таких тотальных портосистемных шунтов, как СРА (Me=48,0 мкмоль/л при  $n=44$ ) и МКШ (Me=41,0 мкмоль/л при  $n=12$ ). Близкие к контрольной группе показатели медианы мы получили у детей с МПШ (Me=32,0 мкмоль/л при  $n=11$ ), при котором восстанавливается нормальная физиология портальной системы. Аналогичные результаты у пациентов после реконструкции СРА в селективный дистальный СРА (Me=30,0 мкмоль/л при  $n=29$ ). Последним мы обосновали эффективность разработанной нами операции (реконструкция СРА в дистальный СРА) в плане купирования гипераммониемии.

На основании полученных данных мы пришли к выводам, которые подтверждаются работами других исследователей:

- при ВПГ венозное кровоснабжение печени страдает минимально, а гипераммониемия встречается крайне редко [12, 19];
- при тотальных портосистемных шунтах (в том числе при СРА), при которых имеется редукция портальной перфузии печени, частота гипераммониемии высокая [23–27];
- при селективном дистальном СРА, который поддерживает кровоток по воротной вене, частота гипераммониемии низкая [10];

- при МПШ, который восстанавливает нормальную портальную перфузию печени, гипераммониемия встречается редко [28];

- после реконструкции тотального СРА в селективный дистальный СРА (операции, разработанной в нашей клинике) улучшается/восстанавливается кровоснабжение печени по ВВ, склонность к гипераммониемии снижается.

Мы считаем, МПШ безусловно является операцией выбора в лечении детей с ВПГ. При невозможности выполнения МПШ применение СРА оправдано низкой частотой тромбоза анастомоза, а реконструкция СРА в дистальный СРА значительно улучшает качество жизни детей в отдалённом послеоперационном периоде.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследования уровня аммиака у детей в до- и послеоперационном периоде можно убедительно обосновать выбор тактики хирургического лечения ВПГ, имея в виду не только обеспечение наиболее эффективной профилактики кровотечений из варикозных вен, но и качество жизни детей в послеоперационном периоде.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Исследование проведено при поддержке гранта («Хирургические методы профилактики жизнеугрожающих осложнений у детей»; соглашение 2412-37/22, 30.03.2022 г.).

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: С.Р. Маргарян — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста, редактирование; Л.С. Золотарева — сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста; Л.В. Павлушкина, З.Б. Митупов, В.Е. Рачков — сбор и обработка материала, написание текста, редактирование; Е.Д. Шагина, Ф.В. Шкуров, А.С. Дудинова, Г.Ю. Чумакова, Г.С. Гынку, В.И. Нурик — сбор и обработка материала; А.Ю. Разумовский — редактирование.

**Этическая экспертиза.** Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом РНИМУ им. Н.И. Пирогова 24.01.2022 г., протокол №214.

**Благодарности.** Авторы выражают благодарности автономной некоммерческой организации «Московский центр инновационных технологий в здравоохранении» за финансирование исследования в рамках гранта и группе компаний «Р-Фарм» за предоставление технической помощи во время этой работы.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The study was conducted with the support of a grant ("Surgical methods for preventing life-threatening complications in children"; agreement 2412-37/22, 03.30.2022).

**Competing interests.** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, conduct of the research and preparation of the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: S.R. Margaryan — concept and design of the study, collection and processing of materials, analysis of obtained data, writing of the text, editing; L.S. Zolotareva — collection and processing of materials, analysis of obtained data, writing of the text; L.V. Pavlushkina, Z.B. Mitupov, V.E. Rachkov — collection and processing of materials,

writing of the text, editing; E.D. Shagina, F.V. Shkurov, A.S. Dudinova, G.Yu. Chumakova, G.S. Gynku, V.I. Nurik — collection and processing of materials; A.Yu. Razumovsky — editing.

**Ethics approval.** The study protocol was approved by the local ethics committee of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University on January 24, 2022, protocol №214.

**Acknowledgments.** The authors express their gratitude to the autonomous non-profit organization "Moscow Center for Innovative Technologies in Healthcare" for funding the research within the framework of the grant and to the R-Pharm group of companies for providing technical assistance during this work.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Warren WD, Millikan WJ, Smith RB, et al. Noncirrhotic portal vein thrombosis. Physiology before and after shunts. *Ann Surg*. 1980;192(3):341–349. doi: 10.1097/0000658-198009000-00009
2. Zhang HY, Li WB, Ye H, et al. Long-term results of the paraesophagogastric devascularization with or without esophageal transection: Which is more suitable for variceal bleeding? *World J Surg*. 2014;38(8):2105–2112. EDN: ORQYSP doi: 10.1007/s00268-014-2478-2
3. Patel N, Grieve A, Hiddema J, et al. Surgery for portal hypertension in children: A 12-year review. *South African Med J*. 2017;107(10):12132.
4. Rehman ZU, Nazir Z. Distal Splenorenal Shunt (DSRS) in children with extrahepatic portal hypertension. *J College Physicians Surgeons Pakistan*. 2019;29(12):1228–1229. doi: 10.29271/jcpsp.2019.12.1228
5. Mitupov ZB, Razumovsky AY, Rachkov VE, et al. Vascular bypass surgery in the treatment of extrahepatic portal hypertension in children (review). *Russ J Pediatric Surg Anesthesia Intensive Care*. 2023;13(1):37–52. EDN: NDVVR doi: 10.17816/psaic1311
6. Margaryan SR, Mitupov ZB, Razumovsky AY. Hepatic encephalopathy after portosystemic bypass surgery. *N.I. Pirogov J Surg*. 2023;7(7):57–65. EDN: EILHEF doi: 10.17116/hirurgia202307157
7. Prakash R, Mullen KD. Mechanisms, diagnosis and management of hepatic encephalopathy. *Nature Rev Gastroenterol Hepatol*. 2010;7(9):515–525. EDN: XYLF GK doi: 10.1038/nrgastro.2010.116
8. Liere V, Sandhu G, DeMorrow S. Recent advances in hepatic encephalopathy. *F1000Res*. 2017;6:1637. doi: 10.12688/f1000research.11938.1
9. Papavasiliou PS, Miller ST, Cotzias GG. Role of liver in regulating distribution and excretion of manganese. *Am J Physiol*. 1966;211(1):211–216. doi: 10.1152/ajplegacy.1966.211.1.211
10. 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
11. Van Praet KM, Ceulemans LJ, Monbaliu D, et al. An analysis on the use of Warren's distal splenorenal shunt surgery for the treatment of portal hypertension at the University Hospitals Leuven. *Acta Chir Belg*. 2021;121(4):254–260. doi: 10.1080/00015458.2020.1726099
12. Srivastava A, Yadav SK, Lal R, et al. Effect of surgical portosystemic shunt on prevalence of minimal hepatic encephalopathy in children with extrahepatic portal venous obstruction: Assessment by magnetic resonance imaging and psychometry. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*. 2010;51(6):766–772. doi: 10.1097/MPG.0b013e3181ecaf62
13. Bambini DA, Superina R, Almond PS, et al. Experience with the rex shunt (mesenterico-left portal bypass) in children with extrahepatic portal hypertension. *J Pediatr Surg*. 2000;35(1):13–18; discussion 18–19. doi: 10.1016/s0022-3468(00)80005-6
14. Razumovsky AY, Dronov AF, Rachkov VE, et al. Portal hypertension in pediatric patients: 28 Years of experience in surgical treatment. *Doctor.Ru*. 2017;(12):43–49. EDN: ZTQXND
15. Saad WE. Portosystemic shunt syndrome and endovascular management of hepatic encephalopathy. *Semin Intervent Radiol*. 2014;31(3):262–265. doi: 10.1055/s-0034-1382795
16. Minguez B, García-Pagán JC, Bosch J, et al. Noncirrhotic portal vein thrombosis exhibits neuropsychological and MR changes consistent with minimal hepatic encephalopathy. *Hepatology*. 2006;43(4):707–714. doi: 10.1002/hep.21126
17. Margaryan SR, Razumovsky AY, Mitupov ZB, et al. Reconstruction of total portosystemic shunt into selective portosystemic shunt in a child. *N.I. Pirogov J Surg*. 2023;(12):140–146. EDN: KQNWAP doi: 10.17116/hirurgia2023121140
18. Patent RUS № RU 2789284 C1. Byul. № 4. Razumovskiy AY, Margaryan SR. *Method of treatment of complications due to total discharge of blood from the portal system into the inferior vena cava in children who underwent splenorenal bypass 'side-to-side' or splenosuprenal bypass for portal hypertension*. (In Russ.) EDN: AMHMAV Available from: <https://patents.google.com/patent/RU2789284C1/ru>. Accessed: 15.10.2024.
19. Sharma P, Sharma BC, Puri V, Sarin SK. Minimal hepatic encephalopathy inpatients with extrahepatic portal vein obstruction. *Am J Gastroenterol*. 2008;103(6):1406–1412. doi: 10.1111/j.1572-0241.2008.01830.x
20. Degtyareva AV, Sokolova EV, Zakharova EYu, et al. Hyperammonemia in neonatologist practice. *Russ Bulletin Perinatol Pediatr*. 2020;65(6):98–107. EDN: KUHHHZ doi: 10.21508/1027-4065-2020-65-6-98-107
21. Ipatova MG, Shumilov PV, Mukhina YG. Interpretation of blood biochemical analysis in liver pathology: A manual for doctors. Moscow: Prima Print; 2017. 136 p. (In Russ.)
22. Lazebnik LB, Golovanova EV, Alekseenko SA, et al. Russian Consensus "Hyperammonemia in Adults". *Exp Clin Gastroenterol*. 2019;172(12):4–23. EDN: CBRGXX doi: 10.31146/1682-8658-ecg-172-12-4-23
23. Mitra SK, Rao KL, Narasimhan KL, et al. Side-to-side lienorenal shunt without splenectomy in noncirrhotic portal hypertension in children. *J Pediatr Surg*. 1993;28(3):398–401; discussion 401–402. doi: 10.1016/0022-3468(93)90239-h
24. Kirby R, Burke FD, Jones JD. Emergency and elective surgical treatment of portal hypertension. A review of 23 years' experience. *Ann R Coll Surg Engl*. 1975;57(3):148–158.



25. Longmire WP. Personal reflections on the surgical treatment of portal hypertension. *JPN J Surg.* 1985;15(4):243–248. doi: 10.1007/BF02469912

26. Voorhees AB, Chaitman E, Schneider S, et al. Portal-systemic encephalopathy in the noncirrhotic patient. Effect of portal-systemic shunting. *Arch Surg.* 1973;107(5):659–663. EDN: XQRL0I doi: 10.1001/archsurg.1973.01350230017005

27. Warren WD, Zeppa R, Fomon JJ. Selective trans-splenic decompression of gastroesophageal varices by distal splenorenal shunt. *Ann Surg.* 1967;166(3):437–455. doi: 10.1097/0000658-196709000-00011

28. Superina R, Bambini DA, Lokar J, et al. Correction of extrahepatic portal vein thrombosis by the mesenteric to left portal vein bypass. *Ann Surg.* 2006;243(4):515–521. doi: 10.1097/01.sla.0000205827.73706.97

## ОБ АВТОРАХ

### \* Маргарян Сергей Рубенович;

адрес: 117321, ул. Островитянова, д. 1, Москва, Россия;  
ORCID: 0000-0002-9968-2931;  
eLibrary SPIN: 6581-9484;  
e-mail: sergey.margaryan27@mail.ru

### Золотарева Любовь Святославовна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0001-7662-8257;  
eLibrary SPIN: 4553-0869;  
e-mail: l\_zolotareva@mail.ru

### Павлушкина Людмила Власовна;

ORCID: 0000-0002-4738-879X;  
e-mail: lpavlywkina@yandex.ru

### Митупов Зорикто Батоевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-0016-6444;  
eLibrary SPIN: 5182-1748;  
e-mail: zmitupov@mail.ru

### Рачков Виктор Евгеньевич, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-1304-0592;  
eLibrary SPIN: 9371-5492;  
e-mail: v.rachkov@mail.ru

### Разумовский Александр Юрьевич, д-р мед. наук,

профессор, член-кор. РАН;  
ORCID: 0000-0003-3511-0456;  
eLibrary SPIN: 3600-4701;  
e-mail: 1595105@mail.ru

### Шагина Екатерина Дмитриевна;

eLibrary SPIN: 6217-1782;  
e-mail: shagina\_ed@rsmu.ru

### Шкуров Фёдор Вячеславович;

ORCID: 0000-0002-6000-0059;  
eLibrary SPIN: 4588-9910;  
e-mail: shkurov\_f\_v@student.sechenov.ru

### Дудинова Анна Сергеевна;

ORCID: 0009-0009-3886-9389;  
eLibrary SPIN: 8566-4962;  
e-mail: ann\_dudinova@mail.ru

### Чумакова Галина Юрьевна, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-4725-318X;  
e-mail: chumakova-g@bk.ru

### Гынку Георге Степанович, д-р мед. наук, доцент;

ORCID: 0000-0003-4350-5423;  
eLibrary SPIN: 8117-4462;  
e-mail: laritei@mail.ru

### Нурик Вера Исааковна, доцент;

ORCID: 0009-0002-6025-1357;  
eLibrary SPIN: 1431-2990;  
e-mail: vera.nurik@mail.ru

## AUTHORS' INFO

### \* Sergey R. Margaryan;

address: 1 Ostrovityanova street, Moscow, Russia, 117321;  
ORCID: 0000-0002-9968-2931;  
eLibrary SPIN: 6581-9484;  
e-mail: sergey.margaryan27@mail.ru

### Lyubov S. Zolotareva, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0001-7662-8257;  
eLibrary SPIN: 4553-0869;  
e-mail: l\_zolotareva@mail.ru

### Lyudmila V. Pavlushkina;

ORCID: 0000-0002-4738-879X;  
e-mail: lpavlywkina@yandex.ru

### Zorikto B. Mitupov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-0016-6444;  
eLibrary SPIN: 5182-1748;  
e-mail: zmitupov@mail.ru

### Viktor E. Rachkov, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-1304-0592;  
eLibrary SPIN: 9371-5492;  
e-mail: v.rachkov@mail.ru

### Alexander Yu. Razumovsky, MD, Dr. Sci. (Medicine),

Professor, Corresponding Member of the RAS;  
ORCID: 0000-0003-3511-0456;  
eLibrary SPIN: 3600-4701;  
e-mail: 1595105@mail.ru

### Ekaterina D. Shagina;

eLibrary SPIN: 6217-1782;  
e-mail: shagina\_ed@rsmu.ru

### Fedor V. Shkurov;

ORCID: 0000-0002-6000-0059;  
eLibrary SPIN: 4588-9910;  
e-mail: shkurov\_f\_v@student.sechenov.ru

### Anna S. Dudinova;

ORCID: 0009-0009-3886-9389;  
eLibrary SPIN: 8566-4962;  
e-mail: ann\_dudinova@mail.ru

### Galina Yu. Chumakova, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-4725-318X;  
e-mail: chumakova-g@bk.ru

### Gheorghe S. Gincu, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;

ORCID: 0000-0003-4350-5423;  
eLibrary SPIN: 8117-4462;  
e-mail: laritei@mail.ru

### Vera I. Nurik, Assistant Professor;

ORCID: 0009-0002-6025-1357;  
eLibrary SPIN: 1431-2990;  
e-mail: vera.nurik@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps846>

# Валидация отечественной номограммы для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом

А.Д. Лобанова, С.Н. Зоркин, Р.Р. Баязитов, Д.С. Шахновский

Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** В 2024 г. в урологическом отделении Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей разработана первая в России номограмма для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии (ДУВЛ) у детей с уролитиазом. Номограмма учитывает удельный вес каждого фактора предикции исхода операции, что позволяет осуществлять персонализированный и объективный подход к выбору дальнейшей тактики лечения каждого пациента. Для последующего внедрения в клиническую практику разработанной номограммы необходимо провести её внешнюю валидацию.

**Цель.** Провести внешнюю валидацию и оценку точности отечественной номограммы для определения эффективности ДУВЛ у детей с мочекаменной болезнью.

**Методы.** Всем пациентам проводился сеанс ДУВЛ на аппарате Dornier Compact Sigma (Dornier MedTech Systems GmbH, Германия). Критерием эффективности лечения служило отсутствие осколков конкрементов >3 мм в мочевыводящих путях по данным контрольного ультразвукового исследования, проведённого через 3 мес после операции. В зависимости от успешности лечения пациенты разделены на две группы, после чего выполнен статистический анализ влияния различных факторов на исход сеанса литотрипсии. Также оценена прогностическая точность созданной ранее номограммы.

**Результаты.** В исследование вошли 86 пациентов. Средний возраст больных составил 12 лет [6,25; 15,00], женский пол превалировал: 49 (57%) девочек против 37 (43%) мальчиков. Эффективность ДУВЛ составила 52,3%. Сравнительный анализ показал отсутствие статистически достоверного влияния на исход ДУВЛ пола ( $p=0,250$ ) и возраста ( $p=0,839$ ) пациентов. При сопоставлении множественности и точности локализации в зависимости от успешности сеанса ДУВЛ мы выявили статистически значимые различия ( $p=0,010$  и  $p=0,012$  соответственно). Размер, объём и плотность конкремента остаются наиболее значимыми предикторами успешности процедуры ( $p < 0,001$ ). При проведении логистического регрессионного анализа доказана статистическая значимость суммы баллов по данным номограммы и возможность её использования как независимого фактора предикции успешности сеанса ДУВЛ ( $p < 0,001$ ). Анализ таблицы матрицы неточностей показал, что чувствительность номограммы составила 82,22%, специфичность — 78,05%, безошибочность — 80,23%, точность — 80,43%. Показатель F-меры модели составил 0,81.

**Заключение.** Внешняя валидация первой российской номограммы подтвердила её высокую предсказательную способность и клиническую значимость при оценке вероятности успешного проведения ДУВЛ у детей с уролитиазом.

**Ключевые слова:** детская урология; детская хирургия; мочекаменная болезнь; уролитиаз; ДУВЛ; номограмма.

## Как цитировать:

Лобанова А.Д., Зоркин С.Н., Баязитов Р.Р., Шахновский Д.С. Валидация отечественной номограммы для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей с уролитиазом // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 13–21. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps846>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps846>

# Validation of a domestic nomogram for predicting shock-wave lithotripsy outcomes in children with urolithiasis

Antonina D. Lobanova, Sergey N. Zorkin, Rimir R. Baiazitov, Dmitry S. Shakhnovskiy

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

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** In 2024, the first Russian nomogram for predicting outcomes after the extracorporeal shock-wave lithotripsy (ESWL) in children was developed in the urological department of the National Medical Research Center for Children's Health in Moscow, Russia. The nomogram is a mathematical relationship between several factors predicting ESWL outcomes. Such a model promotes a personalized and objective approach to the choice of treatment tactics for each patient. For further implementation of the developed nomogram into clinical practice, it is necessary to perform its external validation.

**AIMS:** to externally validate and assess the accuracy of the domestic nomogram for predicting the ESWL efficacy in children with urolithiasis.

**METHODS:** Dornier Compact Sigma device was used in all patients who underwent lithotripsy. The criterion of effective treatment was absence of stone fragments >3 mm in the urinary tract at ultrasound examination in 3 months after the surgery. Patients were divided into two groups depending on treatment outcomes. Then, a statistical analysis of the impact of various factors at lithotripsy outcomes was made. The prognostic accuracy of the previously developed nomogram was also evaluated.

**RESULTS:** A total of 86 renal units were included in the study. Patients' average age was 12 years (6.25–15.00), female gender was predominant: 49 (57%) girls versus 37 (43%) boys. Lithotripsy was effective in 52.3%. A comparative analysis showed no statistically significant impact of patient's gender ( $p=0.250$ ) and age ( $p=0.839$ ). When we compared multiplicity and accuracy of localization and their impact at ESWL effectiveness, we do found a statistically significant difference ( $p=0.010$  and  $p=0.012$ , respectively). Size, volume, and density of the stone are the most significant predictors of ESWL outcome ( $p < 0.001$ ). The logistic regression analysis showed a statistical significance of summarized nomogram scores which may be used as an independent predictor of ESWL outcomes ( $p < 0.001$ ). Analysis of the confusion matrix showed that the nomogram sensitivity was 82.22%, specificity 78.05%, error-free 89.23%, accuracy 80.43%. Model F-measure was 0.81.

**CONCLUSIONS:** The performed external validation of the first Russian nomogram has confirmed its high predictive ability and clinical significance in assessing and predicting outcomes after extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis.

**Keywords:** pediatric urology; pediatric surgery; urolithiasis; extracorporeal shockwave lithotripsy; ESWL; nomogram.

## To cite this article:

Lobanova AD, Zorkin SN, Baiazitov RR, Shakhnovskiy DS. Validation of a domestic nomogram for predicting shock-wave lithotripsy outcomes in children with urolithiasis. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):13–21. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps846>

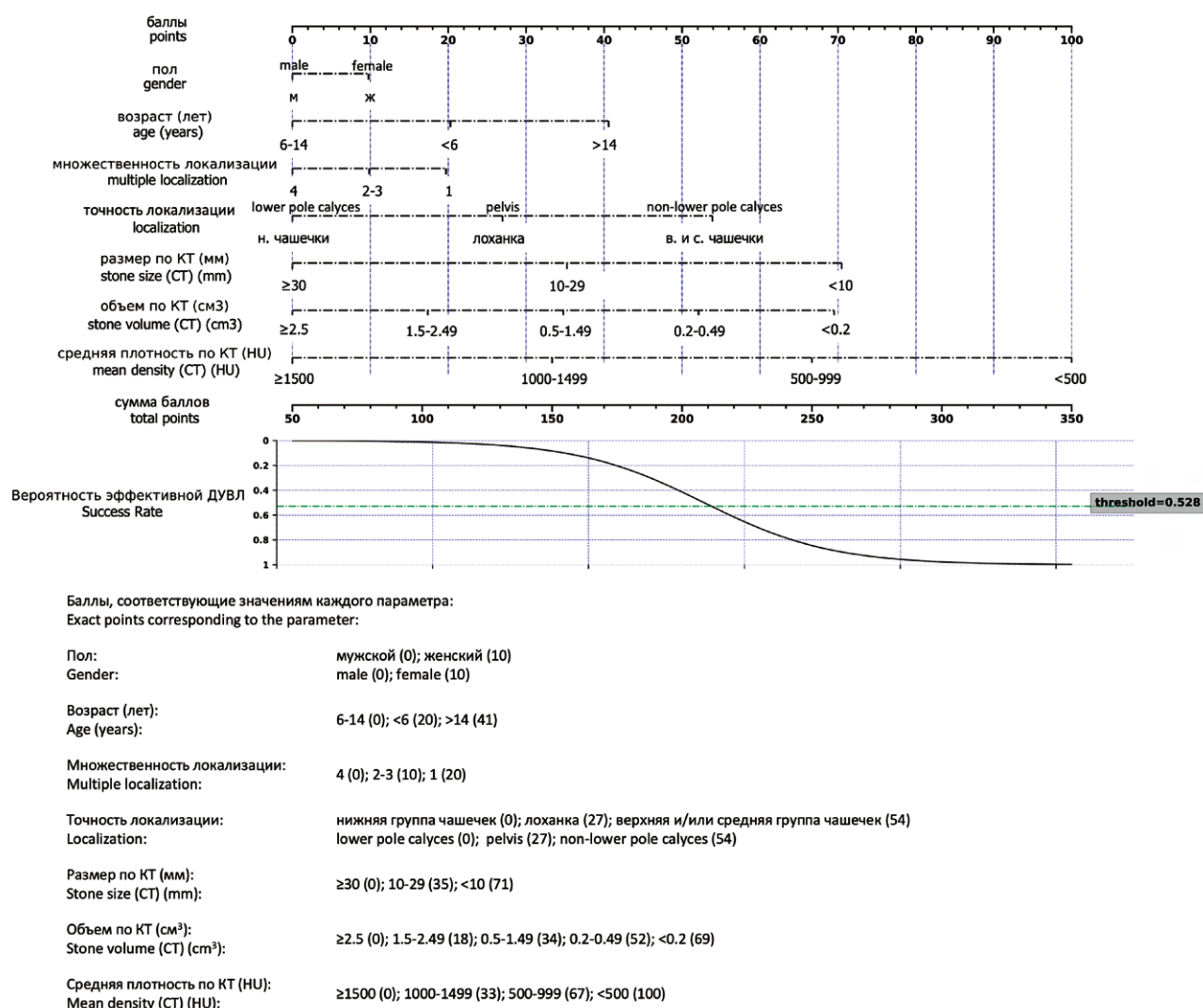
## ОБОСНОВАНИЕ

Дистанционная ударно-волновая литотрипсия (ДУВЛ) является методом выбора при лечении мочекаменной болезни у детей. Метод обладает несомненным преимуществом благодаря его неинвазивности, высокой эффективности, отсутствию интраоперационных осложнений, небольшой частоте послеоперационных осложнений, а также низкому риску почечного повреждения в отдалённом периоде [1–3]. Согласно клиническим рекомендациям Европейской ассоциации урологов показанием к проведению сеанса ДУВЛ является локализация конкремента в верхних мочевыводящих путях и его размер <2 см. Частота полного удаления камней зависит от ряда дополнительных факторов: пол и возраст пациента, локализация, количество, размер и плотность конкремента, анамнез ипсилатеральных оперативных вмешательств [4–7]. В 2013 и 2015 г. В Турции независимо друг от друга двумя коллективами авторов были разработаны номограммы для определения эффективности ДУВЛ у детей [8, 9]. Номограмма учитывает удельный вес каждого из факторов

прогнозирования исхода операции. Этот инструмент предоперационного планирования позволяет осуществлять персонализированный и объективный подход к выбору дальнейшей тактики лечения каждого пациента.

В 2024 г. на базе урологического отделения Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей мы разработали первую в России номограмму для определения эффективности ДУВЛ у детей с уролитиазом (рис. 1). Результаты исследования подробно представлены в 6 номере 27 тома Российского педиатрического журнала [10]. В основу новой номограммы легли следующие факторы: пол и возраст пациентов, локализация конкремента, его размер, объём и плотность по данным компьютерной томографии. Для дальнейшего внедрения в клиническую практику разработанной номограммы необходимо провести её внешнюю валидацию.

**Цель исследования** — провести внешнюю валидацию и оценку точности отечественной номограммы для определения эффективности ДУВЛ у детей с мочекаменной болезнью.



**Рис. 1.** Номограмма для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии у детей.

**Fig. 1.** Nomogram for predicting outcomes of extracorporeal shock wave lithotripsy in children.



## МЕТОДЫ

### Дизайн исследования

Проведено проспективное одноцентровое нерандомизированное исследование.

### Условия проведения

В исследовании принимали участие пациенты в возрасте от 5 мес до 17 лет 11 мес, госпитализированные в урологическое отделение Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей в период с января 2024 г. по сентябрь 2024 г. включительно.

### Критерии соответствия

**Критерии включения в исследование:** подтверждённый диагноз «мочекаменная болезнь» по данным ультразвукового исследования (УЗИ) почек, локализация конкрементов в чашечно-лоханочной системе почек, наличие письменного информированного согласия пациента и/или его законного представителя на включение ребёнка в программу обследования, обработку результатов лечения и публикацию материалов.

**Критерии исключения из исследования:** дети с врождённой патологией верхних мочевыводящих путей, обструктивными уropатиями, наличием ипсилатеральных конкрементов мочеточника и камнями в мочевом пузыре, а также дети с тяжёлой иммобилизирующей патологией.

### Описание исследования

Предоперационная визуализация выполнялась всем пациентам с помощью компьютерной томографии без контрастного усиления. Сеанс ДУВЛ проводили на аппарате Dornier Compact Sigma (Dornier MedTech Systems GmbH, Германия) с использованием режима дробления, рекомендованного фирмой-производителем. Количество ударно-волновых импульсов контролировали интраоперационно с помощью УЗИ-мониторинга фрагментации конкремента. В послеоперационном периоде проводили инфузионную терапию изотоническими растворами в совокупности с питьевым режимом в дозировке 50 мл/кг/сут с последующим однократным введением фуросемида 0,3 мг/кг. Критерием эффективности лечения служило отсутствие осколков конкрементов >3 мм в мочевыводящих путях по данным контрольного УЗИ, проведённого через 3 мес после операции. В зависимости от успешности лечения пациенты были поделены на две группы, после чего выполнен статистический анализ влияния различных факторов на исход сеанса литотрипсии.

В исследовании изучались только те параметры, которые использованы в номограмме, разработанной ранее коллективом урологического отделения Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей. Согласно оригинальному исследованию, множественность

локализации определялась следующим образом: чашечно-лоханочная система условно поделена на 4 компартмента — лоханка, верхняя, средняя и нижняя группа чашечек; учитывалось наличие конкрементов одновременно в одном или в нескольких компартментах почки. При расположении хотя бы одного конкремента в нижней группе чашечек локализацию камня у пациента считали нижнечашечной, при наличии камней изолированно в лоханке или в лоханке и в остальных группах чашечек пациент относился к группе с лоханочной локализацией камня, в оставшихся случаях больной рассматривался как пациент с верхне- или среднечашечной локализацией камня. Размер конкремента (мм) определяли по его максимальному диаметру, при множественных конкрементах как сумма таких диаметров каждого из камней. Объём (см<sup>3</sup>) камней рассчитывался программным обеспечением компьютерного томографа с помощью 3D-моделирования, средняя плотность (HU) определялась как среднее арифметическое минимального и максимального значений плотности образования.

Оценка вероятного исхода литотрипсии определялась одним исследователем с помощью номограммы. Исследователь не знал о фактическом исходе оперативного лечения при выполнении расчётов. При прогнозируемой вероятности успешности литотрипсии более 53% данный больной рассматривался как пациент с эффективной литотрипсией, так как наивысшее значение индекса Юдена номограммы равно 0,528.

### Статистический анализ

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.6.3 (ООО «Статтех», Россия). Сравнение осуществлялось между группами пациентов в зависимости от фактической успешности ДУВЛ. Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (ДИ). Их сравнение проводили с помощью t-критерия Стьюдента. В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывали с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей [Q1; Q3], их сравнение выполняли с использованием U-критерия Манна-Уитни. Категориальные данные описывали с указанием абсолютных значений и процентных долей. При анализе таблиц сопряжённости сравнивали процентные доли с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. В качестве количественной меры эффекта при сравнении относительных показателей мы использовали показатель отношения шансов (ОШ) с 95% доверительным интервалом (ДИ). Построение прогностической модели вероятности определённого исхода выполняли при помощи метода логистической регрессии. Для оценки диагностической значимости количественных признаков при прогнозировании определённого исхода применяли метод анализа ROC-кривых. Разделяющее

значение количественного признака в точке cut-off определяли по наивысшему значению индекса Юдена. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В исследование вошли 86 пациентов. Средний возраст больных составил 12 лет [6,25; 15,00], женский пол превалировал: 49 (57%) девочек против 37 (43%) мальчиков. Эффективность литотрипсии составила 52,3%.

Сравнительный анализ группы пациентов с успешной литотрипсией и группы пациентов с неэффективным дроблением показал отсутствие статистически достоверного влияния на исход ДУВЛ пола ( $p=0,250$ ) и возраста ( $p=0,839$ ) пациентов, что представлено в табл. 1.

При сопоставлении множественности локализации в зависимости от успешности сеанса ДУВЛ мы выявили статистически значимые различия ( $p=0,010$ ). Шанс эффективной литотрипсии при наличии конкрементов в единственном компартменте почки возрастает в 3,675 раза (ОШ 0,272; 95% ДИ 0,107–0,691).

В результате оценки успешности литотрипсии в зависимости от точной локализации конкремента установлены следующие существенные различия ( $p=0,012$ ): доля эффективных вмешательств в 1,653 раза больше при наличии конкремента в лоханке и в 2,024 раза больше при наличии конкрементов в верхней и/или средней группе чашечек по сравнению с долей эффективных вмешательств при локализации конкремента в нижней группе чашечек (табл. 2).

Сравнительный анализ трёх количественных характеристик конкремента представлен в табл. 3.

Средняя сумма баллов всех пациентов по данным номограммы составила  $210,19 \pm 60,39$  балла. При этом в группе с неэффективной литотрипсией сумма равна  $170,61 \pm 52,00$ , что достоверно меньше суммы баллов в группе пациентов с эффективной литотрипсией —  $246,24 \pm 42,40$  ( $p < 0,001$ ).

При проведении логистического регрессионного анализа доказана статистическая значимость суммы баллов по данным номограммы и возможность её использования как независимого фактора предикции успешности

**Таблица 1.** Сравнительный анализ количественных и категориальных характеристик пациента в зависимости от эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии

**Table 1.** Comparative analysis of quantitative and categorical patients' characteristics as a parameter of ESWL effectiveness

| Показатель /<br>Parameter                        | Категории /<br>Categories | Эффективность ДУВЛ /<br>Effectiveness of extracorporeal shock-wave lithotripsy |                         | <i>p</i>           |
|--------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------|
|                                                  |                           | Эффективная / Success                                                          | Неэффективная / Failure |                    |
| Пол пациента, абс. (%) /<br>Gender, <i>n</i> (%) | женский / female          | 23 (46,9%)                                                                     | 26 (53,1%)              | 0,250 <sup>a</sup> |
|                                                  | мужской / male            | 22 (59,5%)                                                                     | 15 (40,5%)              |                    |
| Возраст пациента (лет), Me [IQR] / Age, Me [IQR] |                           | 13.00 [7,00; 15,00]                                                            | 11.00 [5,00; 15,00]     | 0,839 <sup>b</sup> |

Примечание. <sup>a</sup> Хи-квадрат Пирсона; <sup>b</sup> U-критерий Манна–Уитни.

Note. <sup>a</sup> Chi-squared test; <sup>b</sup> Mann-Whitney U test.

**Таблица 2.** Описательная статистика категориальной переменной, определяющей точность локализации конкремента в зависимости от эффективности ДУВЛ

**Table 2.** Descriptive statistics of a categorical variable that determines stone's localization, as a function of ESWL effectiveness

| Показатель /<br>Parameter                             | Категории /<br>Categories                                           | Эффективность дистанционной<br>ударно-волновой литотрипсии /<br>Effectiveness of extracorporeal shock-wave lithotripsy |                         | <i>p</i>            |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|
|                                                       |                                                                     | Эффективная / Success                                                                                                  | Неэффективная / Failure |                     |
| Локализация, абс. (%) /<br>Localization, <i>n</i> (%) | нижняя группа чашечек /<br>lower pole calyces                       | 17 (37,8%)                                                                                                             | 28 (68,3%)              | 0,012 <sup>*a</sup> |
|                                                       | лоханка / pelvis                                                    | 15 (33,3%)                                                                                                             | 9 (22,0%)               |                     |
|                                                       | верхняя и/или средняя<br>группа чашечек /<br>non-lower pole calyces | 13 (28,9%)                                                                                                             | 4 (9,8%)                |                     |

Примечание. \* Различия величин статистически достоверны; <sup>a</sup> хи-квадрат Пирсона.

Note. \* The differences in values are statistically significant; <sup>a</sup> Chi-squared test.

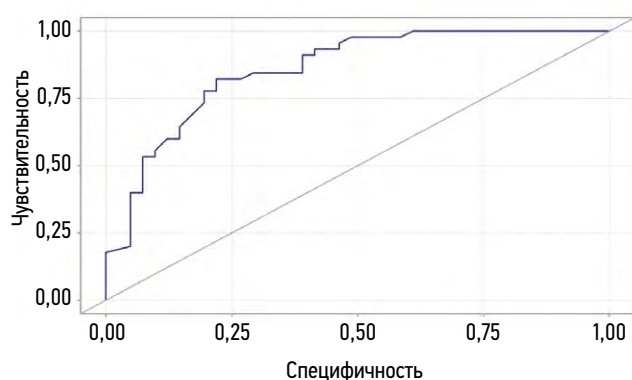
**Таблица 3.** Сравнительный анализ количественных характеристик конкремента в зависимости от эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии

**Table 3.** Comparative analysis of the quantitative stones' characteristics as a function of extracorporeal shock-wave lithotripsy effectiveness

| Показатель /<br>Parameter                                                         | Эффективность дистанционной ударно-волновой литотрипсии /<br>Effectiveness of extracorporeal shock-wave lithotripsy |                         | p                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|
|                                                                                   | Эффективная / Success                                                                                               | Неэффективная / Failure |                      |
| Размер камня (мм), Me [IQR] /<br>Stone size (mm), Me [IQR]                        | 7,50 [5,50; 9,70]                                                                                                   | 16,00 [10,00; 24,70]    | < 0,001 <sup>a</sup> |
| Объём (см <sup>3</sup> ), Me [IQR] /<br>Stone volume (cm <sup>3</sup> ), Me [IQR] | 0,25 [0,15; 0,46]                                                                                                   | 0,87 [0,40; 2,05]       | < 0,001 <sup>a</sup> |
| Средняя плотность (HU), M (SD) /<br>Mean stone density (HU), M (SD)               | 754,86 (340,67)                                                                                                     | 1049,71 (306,32)        | < 0,001 <sup>b</sup> |

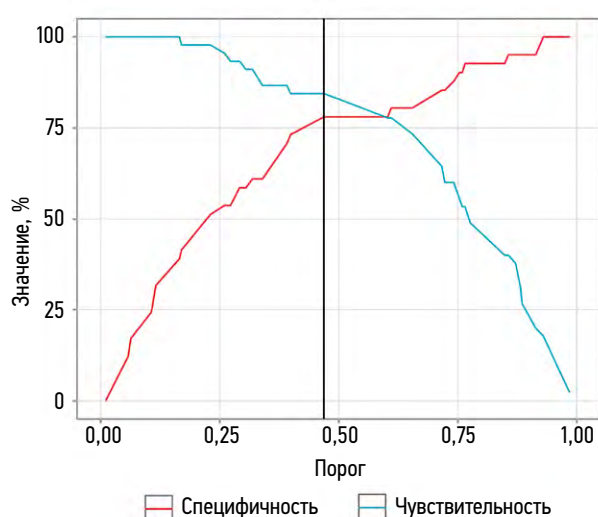
Примечание. \* Различия величин статистически достоверны; <sup>a</sup> U-критерий Манна–Уитни; <sup>b</sup> t-критерий Стьюдента.

Note. \* The differences in values are statistically significant; <sup>a</sup> Mann-Whitney U test; <sup>b</sup> Student's t-test.



**Рис. 2.** ROC-кривая, характеризующая зависимость вероятности эффективности от значения логистической функции (прямая линия).

**Fig. 2.** ROC curve characterizing the dependence of efficiency probability on the value of the logistic function (straight line).



**Рис. 3.** Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений логистической функции.

**Fig. 3.** Sensitivity and specificity analysis of the model depending on the threshold values of the logistic function.

сеанса ДУВЛ ( $p < 0,001$ ). Площадь под ROC-кривой составила  $0,861 \pm 0,040$  с 95% ДИ  $0,782-0,940$  (рис. 2). Полученная модель была статистически значимой ( $p < 0,001$ ). Чувствительность и специфичность модели составили 84,4 и 78,0% соответственно (рис. 3).

Для каждого пациента рассчитана вероятность успешного исхода операции с помощью номограммы. Учитывая наивысшее значение индекса Юдена 0,528, что соответствовало 210 баллам (53% вероятности успеха), пациентам, набирающим сумму баллов выше данного значения, прогнозировали успешную литотрипсию. На основе полученных данных была построена матрица неточностей — таблица, которая показывает эффективность модели прогнозирования классификации (табл. 4).

Анализ данных, приведённых в таблице, показал, что доля правильно предсказанных исходов составляет 80,23% (безошибочность), положительное прогностическое значение получено в 80,43% (точность), чувствительность номограммы — 82,22%, специфичность — 78,05%. Показатель F-меры модели, объединяющий в себе точность и чувствительность и являющийся гармоничным средним между ними, составил 0,81.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Метод ДУВЛ предпочтителен в педиатрической практике в силу своей низкой травматичности и меньшей длительности пребывания пациента в стационаре. Однако по данным последних исследований эффективность ДУВЛ уступает альтернативным методам лечения: ретроградной интратанальной хирургии и перкутанной нефролитотрипсии [11].

Для повышения эффективности ДУВЛ и снижения количества более агрессивных вмешательств, сопряжённых с повышенным риском осложнений [12], ведётся поиск дополнительных факторов, определяющих исход оперативного лечения. Наиболее широко изучены демографические характеристики пациента, размер, количество

**Таблица 4.** Матрица неточностей номограммы для определения эффективности дистанционной ударно-волновой литотрипсии**Table 4.** Confusion matrix of nomogram for predicting the outcome of shock-wave lithotripsy

| Показатель /<br>Parameter                      | Категории /<br>Categories | Фактический исход / Actual outcome |                         |
|------------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------------|
|                                                |                           | Эффективная / Success              | Неэффективная / Failure |
| Спрогнозированный исход /<br>Predicted outcome | Эффективная / Success     | 37 TP                              | 9 FP                    |
|                                                | Неэффективная / Failure   | 8 FN                               | 32 TN                   |

*Примечание.* TP — истинные положительные решения, TN — истинные отрицательные решения, FP — ложные положительные решения, FN — ложные отрицательные решения.

*Note.* TP — True positive, TN — True negative, FP — False positive, FN — False negative.

и локализация конкрементов. Объединение нескольких факторов предикции в единую статистическую модель с учётом удельного веса каждого из них привело к созданию такого важного инструмента предоперационного планирования, как номограмма.

Существующие на данный момент номограммы обладают рядом ограничений: невключение таких важных факторов, как плотность, объём и состав конкремента; неоднородность сбора данных, что могло привести к статистическим ошибкам; неудобность в ежедневном использовании [13]. Помимо этого, обе номограммы создавались в Турции — эндемичном районе по мочекаменной болезни. Валидация для использования данных номограмм в России не проводилась, а аналогов номограмм, разработанных на европейской популяции детей, не существовало до недавнего времени.

Первой отечественной номограммой для определения эффективности ДУВЛ у детей стала номограмма, разработанная коллективом авторов урологического отделения Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей. Проведённая же в данном исследовании внешняя валидация номограммы подтвердила её способность предсказывать исход лечения пациентов с уrolитиазом.

Результаты исследования показали, что размер, объём и плотность конкремента остаются наиболее значимыми предикторами успешности процедуры. Пациенты с камнями меньшего размера ( $Me=7,5$  мм;  $p < 0,001$ ), объёма ( $Me=0,25$  см<sup>3</sup>;  $p < 0,001$ ) и плотности ( $M=754,86$  HU;  $p < 0,001$ ) продемонстрировали значительно более высокую вероятность эффективной литотрипсии. Это соответствует данным международных исследований, согласно которым вероятность успешного дробления резко снижается при увеличении размеров и плотности камня [14, 15].

Локализация камней также значительно повлияла на вероятность успеха операции. Лоханочная и верхне-/среднечашечная локализации ассоциировались с более высокими шансами на успешный исход (62,5 и 76,5% соответственно) по сравнению с нижнечашечной (37,8%). Данный факт связан с затруднением эвакуации осколков из нижней группы чашечек вследствие особенностей

анатомии, оттока мочи и влияния гравитации на процесс отхождения камней. Эти данные подтверждают ранее опубликованные работы, указывающие на сложность лечения камней, локализованных в нижней группе чашечек [16].

Кроме того, анализ множественности локализации выявил, что наличие камней в одном компартменте почки достоверно увеличивает вероятность успеха, что свидетельствует о более эффективном использовании энергии ударно-волновых импульсов при их более концентрированной направленности.

Вместе с тем пол и возраст пациентов не оказали статистически значимого влияния на результаты ДУВЛ ( $p > 0,05$ ), что свидетельствует о том, что характеристики конкрементов играют более важную роль, чем половые и возрастные различия пациентов. Принимая во внимание меньший размер выборки и небольшой удельный вес данных параметров в номограмме, можно утверждать, что результат ожидаем и не является препятствием к применению номограммы на практике.

Оценка точности прогностической модели показала, что номограмма обладает высокой чувствительностью (82,22%) и специфичностью (78,05%), что делает её полезным инструментом для клинического прогнозирования. Площадь под ROC-кривой ( $AUC=0,861$ ) свидетельствует о её высокой диагностической ценности. Кроме того, значения F-меры (0,81) и безошибочности (80,23%) подчёркивают стабильность и надёжность прогностических данных. Ложноположительные и ложноотрицательные прогнозы могут быть связаны с влиянием дополнительных факторов, морфологическими особенностями почек и индивидуальной переносимостью ударно-волновой литотрипсии, которые не учтены в номограмме. Среди детей с ложноположительными результатами в одном случае возникла острая обструкция мочеточника осколками конкремента, спустившимися из собирательной системы почки, что потребовало эндоскопической литоэкстракции. У одного пациента с ложноположительным результатом, вошедшего в выборку, отмечалась задержка моторного развития, что не позволило его исключить из исследования, так как критерием исключения служит тяжёлая иммобилизирующая



патология. Однако это позволяет сделать вывод, что физическая активность с высокой долей вероятности оказывает влияние на отхождение конкрементов в послеоперационном периоде, что требует дальнейшего изучения. Также двое пациентов из этой группы принимали на постоянной основе  $\alpha 1$ -адреноблокаторы в связи с сопутствующей нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря. По данным литературы препараты этой группы могут способствовать отхождению конкрементов благодаря миорелаксации мочеточника [17, 18]. Это свойство  $\alpha 1$ -адреноблокаторов также требует дальнейшего изучения, как и перспектива их применения в повышении эффективности ДУВЛ в связи с облегчением отхождения осколков конкрементов после сеанса литотрипсии [19]. Из группы пациентов с ложноотрицательным прогнозом у одного ребёнка литотрипсия проведена после прерывания, а в двух случаях отмечался двусторонний уrolитиаз, что по данным ранее проведённого нами исследования является положительным прогностическим признаком, но имеет недостаточную чувствительность и специфичность для включения в номограмму. Таким образом, учитывая сложность прогнозирования эффективности ДУВЛ, полученные нами результаты считаются удовлетворительными и сопоставимы с данными международных исследований [20].

## Ограничения исследования

Среди ограничений исследования следует отметить одноцентровый характер работы и относительно небольшой размер выборки (86 пациентов), что может снижать статистическую мощность анализа. Также исключение пациентов с врождёнными аномалиями мочевыводящих путей и наличием камней в мочеточнике ограничивает универсальность выводов. Перспективы дальнейших исследований включают проведение многоцентровых работ для подтверждения результатов на более крупных выборках и изучение новых факторов, влияющих на эффективность лечения, включая морфологические и физиологические особенности почек, а также параметры настройки литотриптера.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внешняя валидация первой российской номограммы подтвердила её высокую предсказательную способность и клиническую значимость при оценке вероятности успешного проведения ДУВЛ у детей с уrolитиазом. Внедрение номограммы в повседневную практику позволит увеличить точность прогнозирования, уменьшить количество неэффективных процедур и может значительно повысить качество оказания медицинской помощи детям с мочекаменной болезнью.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.Д. Лобанова — хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, сбор и анализ литературных источников, статистическая обработка материала, подготовка и написание текста статьи; С.Н. Зоркин — концепция и дизайн исследования, обзор литературы, редактирование текста статьи; Р.Р. Баязитов — статистическая обработка материала, написание и редактирование текста статьи; Д.С. Шахновский — концепция и дизайн исследования, курация, хирургическое лечение пациентов, обзор литературы, редактирование текста статьи.

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом Национального медицинского исследовательского центра здоровья детей 06.10.2022, протокол №10.

**Согласие на публикацию.** Авторы получили письменное информированное добровольное согласие законных представителей пациентов на публикацию персональных данных в научном журнале, включая его электронную версию. Объём публикуемых данных с законными представителями пациентов согласован.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contribution is distributed as follows: A.D. Lobanova — performed surgical treatment of the patients, reviewed the literature, collected and analyzed literature, performed statistical processing of the data, and prepared and wrote the text of the article; S.N. Zorkin — developed the concept and design of the study, reviewed the literature, edited the article; R.R. Baiazitov — performed statistical processing of the data, wrote the text, and edited the article; D.S. Shakhnovskiy — developed the concept and design of the study, performed supervision, and edited the article.

**Ethics approval.** The protocol of the study was approved by the local ethics committee of the National Medical Research Center for Children's Health, 06.10.2022, Protocol No. 10.

**Consent for publication.** The authors obtained written informed voluntary consent of the patients' legal representatives for the publication of personal data in the scientific journal, including its electronic version. The scope of published data has been agreed with the legal representatives of patients.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ang AJS, Sharma AA, Sharma A. Nephrolithiasis: Approach to Diagnosis and Management. *Indian J Pediatr.* 2020;87(9):716–725. doi: 10.1007/s12098-020-03424-7
2. Akin Y, Yucel S. Long-term effects of pediatric extracorporeal shockwave lithotripsy on renal function. *Res Rep Urol.* 2014;6:21–25. doi: 10.2147/RRU.S40965
3. Brinkmann OA, Griehl A, Kuwertz-Bröking E, et al. Extracorporeal shock wave lithotripsy in children. Efficacy, complications and long-term follow-up. *Eur Urol.* 2001;39(5):591–597. doi: 10.1159/000052509
4. Ather MH, Noor MA. Does size and site matter for renal stones up to 30-mm in size in children treated by extracorporeal lithotripsy? *Urology.* 2003;61(1):212–215. doi: 10.1016/s0090-4295(02)02128-3
5. Kırılı EA, Türegün FA, Selçuk B, et al. Does Previous Open Stone Surgery Affect the Outcome of Shock Wave Lithotripsy Treatment in Children? *Urol Int.* 2021;105(1–2):52–58. doi: 10.1159/000509563
6. McAdams S, Shukla AR. Pediatric extracorporeal shock wave lithotripsy: Predicting successful outcomes. *Indian J Urol.* 2010;26(4):544–548. doi: 10.4103/0970-1591.74457
7. McAdams S, Kim N, Ravish IR, et al. Stone size is only independent predictor of shock wave lithotripsy success in children: a community experience. *J Urol.* 2010;184(2):659–664. doi: 10.1016/j.juro.2010.03.059
8. Onal B, Tansu N, Demirkesen O, et al. Nomogram and scoring system for predicting stone-free status after extracorporeal shock wave lithotripsy in children with urolithiasis. *BJU Int.* 2013;111(2):344–352. doi: 10.1111/j.1464-410X.2012.11281.x
9. Dogan HS, Altan M, Citamak B, et al. A new nomogram for prediction of outcome of pediatric shock-wave lithotripsy. *J Pediatr Urol.* 2015;11(2):84.e1–84.e6. doi: 10.1016/j.jpuro.2015.01.004
10. Lobanova AD, Zorkin SN, Baiazitov RR, Shakhnovskiy DS. A nomogram to determine the effectiveness of remote shock-wave lithotripsy in children with urolithiasis. *Russian Pediatric Journal.* 2024;27(6):410–416. EDN: YTVIFQ doi: 10.46563/1560-9561-2024-27-6-410-416
11. Zhao FZ, Li J, Tang L, et al. Comparison of efficacy and safety of minimally invasive procedures for 10–20 mm pediatric renal Stones-A bayesian network meta-analysis. *J Pediatr Urol.* 2020;16(6):771–781. doi: 10.1016/j.jpuro.2020.08.019
12. Grosso AA, Sessa F, Campi R, et al. Intraoperative and postoperative surgical complications after ureteroscopy, retrograde intrarenal surgery, and percutaneous nephrolithotomy: a systematic review. *Minerva Urol Nephrol.* 2021;73(3):309–332. doi: 10.23736/S2724-6051.21.04294-4
13. Kanao K, Nakashima J, Nakagawa K, et al. Preoperative nomograms for predicting stone-free rate after extracorporeal shock wave lithotripsy. *J Urol.* 2006;176(4Pt1):1453–1457. doi: 10.1016/j.juro.2006.06.089
14. Dogan HS, Tekgul S. Extracorporeal shock wave lithotripsy: principles of fragmentation techniques. In: Godbole P, Koyle M, Wilcox D, eds. *Pediatric Endourology Techniques.* 2014:257–263.
15. Lee HY, Yang YH, Lee YL, et al. Noncontrast computed tomography factors that predict the renal stone outcome after shock wave lithotripsy. *Clin Imaging.* 2015;39(5):845–850. doi: 10.1016/j.clinimag.2015.04.010
16. Yuri P, Hariwibowo R, Soeroharjo I, et al. Meta-analysis of Optimal Management of Lower Pole Stone of 10 - 20 mm: Flexible Ureteroscopy (FURS) versus Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL) versus Percutaneous Nephrolithotomy (PCNL). *Acta Med Indones.* 2018;50(1):18–25.
17. Atan A, Polat F, Turkyilmaz Z, Sonmez K. Areas of Alpha-1 Receptor Blocker Usage in *Pediatric Urology.* GMJ. 2020;31:457–459.
18. Tian D, Li N, Huang W, et al. The efficacy and safety of adrenergic alpha-antagonists in treatment of distal ureteral stones in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. *J Pediatr Surg.* 2017;52:360–365. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2016.10.003
19. Kyarimov IA, Zorkin SN, Lobanova AD, Kosobutskaya SA. Medical expulsive therapy for urolithiasis in children: experience of use in foreign practice. Literature review. *Russian Journal of Pediatric Surgery.* 2024;28(4):364–371. EDN: CSXFPP doi: 10.17816/ps704
20. Yanaral F, Ozgor F, Savun M, et al. Shock-wave Lithotripsy for Pediatric Patients: Which Nomogram Can Better Predict Postoperative Outcomes? *Urology.* 2018;117:126–130. doi: 10.1016/j.urology.2018.03.045

## ОБ АВТОРАХ

\* **Лобанова Антонина Денисовна;**

адрес: Россия, 119296, Москва, Ломоносовский пр-т, 2/62;

ORCID: 0000-0001-7971-5073;

eLibrary SPIN: 2665-2856;

e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

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

ORCID: 0000-0002-4038-1472;

eLibrary SPIN: 4762-8837;

e-mail: zorkin@nczd.ru

**Баязитов Римир Радикович,** канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0002-2809-1894;

eLibrary SPIN: 5506-6828;

e-mail: krasik17@yandex.ru

**Шахновский Дмитрий Сергеевич;**

ORCID: 0000-0003-2883-2493;

eLibrary SPIN: 4946-0848;

e-mail: shahnovskii\_dmit@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Antonina D. Lobanova;**

address: 2/62 Lomonosovsky Avenue, Moscow, Russia, 119296;

ORCID: 0000-0001-7971-5073;

eLibrary SPIN: 2665-2856;

e-mail: lobanova.ad@nczd.ru

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

ORCID: 0000-0002-4038-1472;

eLibrary SPIN: 4762-8837;

e-mail: zorkin@nczd.ru

**Rimir R. Baiazitov,** MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-2809-1894;

eLibrary SPIN: 5506-6828;

e-mail: krasik17@yandex.ru

**Dmitry S. Shakhnovskiy;**

ORCID: 0000-0003-2883-2493;

eLibrary SPIN: 4946-0848;

e-mail: shahnovskii\_dmit@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

# Синдром непальпируемого яичка: история и современное состояние вопроса. Обзор литературы

М.Н. Екимов<sup>1, 2</sup>, Н.А. Цап<sup>1</sup>, С.Ю. Комарова<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия;

<sup>2</sup> Детская городская клиническая больница №9, Екатеринбург, Россия

## АННОТАЦИЯ

По данным отечественной и зарубежной литературы непальпируемые яички (НЯ) встречаются у 20% детей с крипторхизмом. Из них примерно 50% расположены в брюшной полости и 50% — атрофированные или исчезнувшие яички. Цель нашего обзора — систематизация данных научной литературы по синдрому НЯ у детей. Обзор составлен из оригинальных статей, найденных в научных базах данных eLibrary, PubMed, Scopus.

Чаще всего в литературе можно встретить деление НЯ на три типа: интраабдоминальное, экстраабдоминальное и нежизнеспособное. По степени гипоплазии экстраабдоминальные гонады чаще всего нормального объёма, интраабдоминальные в основном гипоплазированы. Эктопия яичка представляет собой один из вариантов НЯ, при котором оно не может быть обнаружено на обычном пути миграции из брюшной полости. У детей с крипторхизмом только в 5% случаев наблюдается эктопия яичек, что делает это состояние редким и создаёт определённые трудности при диагностике. Существует много дискуссионных вопросов о методах диагностики и тактике лечения при различных вариантах НЯ у детей. Большинство исследователей рекомендуют использование дополнительных методов визуализации, таких как ультразвуковое исследование, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография и лапароскопия, для подтверждения наличия или отсутствия гонады. Однако окончательный диагноз не всегда можно установить только на основе результатов ультразвукового исследования, так как у этого метода имеется ограниченная чувствительность и специфичность при обнаружении непальпируемых гонад. По данным современных публикаций среди мальчиков с синдромом НЯ при отсутствии гонады по результатам ультразвукового исследования в 49% случаев во время выполнения диагностической лапароскопии удаётся визуализировать интраабдоминальное яичко. Проблема лечения НЯ у детей, особенно при высоком интраабдоминальном расположении гонады, остаётся максимально актуальной и требует дальнейших научных исследований и наблюдений.

**Ключевые слова:** непальпируемые яички; абдоминальный крипторхизм; дети.

## Как цитировать:

Екимов М.Н., Цап Н.А., Комарова С.Ю. Синдром непальпируемого яичка: история и современное состояние вопроса. Обзор литературы // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 22–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

# A syndrome of non-palpable testis: history and current state of art. Literature Review

Mikhail N. Ekimov<sup>1, 2</sup>, Natalya A. Tsap<sup>1</sup>, Svetlana Yu. Komarova<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Ural State Medical University, Yekaterinburg, Russia;

<sup>2</sup> Children's City Clinical Hospital No. 9, Yekaterinburg, Russia

## ABSTRACT

By to the domestic and foreign literature, non-palpable testes are found in 20% of cases among children with cryptorchidism. Approximately 50% of them are located in the abdominal cavity and 50% are atrophied or vanished ones. Purpose: To systematize data of the scientific literature on the syndrome of non-palpable testes in children. For the review, original articles found in the scientific source engines, such as eLibrary, PubMed, and Scopus, were used.

Most often, literature sources divide non-palpable testes into three types: intra-abdominal, extra-abdominal, and non-viable. Extra-abdominal gonads are often of the normal volume, unlike intra-abdominal gonads which are mostly hypoplastic. Testicular ectopia is one of the variants of non-palpable testes when a testis cannot be detected on the usual migration path from the abdominal cavity. In children with cryptorchidism, testicular ectopia is observed only in 5% of cases, thus making it a rare case which poses certain challenges in diagnostics. There are many controversial issues regarding diagnostic methods and treatment strategies for different types of non-palpable testes in children. Most researchers recommend to use additional visualization options such as ultrasound, computed tomography, magnetic resonance imaging, and laparoscopy to confirm the presence or absence of the gonad. However, a definitive diagnosis is not always possible when based solely on ultrasound findings, as this method has limited sensitivity and specificity in detecting non-palpable gonads. The current publications state that an intra-abdominal testis can be visualized during diagnostic laparoscopy in 49% of case in boys with the non-palpable testicular syndrome and with no gonad found at ultrasound examination. Management of non-palpable testes in children, especially with high intra-abdominal gonad location, remains a highly relevant issue and requires further researches and observations.

**Keywords:** nonpalpable testes; abdominal cryptorchidism; children.

## To cite this article:

Ekimov MN, Tsap NA, Komarova SYu. A syndrome of non-palpable testis: history and current state of art. Literature Review. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):22–32. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps840>

## ОБОСНОВАНИЕ

Этиология и патогенез крипторхизма у новорождённых доношенных мальчиков недостаточно изучены. Большинство специалистов считают, что сочетание генетических, материнских факторов и воздействия окружающей среды могут способствовать нарушению гормональных и физических процессов, которые влияют на нормальное развитие и опущение яичек [1].

Синдром непальпируемого яичка (СНЯ) может быть обусловлен: 1) истинной монорхией (агенезией яичка, когда не произошла закладка органа); 2) исчезающим яичком (атрофия из-за внутриутробной гибели половой железы); 3) интраабдоминальным расположением яичка; 4) невозможностью определения гонады в паховом канале (чаще при избыточной массе тела); 5) эктопией яичка и отсутствием навыков (настороженности) при пальпации. По данным отечественной и зарубежной литературы непальпируемые яички (НЯ) встречаются в 20% случаев у детей с крипторхизмом. Из них примерно 50% расположены в брюшной полости и 50% — атрофированные или исчезнувшие яички [2, 3].

По данным сонографических мультицентровых исследований выявлено, что при СНЯ примерно 15–34,1% гонад расположены интраабдоминально [4].

Чаще всего в литературе можно встретить деление НЯ на три типа: интраабдоминальное, экстраабдоминальное и нежизнеспособное. Существует много дискуссионных вопросов о методах диагностики и лечения данного порока развития у детей [5].

**Цель литературного обзора** — проанализировать и систематизировать данные научной литературы по СНЯ у детей.

## Методология поиска источников

Поиск источников литературы выполнен с помощью российской научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU, информационной базы National Library of Medicine (PubMed), базы SCOPUS. Использовали ключевые слова: непальпируемые яички, абдоминальный крипторхизм, non-palpable testicles, abdominal cryptorchidism. В исследование включены оригинальные и обзорные статьи, содержащие информацию по теме «непальпируемые яички у детей», «интраабдоминальные яички у детей» на русском или английском языках. Преимущественно использовались статьи 5–10-летней давности.

## Фазы естественной миграции яичка в мошонку

Терминология крипторхизма и механизм естественной миграции яичка в мошонку имеет историю более 250 лет. Знаменитый анатом и хирург XVIII века J. Hunter в 1786 г. сделал ключевое открытие, описав анатомию яичка и его придатка у эмбриона в брюшной полости. Он также ввёл в медицинскую терминологию слово «губернакулум»,

происходящее от латинского термина, который означает «штурвал» или «руль». Губернакулум — структура, играющая ключевую роль в процессе миграции яичка в мошонку во время эмбрионального развития. По мнению Hunter, gubernaculum действует как направляющая сила, перемещающая яичко в интрамошоночную позицию [6]. В 1969 г. Gier и Marion впервые предположили, что механизм опускания яичка проходит в несколько этапов. На основании этой идеи J. Hutson в 1985 г. разработал модель, которая включает в себя две фазы с морфологическими и гормональными различиями для объяснения опускания яичка у здоровых детей. Согласно этой модели первая фаза (трансабдоминальная) происходит на 8–15-й нед беременности. В этот период яичко перемещается от своего первоначального заднебрюшного положения, от нижнего полюса почки, к внутреннему паховому кольцу. В период с 15-й по 40-ю нед гестации происходит вторая фаза опускания яичка, или пахово-мошоночный этап [7].

В начальной стадии яички удерживаются в области почек при помощи двух связок: краниальной поддерживающей и gubernaculum. Краниальная связка удерживает яичко в области задней стенки брюшной полости, а gubernaculum фиксирует его в месте, где в последующем формируется внутреннее паховое кольцо и паховый канал [8]. При локализации яичка в области внутреннего пахового кольца начинается редукция краниальной поддерживающей связки под действием андрогенов. По завершении данного этапа яичко перемещается в формирующийся паховый канал к 15-й нед гестации [9].

Под воздействием *INSL3* происходит «реакция набухания» в gubernaculum. Это приводит к увеличению размеров gubernaculum и расширению пахового канала, что облегчает перемещение яичка в интрамошоночное положение [10].

После 15-й нед гестации начинается вторая фаза естественной миграции яичка, которая завершается к 40-й нед. На данном этапе происходит андрогензависимый процесс опускания яичка из паховой области в мошонку под воздействием тестостерона, что приводит к уменьшению и укорочению gubernaculum, вследствие чего яичко перемещается в интрамошоночное положение [7].

Нарушение механизма опускания яичка нередко приводит к абдоминальным и паховым формам крипторхизма. Дефицит фактора *INSL-3* и/или низкая чувствительность рецепторов GREAT к данному фактору в первой фазе продвижения яичка может способствовать развитию абдоминального крипторхизма.

Интраабдоминальные яички подразделяются на высокие и низкие. Яичко считается высоко расположенным, если оно находится на расстоянии более 2,0 см от внутреннего пахового кольца [11]. К низким относятся гонады, которые расположены от ВПК менее чем на 2,0 см. Подглядывающее яичко (Peeping Testis) — это состояние, когда непальпируемая гонада локализуется у внутреннего пахового кольца, при увеличении внутрибрюшного давления может мигрировать в паховый канал. Такой вариант

локализации яичка относится к интраабдоминальному и сочетается с необлитерированным вагинальным отростком брюшины. При осмотре и пальпации паховой области яичко мигрирует в брюшную полость [12].

Один из вариантов непальпируемого яичка — эктопия. При эктопии яички не удаётся пропальпировать на нормальном пути их миграции из брюшной полости. Среди детей с крипторхизмом только в 5% случаях выявляется эктопия яичек, что делает это заболевание достаточно редким и трудно диагностируемым [13]. Эктопированное яичко можно визуализировать при внимательном осмотре пациента, но в некоторых ситуациях его не удаётся пропальпировать, и диагноз устанавливается с помощью методов визуализации или интраоперационно [14].

Существует несколько вариантов эктопии непальпируемых яичек: промежностная, бедренная, поперечная или перекрёстная и надлобковая [15].

Промежностная эктопия яичка, первоначально описанная Джоном Хантером в 1786 г., встречается в 1% всех случаев аномалий положения яичка [16]. При этом яичко располагается в области промежности, гораздо ниже, чем нормальное яичко в мошоночной позиции, и покрыто подочно-жировой клетчаткой промежности [17]. При перекрёстной эктопии оба яичка проходят по одному паховому каналу в сторону мошонки, при этом часто имеется сочетание с паховой грыжей. В литературе представлено порядка ста случаев с данной патологией [18].

V.V. Punwani и соавт. [13] в своей публикации описывают различные теоретические причины эктопии и приходят к выводу, что в большинстве случаев эктопия яичка связана с аномальным прикреплением gubernaculum. M. Sipani и соавт. [19] считают одной из причин развития бедренной и надлобковой эктопии нарушение взаимодействия между андрогеном и высвобождением пептида, связанного с геном кальцитонина, из генитально-бедренного нерва, и аномальную стабилизацию губчатого нерва. Gholizadeh и соавт. предположили, что оба яичка при перекрёстной эктопии развивались из одного и того же зародышевого отростка [20].

Тестикулярная регрессия является причиной СНЯ в 35–69% случаев [21]. В литературе встречаются термины «синдром тестикулярной регрессии» (TRS), «двусторонняя анорхия, или исчезнувшие яички» [22]. Наиболее благоприятный вариант заболевания — когда отсутствует только одно яичко. По данным большинства авторов нормально сформированные наружные половые органы мальчика свидетельствуют о том, что внутриутробно гонады функционировали. Предполагается, что внутриутробный перекрут яичка, а также тромбоз тестикулярных сосудов, становятся причинами его регрессии. В большинстве случаев причина исчезновения яичка остаётся загадкой для детских хирургов и урологов [23].

## Диагностика

Новорождённым мальчикам с наружными половыми органами по мужскому типу и двусторонним СНЯ необходимо исключать врождённую гиперплазию надпочечников,

в обязательном порядке проводить кариотипирование, оценить уровень гормонов: 17-гидроксипрогестерона, лютеинизирующего гормона, фолликулостимулирующего гормона, тестостерона и андростендиона. В обязательном порядке необходимо провести консилиум врачей, в который входит детский эндокринолог, генетик и детский уролог. Несвоевременно диагностированная врождённая гиперплазия надпочечников может привести к тяжёлым электролитным нарушениям, гипонатриемии, гиперкалиемии и снижению артериального давления с развитием гиповолемического шока. Чтобы не допустить этой ситуации, необходимо контролировать уровень электролитов в сыворотке крови у детей данной группы [24]. Дети с проксимальной гипоспадией в сочетании с СНЯ в обязательном порядке должны быть обследованы на наличие нарушения формирования пола [25]. Обследование наружных половых органов необходимо проводить каждый раз при осмотре пациента независимо от специальности врача. Это позволит своевременно установить диагноз и направить пациента к профильному специалисту для дальнейшего обследования и лечения [26].

При НЯ основная задача, которая стоит перед хирургом или урологом, — подтвердить отсутствие или наличие гонады и определить её локализацию и жизнеспособность. Медицинский осмотр, который проводят специалисты, — первый диагностический этап [27]. Во время осмотра необходимо обследовать все возможные локализации яичка: паховую, лобковую, бедренную области, промежность и контрлатеральную область мошонки для исключения перекрёстной эктопии [28].

При пальпации необходимо выполнять плавные, скользящие движения, идущие сверху вниз, с внешней стороны к внутренней, а также вдоль пахового канала в направлении мошонки. Осмотр нужно проводить в тёплом помещении. При обнаружении яичка следует описать локализацию, размер и консистенцию. Обязательно указать такие же параметры контрлатеральной гонады (при её наличии). Если во время осмотра пациента не удалось обнаружить яички ни в паховых каналах, ни в вероятных местах эктопии, — речь идёт о СНЯ [29].

Все авторы в своих публикациях рекомендуют для подтверждения отсутствия или наличия гонады дополнительные методы визуализации [ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости, паховых областей, органов мошонки, компьютерную томографию (КТ), магнитно-резонансную томографию (МРТ), диагностическую лапароскопию] [28].

Однако окончательный диагноз нельзя установить по результатам УЗИ, так как данный метод имеет ограниченную чувствительность и специфичность при визуализации непальпируемых гонад [30]. По данным современных исследований среди мальчиков с СНЯ при отсутствии гонады по результатам УЗИ в 49% случаев во время лапароскопии выявляется интраабдоминальное яичко [1].

W. Zhou и соавт. в 2022 г. [31] опубликовали работу, в которой провели сопоставление данных диагностической лапароскопии с заключениями УЗИ, выполненного перед операцией у детей с НЯ. Проведён ретроспективный анализ 254 случаев СНЯ, по результатам которого выявлено, что совпадение интраоперационной картины с сонографическими предоперационными данными составило 99,2% при локализации НЯ в брюшной полости. L. Braga и соавт. (2014 г.) в своей статье описывают, что УЗИ не является надёжным методом диагностики НЯ. Чувствительность метода составила 45%, а специфичность 78% [32].

Несмотря на различные мнения авторов в настоящее время УЗИ является информативным и обязательным методом диагностики НЯ у детей на предоперационном этапе и может применяться в любом возрасте, начиная с рождения [33]. Точность данного метода зависит от квалификации специалиста, конституции пациента (при избыточном количестве подкожно-жировой клетчатки исследование может быть затруднено), позволяет избежать воздействия ионизирующего излучения на пациента, что является одним из основных его преимуществ.

Применение КТ у детей раннего возраста при диагностике НЯ имеет свои ограничения: большое количество ложноположительных и ложноотрицательных результатов, высокие затраты на исследование, негативное влияние ионизирующего излучения [34, 35]. Несмотря на высокую чувствительность (85%) и специфичность (87,5%) МРТ не позволяет достоверно установить диагноз — моноорхизм или исчезнувшее яичко — и не исключает необходимости в хирургических методах визуализации [4]. Соответственно, возможность применения МРТ у детей с СНЯ ограничивается необходимостью обязательной седации у детей раннего возраста, длительностью исследования, высокой стоимостью и ограниченной доступностью [1].

Ни один из перечисленных методов диагностики не позволяет с вероятностью 100% установить наличие или отсутствие яичка. Следовательно, при непальпируемых гонадах необходимо выполнять хирургические методы исследования: диагностическую лапароскопию; ревизию пахового канала, или скрототомию [29].

В 1976 г. диагностическая лапароскопия впервые проведена Cortesy [36]. Данный метод диагностики позволяет определить локализацию НЯ с точностью более 95% [37]. По результатам исследования L.W. Mah (2020 г.) [38] 80% детских хирургов и урологов предпочитают лапароскопию как основной метод диагностики и лечения НЯ и менее 20% участников используют паховый и мошоночный доступ при НЯ, основываясь на том, что лишь у 14–32% мальчиков яичко локализуется интраабдоминально.

На сегодняшний день неоспоримы преимущества диагностической лапароскопии в визуализации НЯ, возможного их отсутствия и одновременного принятия тактически верного решения [39].

При обнаружении итраабдоминального жизнеспособного яичка возможно выполнение одно- или двухэтапной

орхидопексии с использованием открытого или лапароскопического доступа. Если семявыносящий проток и сосуды яичка входят через внутреннее паховое кольцо, то необходимо провести исследование пахового канала и мошонки, что позволит обнаружить атрофированное яичко и удалить его или жизнеспособную гонаду и выполнить орхидопексию. При осмотре брюшной полости и выявлении слепо заканчивающегося семявыносящего протока, что свидетельствует об «исчезновении яичка», оперативное вмешательство завершают, необходимость в дальнейшем исследовании отсутствует [37].

Многие авторы исследований, посвящённых изучению НЯ, предполагают, что компенсаторная гипертрофия контрлатерального яичка указывает на исчезновение яичка [38, 40].

Викарная гипертрофия контрлатерального яичка может быть косвенным признаком отсутствия или атрофии НЯ, но это не позволяет исключать оперативное вмешательство (диагностическая лапароскопия) у пациентов этой категории, потому что такой признак не является специфичным [41]. Коллектив авторов из Ростова-на-Дону — V.M. Orlov и соавт. — доказали, что при одностороннем СНЯ в сочетании с объёмом контрлатеральной гонады более 2,25 мл в большинстве случаев устанавливали факт отсутствия или гипоплазии яичка [42]. В таком случае авторы не рекомендуют диагностическую лапароскопию как стартовую процедуру, можно ограничиться ревизионной скрототомией. Пациентам, у которых объём контрлатерального яичка составляет менее 1,04 мл, показана диагностическая лапароскопия.

## Лечение и морфологические изменения в неопущенных гонадах

Согласно рекомендациям профессиональных ассоциаций, лечение детей с СНЯ необходимо выполнять с 6 до 12 мес. Максимальный возраст, к которому лечение должно быть завершено, составляет 18 мес. Раннее оперативное лечение позволяет снизить риск развития рака яичка и нарушения фертильности. Оптимальный метод лечения — орхидопексия, гормональная терапия признана неэффективной и спорной [43, 44]. Гормональное лечение, направленное на опущение яичек, не рекомендуется из-за низкой эффективности [45].

S. Shehata и соавт. в 2022 г. [46] провели исследование совместно с Всемирной федерацией ассоциации детских хирургов (World Federation of Associations of Pediatric Surgeons — WOFAPS), по результатам которого только 13% опрошенных специалистов пытались применить лечение с помощью гормонов с целью низведения яичка из брюшной полости или с целью улучшения будущей фертильности. Основным аргументом отказа от применения данного метода лечения при абдоминальной локализации яичка — низкая эффективность, которая достигает 20%, а при последующем наблюдении снижается до 15% [44].



Оперативное лечение непальпируемых яичек на седьмой день является методом выбора. Раньше 6 мес нецелесообразно выполнять орхидопексию, в связи с тем что есть вероятность самопроизвольного опускания яичек в мошонку [47].

A. Suskind и соавт. [48] в своей публикации на основе анализа биоптатов яичек 86 мальчиков, выполненного во время орхидопексий, показали, что степень фиброза значительно выше у мальчиков в возрасте >1 года. В то же время авторы признают, что исследование ограничено низким количеством наблюдений и коротким катамнезом и нет корреляции с истинной фертильностью.

В одной из современных публикаций O.H. Krishna и соавт. [49] изучили гистологию 21 интраабдоминальных яичек после орхидэктомии в связи с их перекрутом. Оценивали степень интерстициального фиброза, наличие тубулярного склероза, гиперплазию клеток Лейдига, отсутствие неоплазии зародышевых клеток. Значимых различий в гистопатологических параметрах у детей разного возраста с интраабдоминальными яичками не обнаружено, в то же время авторы отмечают, что у мальчиков старшей возрастной группы вероятность интерстициального фиброза и атрофии семенных канальцев выше, чем у детей до года. Неоплазии зародышевых клеток не выявлено ни в одном гистологическом материале.

Считается, что тепловой стресс является ключевым фактором, приводящим к нарушениям в развитии половых клеток яичка: крипторхическое яичко не располагается в мошонке, где обычно поддерживается более низкая температура [50].

F. Hadziselimovic и соавт. [51] на основе изучения биоптатов обоих яичек, взятых у 89 мальчиков во время орхидопексии в возрасте от 1 года до 16 лет, делает выводы, что в большинстве случаев при крипторхизме нарушение преобразования гоноцитов и сперматогоний в Ad-сперматогонии (зрелые сперматогонии) связано не с температурным воздействием, а с серьезным дисбалансом в гормональной системе. Таким образом, истинный крипторхизм необходимо рассматривать как критическую андрологическую проблему и в большинстве случаев нельзя рассчитывать на успешное лечение только с помощью ранней орхидопексии.

D.S. Huff и соавт. [52] в 2001 г. провели анализ двусторонних биопсий яичек 767 мальчиков с односторонним крипторхизмом и пришли к выводу, что при одностороннем крипторхизме яички не формируют полноценный пул взрослых половых стволовых клеток, который происходит в 2–3 мес после рождения у здоровых мальчиков. Также авторы отметили подобные изменения в контрлатеральных (условно здоровых) яичках. Современные исследования подтверждают, что у мальчиков с односторонним крипторхизмом наблюдаются изменения в развитии половых клеток в обоих яичках [53].

C.W. Mechlin и соавт. [54] опубликовали обзорную статью по исследованию биоптатов яичек, выполненных

во время орхидопексий. Из метаанализа следует, что оперативное лечение НЯ необходимо выполнять от 6 мес до года для предотвращения невосстановимой утраты функциональных половых клеток. В исследованиях биоптатов яичка при крипторхизме в основном изучали общее количество половых клеток, присутствие Ad-сперматогоний, отношения между Ad-сперматогониями и канальцами, обнаружение гоноцитов, наличие первичных сперматоцитов (для мальчиков, которым уже исполнилось 3 года) и уровень фиброза.

Оперативное лечение интраабдоминальных яичек является сложной задачей. Как правило, тестикулярные сосуды при такой локализации недостаточной длины для низведения гонады в интрамошоночное положение [55]. Выбор метода оперативного лечения зависит от длины тестикулярных сосудов, возможности адекватной мобилизации яичка, расстоянием между внутренним паховым кольцом и яичком, наличия или отсутствия длинной петли семявыносящего протока, возраста пациента и предпочтений хирурга [56]. Арсенал средств удлинения элементов семенного канатика включает мобилизацию путём диссекции брюшины на всём протяжении тестикулярных сосудов до нижнего полюса почки во время лапароскопии, укорочение пути следования яичка с использованием маневра Прентисса.

Роберт Прентисс в 1959 г. описал технику, которая позволяет существенно сократить расстояние из брюшной полости к мошонке путём медиального перемещения яичка и изменения углового маршрута на гораздо более прямой путь. Как правило, маневр выполняется путем отсечения gubernaculum от дна пахового канала, перемещения семенного канатика к нижним эпигастральным сосудам [57]. Интраабдоминальные яички, которые имеют достаточную длину сосудов, возможно мобилизовать и низвести в мошонку в один этап [58]. Как правило, это низкие абдоминальные формы и подглядывающие яички.

Ряд авторов, которые изучали результаты хирургического лечения детей с НЯ, утверждают, что паховая орхидопексия — безопасный, надёжный и эффективный метод оперативного лечения НЯ. Через расширенный паховый доступ возможно выполнить забрюшинную мобилизацию тестикулярных сосудов с высоким лигированием вагинального отростка брюшины, низвести и фиксировать яичко в мошонке [59, 60].

При подглядывающих и низких интраабдоминальных яичках эффективен паховый и лапароскопический доступ [12].

Удлинение элементов семенного канатика прямым воздействием на тестикулярные сосуды посредством их пересечения при обеспечении достаточного коллатерального кровоснабжения (операция Fowler–Stephens) может быть выполнено в один или два этапа [61].

В своей публикации 1959 г. F.D. Stephens и R. Fowler подробно описали анатомию сосудов яичка и представили новый метод оперативного лечения при высоких формах

абдоминального крипторхизма. Эта методика успешно устраняет проблему недостаточной длины тестикулярных сосудов с помощью их пересечения с сохранением коллатерального кровоснабжения яичка [62].

На этапе внедрения данного метода оперативного лечения абдоминальных яичек уровень атрофии гонад составлял до 50% [63].

Постепенно с внедрением двухэтапной модификации операции Fowler–Stephens удалось улучшить результаты и снизить уровень атрофии яичек [64].

В 1984 г. Ransley и его коллеги предложили модификацию операции и выполнение её в два этапа. Первый этап включал лигирование сосудов для стимуляции коллатерального кровоснабжения яичек, а затем — низведение яичек в интрамошоночное положение. Второй этап выполняется через 6–9 мес после первого. Операция может быть выполнена как с помощью открытой, так и лапароскопической хирургии [61].

В 1991 г. Bloom предложил лапароскопический доступ для выполнения первого этапа операции Fowler–Stephens. Этот метод получил широкое применение и стал очень популярным [65]. Коллектив авторов из Японии А. Igarashi и соавт. [66] рекомендует первично выполнять ревизию пахового канала при НЯ, аргументируя это редкой (6%) встречаемостью высокой локализации яичка в брюшной полости. Если во время исследования гонады не визуализируются, показана диагностическая лапароскопия.

В 2008 г. группа учёных под руководством S.M. Shehata и соавт. впервые описали новый подход к тракционной орхиопексии с применением лапароскопии для коррекции интраабдоминального яичка [29]. Операция выполняется в два этапа: первично производят фиксацию интраабдоминального яичка к контрлатеральной передне-верхней подвздошной ости. Второй этап, который выполняют спустя 12 нед, заключается в рассечении тракционного шва и низведении яичка в мошонку. Оба этапа выполняются лапароскопически [36]. Авторы предполагают, что под воздействием веса кишечника на сосуды яичка происходит их постепенное удлинение. Основное преимущество метода в том, что не пересекаются тестикулярные сосуды.

В 2016 г. S. Shehata и соавт. [63] опубликовали промежуточные результаты исследования у 124 мальчиков (140 гонад) с высоким интраабдоминальным расположением яичка, прооперированных по авторской методике. Успешные результаты установлены в 84% случаев. Авторы утверждают, что метод двухэтапной лапароскопической тракционной орхиопексии позволяет удлинить тестикулярные сосуды без их пересечения и тем самым избежать атрофии яичка, данная методика может являться альтернативой методики Фаулера–Стивенса.

Проведён анализ сравнительных исследований методов лапароскопической орхиопексии.

J. Liu и соавт. в 2021 г. [67] изучили результаты применения лапароскопической тракционной орхиопексии по методике S. Shehata и методике Фаулера–Стивенса

(FS) у детей с высокими интраабдоминальными яичками. В группе FS зарегистрирован 1 случай атрофии яичка и 4 эпизода незначительной ретракции яичка менее 1 см, что не потребовало повторной коррекции. Ни у одного ребёнка из группы Shehata не выявлено атрофии и ретракции яичка. По предварительным результатам метод Shehata эффективен и безопасен при лечении высоких интраабдоминальных яичек у детей. М. Abouheba и соавт. [68] в своём исследовании описали 3 случая ретракции яичка из 34 у детей старшего возраста после операции Shehata, что потребовало повторной оперативной коррекции. У одного мальчика с двусторонним интраабдоминальным яичком выявили сращение обоих яичек при выполнении 2-го этапа операции. Таким образом, требуются дополнительные исследования и выбор подходящего хирургического метода для лечения мальчиков старшего возраста и двусторонними высокими интраабдоминальными яичками.

C.Y. Wang и соавт. [69] сравнили результаты одноэтапной и двухэтапной лапароскопической операции Fowler–Stephens при высоком интраабдоминальном яичке. Всего в исследовании участвовали 28 мальчиков. В 15 случаях проведена одноэтапная орхиопексия, двухэтапное лечение выполнено 13 мальчикам. Мальпозиция яичка при одноэтапной процедуре выявлена в 2 случаях и у 1 мальчика из второй группы. При наличии у яичек хорошего коллатерального кровотока одноэтапная лапароскопическая орхиопексия FS демонстрирует такую же безопасность и эффективность, как и двухэтапная процедура FS.

C. Yu и соавт. [61] опубликовали результаты мультицентрового исследования различных вариантов операции FS у детей при высоком интраабдоминальном яичке. Авторы показали, что вероятность атрофии яичка при открытой методике составляет 12%, лапароскопической — 8%. При выполнении одноэтапной орхиопексии атрофия в послеоперационном наблюдении выявлена в 17%, атрофия после двухэтапной методики — в 8% случаев. Проведя анализ результатов, авторы рекомендуют двухэтапную лапароскопическую операцию FS в качестве метода выбора при лечении высоких интраабдоминальных яичках у детей.

A. Neheman и соавт. [56] предложили свою модификацию лапароскопической операции FS, основными преимуществами которой является сохранение широкого лоскута брюшины между тестикулярными сосудами и семявыносящим протоком, лигирование сосудов проксимально, в отличие от стандартной методики, и минимальные манипуляции с придатком гонады во время орхиопексии. Операция по этой методике выполнена 55 мальчикам, не было ни одного случая конверсии. За период наблюдения 11 мес атрофия яичка зарегистрирована у 1 ребёнка. Незначительная мальпозиция, которая не потребовала повторных операций, выявлена в 5 случаях. Авторы рекомендуют данную методику оперативного лечения как высоких, так и низких интраабдоминальных яичек.

J.R. Jawdat и соавт. из Израиля [65] не выявили значимой разницы в группах детей, пролеченных с сохранением тестикулярных сосудов, в сравнении с мальчиками, кому выполнено низведение яичка с пересечением сосудов. В то же время авторы признают, что ограничением данного исследования является отсутствие длительных наблюдений до момента полового созревания и нет данных о том, достигли ли размеры яичек прооперированных детей нормального возрастного размера.

С развитием малоинвазивных методов хирургического лечения в детской практике лапароскопическая орхипексия Fowler–Stephens практически вытеснила традиционные (открытые) оперативные вмешательства [70].

В работах зарубежных авторов имеются данные о положительном (до 50–85%) исходе методики FS, но данные основаны на коротком анамнезе и малой выборке пациентов [61, 69, 71].

Метод переключения на новый источник кровоснабжения яичка путём микрохирургической аутотрансплантации с использованием операционного микроскопа при высоких интраабдоминальных яичках впервые описан S.J. Silber и J. Kelly в 1976 г. при синдроме сливового живота [72]. Метод высокотехнологичен и не всегда доступен в практике детского хирурга [36].

B.P. Kelley и соавт. [73] описали успешно выполненные микрососудистые аутотрансплантации яичек лапароскопической методикой. Но исследование ограничено 5 случаями и нет данных и сроках наблюдения после оперативного вмешательства. Эти обстоятельства делают невозможным применение данного способа оперативного лечения НЯ в широкой практике детского хирурга.

B.W. Chao и соавт. в 2022 г. [74] выполнили роботизированную аутотрансплантацию гонады 18-летнему пациенту с абдоминальной локализацией яичка. Учитывая стремительное развитие микрохирургических и роботизированных технологий, возможно, микрососудистая аутотрансплантация найдёт более широкое применение при лечении детей с абдоминальной формой крипторхизма.

Если яичко располагается настолько высоко в брюшной полости, что это мешает проведению операции по методу Фаулера–Стивенса, и если аутотрансплантация невозможна из-за короткого или атрофированного семявыносящего протока, или яичко имеет аномальный вид, тогда может быть предпринята попытка орхиэктомии при наличии контрлатерального здорового яичка [24, 75].

Дискуссии об удалении остаточной тестикулярной ткани вызваны разницей в данных о проценте обнаружения живых эмбриональных клеток, указанных в различных исследованиях (от 0 до 16%). Согласно данным изученной литературы зарегистрирован только один случай развития опухоли из герминативных клеток в остатках яичка. Несмотря на низкую вероятность злокачественной трансформации атрофированное яичко необходимо удалять [76]. Н. Aggarwal и соавт. [37] рекомендуют удалять остатки яичка и выполнять орхидопексию контрлатеральной

гонады. R.M. Nataraja и соавт. [77] провели ретроспективный анализ у 140 мальчиков, которым выполнено удаление тестикулярной ткани при синдроме тестикулярной регрессии, и пришли к выводу, что ревизия пахового канала и удаление остатков яичка целесообразно выполнять. Это может способствовать снижению риска злокачественной трансформации в будущем.

В 2022 г. T.Q. He, R. Wen и соавт. [78] провели ретроспективный анализ данных 570 пациентов с синдромом тестикулярной регрессии TRS. В случае если сосуды и семявыносящий проток проходят во внутреннее паховое кольцо, авторы рекомендуют выполнять дальнейшую ревизию пахового канала и мошонки, удаление остатков яичка. Во время операции никому из пациентов не проводили профилактическую орхиопексию контрлатерального яичка, ни у одного пациента, находившегося под наблюдением, не произошло торсии яичка. Коллектив специалистов не видит необходимости в фиксации контрлатерального яичка при синдроме тестикулярной регрессии.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведя анализ литературы по проблеме непальпируемых яичек у детей, можно сделать следующие выводы: УЗИ является скрининговым методом исследования детей с непальпируемыми яичками. Современные методы диагностики, такие как МРТ и КТ, редко используются для визуализации яичек у детей и имеют много недостатков. Основной и достоверный метод в диагностике НЯ — диагностическая лапароскопия, однако существует мнение, что не всем детям с непальпируемыми яичками показана диагностическая лапароскопия как процедура выбора. Детям с викарной гипертрофией контрлатерального яичка достаточно выполнить ревизионную скрототомию, чтобы установить окончательный клинический диагноз. Лечение детей с НЯ требует усилий специалистов различного профиля, включая генетиков, эндокринологов, морфологов, детских хирургов и урологов. Проблема диагностики и тактики лечения НЯ у детей, особенно при высоком интраабдоминальном расположении гонады, остаётся максимально актуальной и требует проведения дальнейших научных исследований и наблюдений.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** При выполнении исследования и написании данной статьи авторы не получали внешнего финансирования.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют, что у них отсутствуют какие-либо явные или потенциальные конфликты интересов, связанные с опубликованием данной статьи.

**Вклад авторов.** Коллектив авторов подтверждает соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (каждый автор сделал значительный вклад в разработку идеи, проведение

исследования, подготовку статьи, а также прочёл и утвердил окончательную версию перед её публикацией). Наибольший вклад распределен следующим образом: М.Н. Екимов — дизайн исследования, обзор литературы, подготовка списка использованной литературы, написание статьи; С.Ю. Комарова — разработка дизайна исследования, редактирование; Н.А. Цап — редактирование.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding Source.** The authors declare that they did not receive any external funding for conducting this research and writing this article.

**Competing interests.** The authors state that they have no conflicts of interest, either explicit or potential, related to the publication of this article.

**Authors' contributions.** The authorship contributions comply with the international criteria of ICMJE (Each author contributed significantly to the development of the idea, conducting the research, preparing the article, and reviewed and approved the final version before publication). The largest contributions are distributed as follows: M.N. Ekimov — concept and design of the study, collection and processing of material, manuscript writing; S.Yu. Komarova — design of the study, editing; N.A. Tsap — editing.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leslie SW, Sajjad H, Villanueva CA. Cryptorchidism. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025.
2. Razumovskii AYU, editor. Detskaya khirurgiya: natsionalnoe rukovodstvo. 2nd ed., reprint. and add. Moscow: GEOTAR-Media; 2021. (In Russ.)
3. Xia Q, Kuang T, Lin X, Zhang H. Testicular Tumor Arising From an Intra-abdominal Undescended Testis in a 1-year-old Child: a Case Report and Literature Review. *Front Pediatr.* 2023;11:1142157. doi: 10.3389/fped.2023.1142157
4. Shepard CL, Kraft KH. The Nonpalpable Testis: a Narrative Review. *J Urol.* 2017;198(6):1410–1417. doi: 10.1016/j.juro.2017.04.079
5. Zhou W, Li S, Wang H, et al. Ultrasound Manifestations and Clinical Features of Nonpalpable Testis in Children. *Sci Rep.* 2022;12(1):12245. doi: 10.1038/s41598-022-16230-2
6. Mamoulakis C, Antypas S, Sofras F, et al. Testicular Descent. *Hormones (Athens, Greece).* 2015;14(4):515–530. doi: 10.14310/horm.2002.1634
7. Hutson JM, Li R, Southwell B, et al. Regulation of Testicular Descent. *Pediatr Surg Int.* 2015;31(4):317–325. doi: 10.1007/s00383-015-3673-4
8. Hadziselimovic F. Involvement of Fibroblast Growth Factors and Their Receptors in Epididymo-Testicular Descent and Maldescent. *Mol Syndromol.* 2016;6(6):261–267. doi: 10.1159/000444033
9. Hadziselimovic F. On the Descent of the Epididymo-testicular Unit, Cryptorchidism, and Prevention of Infertility. *Basic Clin Androl.* 2017;27:21. doi: 10.1186/s12610-017-0065-8
10. Rey RA, Grinspon RP. Anti-Müllerian Hormone, Testicular Descent and Cryptorchidism. *Frontiers in Endocrinology.* 2024;15:1361032. doi: 10.3389/fendo.2024.1361032
11. Sepúlveda X, Egaña PL. Current Management of Non-palpable Testes: a Literature Review and Clinical Results. *Transl Pediatr.* 2016;5(4):233–239. doi: 10.21037/tp.2016.10.06
12. Elderwy AA, Kurkar A, Abdel-Kader MS, et al. Laparoscopic Versus Open Orchiopexy in the Management of Peeping Testis: a Multi-institutional Prospective Randomized Study. *J Pediatr Urol.* 2014;10(4):605–609. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.06.006
13. Punwani VV, Wong JSY, Lai CYH, et al. Testicular Ectopia: Why Does It Happen and what Do We Do. *J Pediatr Surg.* 2017;52(11):1842–1847. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.06.006
14. Alaqeel SM, Hakeem AH, Almaary JO. Testicular Ectopia in a Child's Anterior Abdominal Wall: a Case Report and Literature Review. *Am J Case Rep.* 2020;21:e927495. doi: 10.12659/AJCR.927495
15. Iliodromiti Z, Karapati E, Sokou R, et al. Bilateral Ectopic Femoral Testes: a Rare Cause of Empty Scrotum. *Urol Case Rep.* 2020;33:101348. doi: 10.1016/j.eucr.2020.101348
16. Ngowi BN, Bright F, Mbwambo JS, et al. Perineal Ectopic Testis in Adult: Experience From Tertiary Hospital, Northern Tanzania. *Int J Surg Case Rep.* 2022;92:106817. doi: 10.1016/j.ijscr.2022.106817
17. Priam A, Chabani N, Klein C, Haraux E. Scrotal Orchidopexy for Perineal Ectopic Testis. *Arch Pediatr.* 2022;29(5):404–406. doi: 10.1016/j.arcped.2022.03.005
18. Piplani R. A Rare Presentation of Transverse Testicular Ectopia and Role of Laparoscopy. *Afr J Paediatr Surg.* 2023;20(1):74–76. doi: 10.4103/ajps.ajps\_133\_21
19. Sipani M, Bhat A, Prabhakar G. Transverse Testicular Ectopia: a Report of Five Cases and Review of Literature. *J Indian Assoc Pediatr Surg.* 2020;25(6):404–407. doi: 10.4103/jiaps.JIAPS\_17\_20
20. Gholizadeh M, Fakhre Yasser AM. Unilateral Transverse Testicular Ectopia With Recurrence of Inguinal Hernia: a Case Report. *J Med Case Rep.* 2023 Feb 27;17(1):69. PubMed PMID: 36843109
21. Mao CK, Yuan-Fang, Cao YS. Management of Pediatric Vanishing Testes Syndrome Based On Pathological Diagnosis: a Single-center Retrospective Study. *Sci Rep.* 2024;14(1):9437. doi: 10.1038/s41598-024-59583-6
22. Heksch Ra, Matheson MA, Tishelman AC, et al. Testicular Regression Syndrome: Practice Variation In Diagnosis And Management. *Endocr Pract.* 2019;25(8):779–786. doi: 10.4158/EP-2019-0032
23. Elamo HP, Virtanen HE, Toppari J. Genetics of Cryptorchidism and Testicular Regression. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab.* 2022;36(1):101619. doi: 10.1016/j.beem.2022.101619
24. Kolon TF, Herndon CDA, Baker LA, et al. Evaluation and Treatment of Cryptorchidism: AUA Guideline. *J Urol.* 2014;192(2):337–345. doi: 10.1016/j.juro.2014.05.005
25. Bajaj M, Upadhyay V. Age at Referral for Undescended Testes: Has Anything Changed in a Decade. *N Z Med J.* 2017;130(1457):45–49.
26. Smith SC, Nguyen HT. Barriers to Implementation of Guidelines for the Diagnosis and Management of Undescended Testis. *F1000Res.* 2019;8 doi: 10.12688/f1000research
27. Niedzielski JK, Oszkowska E, Słowikowska-Hilczek J. Undescended Testis — Current Trends and Guidelines: a Review of the Literature. *Arch Med Sci.* 2016;12(3):667–677. doi: 10.5114/aoms.2016.59940
28. Ulubay M. Perineal Ectopic Testis: a Rare Congenital Anomaly. *Urol Case Rep.* 2019;24:100853. doi: 10.1016/j.eucr.2019.100853



29. Liu J, Xiu W, Sui B, et al. Open Controversies On the Treatment of Undescended Testis: an Update. *Front Pediatr.* 2022;10:874995. doi: 10.3389/fped.2022.874995
30. Vikraman J, Donath S, Hutson Ao JM. Undescended Testes: Diagnosis and Timely Treatment in Australia (1995-2014). *Aust Fam Physician.* 2017;46(3):152–158.
31. Zhou W, Li S, Wang H, et al. Ultrasound Manifestations and Clinical Features of Nonpalpable Testis in Children. *Sci Rep.* 2022;12(1):12245.
32. Braga LH, Kim S, Farrokhyar F, Lorenzo AJ. Is There an Optimal Contralateral Testicular Cut-off Size That Predicts Monorchism in Boys With Nonpalpable Testicles. *J Pediatr Urol.* 2014;10(4):693–698. doi: 10.1016/j.jpuro.2014.05.011
33. Vos A, Vries AM, Smets A, et al. The Value of Ultrasonography in Boys With a Non-palpable Testis. *J Pediatr Surg.* 2014;49(7):1153–1155. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2013.09.011
34. Iqbal N, Hasan A, Saghir S, et al. Laparoscopic Orchiopexy for Management of Bilateral Non-Palpable Testes. *J Ayub Med Coll Abbottabad.* 2020;32(4):445–449.
35. Wang SQ, FY Ren, Wang JH, et al. Diagnostic Value of Multislice Spiral Computed Tomography (CT) Combined With CT Angiography for Intra-abdominal Undescended Testis Secondary Seminomas. *Cancer Imaging.* 2019;19(1):24. doi: 10.1186/s40644-019-0210-z
36. Shehata SM, Shehata SMK, Baky Fahmy M. The Intra-abdominal Testis: Lessons From the Past, and Ideas for the Future. *Pediatr Surg Int.* 2013;29(10):1039–1045. doi: 10.1007/s00383-013-3406-5
37. Aggarwal H, Kogan BA. The Role of Laparoscopy in Children With Groin Problems. *Transl Androl Urol.* 2014;3(4):418–428. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.12.11
38. Mah LW, Durbin-Johnson B, Kurzrock EA. Non-palpable Testis: Is Management Consistent and Objective. *J Pediatr Urol.* 2020;16(1):62–68. doi: 10.1016/j.jpuro.2019.11.015
39. Eldirdiri ES, Elssayed O, Elssayed A. The Role of Laparoscopy in Non-palpable Undescended Testicle: Analysis and Review of the Experience From Two Cities in Sudan. *Afr J Paediatr Surg.* 2022;19(3):127–132. doi: 10.4103/ajps.AJPS\_39\_21
40. Gonzalez KW, et al. The Anatomic Findings During Operative Exploration for Non-palpable Testes: a Prospective Evaluation. *J Pediatr Surg.* 2016;51(1):128–130. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.031
41. Haid B, Rein P, Oswald J. Undescended Testes: Diagnostic Algorithm and Treatment. *Eur Urol Focus.* 2017;3(2–3):155–157. doi: 10.1016/j.euf.2017.05.009
42. Orlov VM, Kogan MI, Sizonov VV, Kagantsov IM. The Volume of the Contralateral Testis in Unilateral Non-palpable Cryptorchidism a Diagnostic Criterion to Optimize Surgical Strategy. *Urologija.* 2018;(2)89–93.
43. Radmayr C, Dogan HS, Hoebeke Piet, et al. Corrigendum to “Management of Undescended Testes: European Association of Urology/European Society for Paediatric Urology Guidelines” [*J Pediatr Urol* 12 (2016) 335–343]. *J Pediatr Urol.* 2017;13(2):239. doi: 10.1016/j.jpuro.2017.02.011
44. Gates RL, Shelton J, Diefenbach KA, et al. Management of the Undescended Testis in Children: an American Pediatric Surgical Association Outcomes and Evidence Based Practice Committee Systematic Review. *J Pediatr Surg.* 2022;57(7):1293–1308. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2022.01.003
45. Wei Y, Wang Y, Tang X, et al. Efficacy and Safety of Human Chorionic Gonadotropin for Treatment of Cryptorchidism: a Meta-analysis of Randomised Controlled Trials. *J Paediatr Child Health.* 2018;54(8):900–906. doi: 10.1111/jpc.13920
46. Shehata S, Hadziselimovic F, Khater D, Kotb M. The Management of Intraabdominal Testis: a Survey of the World Federation of Associations of Pediatric Surgeons (WOFAPS) Practices. *Front Pediatr.* 2022;10:928069. doi: 10.3389/fped.2022.928069
47. Chan E, Wayne C, Nasr A. Ideal Timing of Orchiopexy: a Systematic Review. *Pediatr Surg Int.* 2014;30(1):87–97. doi: 10.1007/s00383-013-3429-y
48. Suskind A, Hayner-Buchan A, Feustel PJ, Kogan BA. Fibrosis Correlates With Detailed Histological Analysis of Human Undescended Testes. *BJU Int.* 2008;101(11):1441–1445. doi: 10.1111/j.1464-410X.2007.07406.x
49. Krishna, O.H & Kotaiah, Mandakini & K., Geetha & G., Santosh & P., Srinivas & Kota, Ramesh. (2019). Cryptorchidism and its Effects on Histomorphology of Testis in Paediatric Age Group. *Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences.* 8(31):2480–2484. doi: 10.14260/jemds/2019/540
50. Loebenstein M, Thorup J, Cortes D, et al. Cryptorchidism, Gonocyte Development, and the Risks of Germ Cell Malignancy and Infertility: a Systematic Review. *J Pediatr Surg.* 2020;55(7):1201–1210. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2019.06.023
51. Hadziselimovic F. Temperature Is Not a Major Factor in the Differentiation of Gonocytes Into Ad Spermatogonia and Fertility Outcome in Congenitally Cryptorchid Boys. *Basic Clin Androl.* 2022;32(1):2. doi: 10.1186/s12610-021-00152-6
52. Huff DS, Fenig DM, Canning DA, et al. Abnormal Germ Cell Development in Cryptorchidism. *Horm Res.* 2001;55(1):11–17. doi: 10.1159/000049957
53. Verkauskas G, Malcius D, Dasevicius D, Hadziselimovic F, et al. Histopathology of Unilateral Cryptorchidism. *Pediatr Dev Pathol.* 2019;22(1):53–58. doi: 10.1177/1093526618789300
54. Mechlin CW, Kogan BA. What Lessons Can Be Learned From Testicular Histology in Undescended Testes. *Transl Androl Urol.* 2014;3(4):365–369. doi: 10.3978/j.issn.2223-4683.2014.10.01
55. Wayne C, Chan E, Nasr A, Canadian Association of Paediatric Surgeons Evidence-Based Resource. What Is the Ideal Surgical Approach for Intra-abdominal Testes? a Systematic Review. *Pediatr Surg Int.* 2015;31(4):327–338. doi: 10.1007/s00383-015-3676-1
56. Neheman A, Shumaker A, Grazi J, et al. Standardized Single-stage Laparoscopic Fowler-Stephens Orchiopexy Regardless of Testis Position: Modification of Technique Eliminates the Need for Intra-operative Decision-making. *J Minim Access Surg.* 2022;18(4):591–595. doi: 10.4103/jmas.jmas\_312\_21
57. Narayanan SK, Puthenvariath JN, Somnath P, Mohanan A. Does the Internal Inguinal Ring Need Closure During Laparoscopic Orchiopexy With Prentiss Manoeuvre. *Int Urol Nephrol.* 2017;49(1):13–15. doi: 10.1007/s11255-016-1438-1
58. Alagaratnam S, Nathaniel C, Cuckow P, Duffy P, et al. Testicular Outcome Following Laparoscopic Second Stage Fowler-Stephens Orchidopexy. *J Pediatr Urol.* 2014;10(1):186–192. doi: 10.1016/j.jpuro.2013.08.005
59. Bae KH, Park JS, Jung HJ, Shin HS. Inguinal Approach for the Management of Unilateral Non-palpable Testis: Is Diagnostic Laparoscopy Necessary. *J Pediatr Urol.* 2014;10(2):233–236. doi: 10.1016/j.jpuro.2013.09.022
60. Arena S, P Impellizzeri, P Perrone, et al. Is Inguinal Orchidopexy Still a Current Procedure in the Treatment of Intraabdominal Testis in the Era of Laparoscopic Surgery. *J Pediatr Surg.* 2017;52(4):650–652. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2016.08.030



61. Yu C, Long C, Wei Yi, et al. Evaluation of Fowler-Stephens Orchiopexy for High-level Intra-abdominal Cryptorchidism: a Systematic Review and Meta-analysis. *Int J Surg.* 2018;60:74–87. doi: 10.1016/j.jisu.2018.10.046
62. Elder JS. Surgical Management of the Undescended Testis: Recent Advances and Controversies. *Eur J Pediatr Surg.* 2016;26(5):418–426. doi: 10.1055/s-0036-1592197
63. Shehata S, Shalaby R, Ismail M, et al. Staged Laparoscopic Traction-orchidopexy for Intraabdominal Testis (Shehata Technique): Stretching the Limits for Preservation of Testicular Vasculature. *J Pediatr Surg.* 2016;51(2):211–215. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.10.063
64. Braga LH, Farrokhyar F, McGrath M, et al. Gubernaculum Testis and Cremasteric Vessel Preservation During Laparoscopic Orchiopexy for Intra-Abdominal Testes: Effect On Testicular Atrophy Rates. *J Urol.* 2019;201(2):378–385. doi: 10.1016/j.juro.2018.07.045
65. Jawdat JR, Kocherov S, Chertin B. One-Stage Laparoscopic Orchiopexy for the Treatment of Intraabdominal Testis. *Isr Med Assoc J.* 2016;18(11):669–672.
66. Igarashi A, Kikuchi K, Ogushi K, et al. Surgical Exploration for Impalpable Testis: Which Should Be First, Inguinal Exploration or Laparoscopic Abdominal Exploration. *J Pediatr Surg.* 2018;53(9):1766–1769. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2017.10.046
67. Liu J, Tang R, Wang X, et al. Comparison of Two Types of Staged Laparoscopic Orchiopexy for High Intra-Abdominal Testes in Children: a Retrospective Study From a Single Center. *Front Pediatr.* 2021;9:677955. doi: 10.3389/fped.2021.677955
68. Abouheba MAS, Younis W, Elsokary A, et al. Early Clinical Outcome of Staged Laparoscopic Traction Orchidopexy for Abdominal Testes. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2019;29(4):531–537. doi: 10.1089/lap.2018.0171
69. Wang CY, Wang Y, Chen XH, et al. Efficacy of Single-stage and Two-stage Fowler-Stephens Laparoscopic Orchidopexy in the Treatment of Intraabdominal High Testis. *Asian J Surg.* 2017;40(6):490–494. doi: 10.1016/j.asjsur.2016.11.008
70. Papparella A, De Rosa L, Noviello C. Laparoscopic Fowler-Stephens Orchidopexy for Intra-abdominal Cryptorchid Testis: a Single Institution Experience. *Pediatr Med Chir.* 2021;42(2) doi: 10.4081/pmc.2020.224
71. Yang Z, Li S, Yin J, et al. A Prediction Model for Risk Factors of Testicular Atrophy After Orchiopexy in Children With Undescended Testis. *Transl Pediatr.* 2021;10(4):882–892. doi: 10.21037/tp-20-473
72. Silber SJ, Kelly J. Successful Autotransplantation of an Intra-abdominal Testis to the Scrotum By Microvascular Technique. *J Urol.* 1976;115(4):452–454. doi: 10.1016/s0022-5347(17)59240-x
73. Kelley BP, Higuera S, Cisek LJ, et al. Combined Laparoscopic and Microsurgical Techniques for Testicular Autotransplantation: Is This Still an Evolving Technique. *J Reconstr Microsurg.* 2010;26(8):555–558. doi: 10.1055/s-0030-1262950
74. Chao BW, Shakir NA, Hyun GS, et al. Robotic-Assisted Testicular Autotransplantation. *Urology.* 2022;159:255. doi: 10.1016/j.urology.2021.09.020
75. Casanova NC, Johnson K, Bowen DK, et al. Two-Step Fowler-Stephens Orchiopexy for Intra-abdominal Testes: a 28-year Single Institution Experience. *J Urol.* 2013;190(4):1371–1376. doi: 10.1016/j.juro.2013.04.056
76. Woodford E, Eliezer D, Deshpande A, Kumar R. Is Excision of Testicular Nubbin Necessary in Vanishing Testis Syndrome. *J Pediatr Surg.* 2018;53(12):2495–2497. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2018.08.011
77. Nataraja RM, Yeap E, Healy CJ, et al. Presence of Viable Germ Cells in Testicular Regression Syndrome Remnants: Is Routine Excision Indicated? a Systematic Review. *Pediatr Surg Int.* 2018;34(3):353–361. doi: 10.1007/s00383-017-4206-0
78. He TQ, WenR, Zhao YW, et al. Testicular Regression Syndrome: a Retrospective Analysis of Clinical and Histopathological Features in 570 Cases. *Front Pediatr.* 2022;10:1006880. doi: 10.3389/fped.2022.1006880

## ОБ АВТОРАХ

\* **Екимов Михаил Николаевич**, ассистент;  
адрес: Россия, 620134, Екатеринбург, ул. Решётская, д. 51;  
ORCID: 0000-0003-1802-6105;  
eLibrary SPIN: 2872-7908;  
e-mail: ekim1504@yandex.ru

**Цап Наталья Александровна**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0001-9050-3629;  
eLibrary SPIN: 7466-8731;  
e-mail: tsapna-ekat@rambler.ru

**Комарова Светлана Юрьевна**, канд. мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0003-2966-2887;  
eLibrary SPIN: 9411-6025;  
e-mail: urokom@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Mikhail N. Ekimov**, Assistant Lecturer;  
address: 51 Reshetskaya street, Yekaterinburg, Russia, 620134;  
ORCID: 0000-0003-1802-6105;  
eLibrary SPIN: 2872-7908;  
e-mail: ekim1504@yandex.ru

**Natalya A. Tsap**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0001-9050-3629;  
eLibrary SPIN: 7466-8731;  
e-mail: tsapna-ekat@rambler.ru

**Svetlana Yu. Komarova**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0003-2966-2887;  
eLibrary SPIN: 9411-6025;  
e-mail: urokom@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps844>

## Робот-ассистированная аппендэктомия у ребёнка — демонстрация клинического наблюдения

Ю.А. Козлов<sup>1–3</sup>, А.П. Рожанский<sup>1</sup>, М.В. Макарошкина<sup>1</sup>, Э.В. Сапухин<sup>1</sup>, А.С. Страшинский<sup>1</sup>,  
А.О. Ряхина<sup>1</sup>, А.О. Баракин<sup>1, 2</sup>, А.А. Марчук<sup>1</sup>, Е.Г. Григорьев<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Детская областная клиническая больница, Иркутск, Россия;

<sup>2</sup> Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск, Россия;

<sup>3</sup> Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Острый аппендицит является наиболее частой хирургической патологией, требующей неотложного вмешательства у детей во всем мире. Золотым стандартом в лечении заболевания является лапароскопическая аппендэктомия. Вместе с тем прогресс технологий все больше склоняет специалистов к внедрению роботизированных систем в хирургическую практику. Данный факт ещё раз подтверждает важность исследований, направленных на определение целесообразности использования робот-ассистированной аппендэктомии в экстренной хирургии у детей.

**Описание клинического случая.** Мы провели ретроспективный обзор истории болезни ребёнка с острым аппендицитом. Мальчик в возрасте 11 лет поступил в Иркутскую государственную областную детскую клиническую больницу с болевым абдоминальным синдромом в правой подвздошной области. На момент поступления длительность заболевания составила 20 ч. Операция выполнена с помощью робота Versius производства компании CMR (Великобритания). Робот-ассистированная аппендэктомия следовала тем же принципам, что соблюдаются при использовании открытого или лапароскопического доступа: (1) экспозиция червеобразного отростка, (2) биполярная коагуляция брыжейки, (3) удаление отростка с использованием эндоскопического механического степлера.

Общее время операции составило 30 мин, из них время инсталляции робота — 10 мин, основное консольное время — 20 мин. Вся процедура выполнена полностью интракорпорально и без конверсии в лапароскопическую или открытую операцию. Операция проведена удачно, без интраоперационных трудностей и осложнений. Кормление пациента начато в тот же день после операции. Пациент выписан из отделения на 3-й день после операции. Ультразвуковое исследование брюшной полости, проведённое через 1 мес после операции, не выявило признаков отклонений от нормы, наблюдаемых в этом возрасте. Пациент не предъявлял жалоб со стороны органов пищеварения в течение всего периода наблюдения — 3 мес после операции.

**Заключение.** Роботическая аппендэктомия имеет свои преимущества и недостатки при лечении острого аппендицита. Робототехника обеспечивает более быстрое послеоперационное восстановление пациента, но требует больше времени для выполнения операции и является дорогостоящей. С течением времени робот-ассистированная аппендэктомия может стать экономически эффективной процедурой, которая будет успешно использоваться всеми хирургами, как это произошло с лапароскопической аппендэктомией несколько десятилетий назад.

**Ключевые слова:** робот-ассистированная хирургия; острый аппендицит; дети.

### Как цитировать:

Козлов Ю.А., Рожанский А.П., Макарошкина М.В., Сапухин Э.В., Страшинский А.С., Ряхина А.О., Баракин А.О., Марчук А.А., Григорьев Е.Г. Робот-ассистированная аппендэктомия у ребёнка — демонстрация клинического наблюдения // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 33–40.  
DOI: <https://doi.org/10.17816/ps844>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps844>

## Robot-assisted appendectomy in a child — a case report

Yury A. Kozlov<sup>1–3</sup>, Alexander P. Rozhanski<sup>1</sup>, Marina V. Makarochkina<sup>1</sup>, Eduard V. Sapukhin<sup>1</sup>, Alexey S. Strashinsky<sup>1</sup>, Anna O. Ryakhina<sup>1</sup>, Alexander O. Barakin<sup>1, 2</sup>, Andrey A. Marchuk<sup>1</sup>, Evgeni G. Grigorev<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Irkutsk State Regional Children's Clinical Hospital, Irkutsk, Russia;

<sup>2</sup> Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education, Irkutsk, Russia;

<sup>3</sup> Irkutsk State Medical University, Irkutsk, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Acute appendicitis is the most common surgical pathology requiring emergency intervention in children worldwide. The gold standard in the treatment of the disease is laparoscopic appendectomy. At the same time, advances in technology increasingly incline specialists to the introduction of robotic systems in surgical practice. This fact once again confirms the importance of research aimed at determining the feasibility of using robot-assisted appendectomy in emergency surgery in children.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** The authors made a retrospective review of the medical history of a child with acute appendicitis. A 11-year-old boy was admitted to the Irkutsk State Regional Children's Clinical Hospital with abdominal pain in the right iliac region. At the time of admission, disease duration was 20 hours. For surgery, the Versius robot manufactured by CMR company (UK) was used. Robot-assisted appendectomy followed the same principles as those used in open or laparoscopic approaches: (1) appendix exposure, (2) mesoappendix bipolar coagulation, (3) appendix removal using an endoscopic mechanical stapler.

The total surgical time was 30 minutes, out of which the robot installation time was 10 minutes and the main console time was 20 minutes. The entire procedure was performed completely intracorporally and without conversion to laparoscopic or open surgery. There were no any intraoperative problems and complications. The surgery was successful. Patient's enteral feeding started on the same day after the surgery. He was discharged from the hospital on Day 3 day after the surgery. Ultrasound of the abdominal cavity, performed 1 month later, did not reveal any signs of abnormalities observed at this age. The patient did not complain of any digestive problems during the entire observation period for 3 months after the surgery.

**CONCLUSION:** Robotic appendectomy has its advantages and disadvantages in the treatment of acute appendicitis. Robotics provides faster postoperative recovery of patients, but requires longer time for surgery; besides, it is an expensive surgical intervention. However, over time the robot-assisted appendectomy may become a cost-effective one that will be successfully used by all surgeons, as it happened with laparoscopic appendectomy several decades ago.

**Keywords:** robot-assisted surgery; acute appendicitis; children.

### To cite this article:

Kozlov YuA, Rozhanski AP, Makarochkina MV, Sapukhin EV, Strashinsky AS, Ryakhina AO, Barakin AO, Marchuk AA, Grigorev EG. Robot-assisted appendectomy in a child — a case report. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):33–40. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps844>

## ОБОСНОВАНИЕ

Острый аппендицит (ОА) диагностируется у 1–8% детей с острой болью в животе [1]: это наиболее распространённая детская хирургическая неотложная ситуация в мире [2]. Раннее выявление ОА имеет решающее значение, поскольку задержка диагностики увеличивает риск перфоративного аппендицита и связанных с ним осложнений (абсцесса, перитонита, сепсиса).

Следует отметить, что ОА — одно из наиболее частых показаний для выполнения хирургических процедур у детей, для которого стандартным лечением является аппендэктомия, несмотря на существующие данные о возможности неоперативного лечения [3, 4]. В течение многих лет традиционным хирургическим методом лечения ОА была открытая аппендэктомия, однако в последние годы лапароскопическая аппендэктомия (ЛА) стала золотым стандартом лечения ОА из-за менее продолжительного пребывания пациентов в больнице, улучшенного косметического эффекта и более низкого уровня общих осложнений [1].

Благодаря достижениям в области технологий робот-ассистированная аппендэктомия (РАА) стала новым вариантом минимально инвазивной хирургии для лечения ОА. Показания для использования робототехники в лечении ОА точно не определены и базируются на ограниченных данных, представленных в небольшом количестве научных работ. Они включают ОА и хронический аппендицит [5], резекцию червеобразного отростка при неопластическом процессе (мукоцеле) [6], а также выполнение симультанной аппендэктомии при реализации других робот-ассистированных гинекологических и урологических процедур, когда отросток вовлечён в опухолевый или воспалительный процесс [7].

Частота использования роботического подхода для лечения ОА у детей достоверно неизвестна, поскольку данные литературы ограничены отчётами о результатах реализации роботических программ, в которых упоминается в том числе РАА [8, 9].

По данным, представленным в исследовании T. Becker и соавт., использование РАА во взрослой популяции составляет менее 0,1% всех минимально инвазивных аппендэктомий, выполняемых у пациентов старше 18 лет [10]. За последнее десятилетие значительно увеличилось рутинное использование робот-ассистированной хирургии (РАХ) в нескольких хирургических специальностях, особенно в абдоминальной хирургии. Известно, что по сравнению с традиционными лапароскопическими методами РАХ повышает точность манипуляций, обладает улучшенной визуализацией, обеспечивает хирургу пространственную гибкость и стабильность роботических инструментов. Несмотря на то что РАХ обычно используется в плановых случаях, она остаётся в целом малоизученной и имеет потенциал использования в экстренных ситуациях. Применение РАХ в общей и экстренной хирургии остаётся спорным, в основном из-за более высокой стоимости

процедуры. Однако роботические процедуры становятся всё более распространёнными, в том числе в неотложной хирургии. Например, когортное исследование с использованием базы данных Michigan Surgical Quality Collaborative Database показало, что в период с 2012 по 2018 г. количество роботических хирургических процедур в общей хирургии у взрослых увеличилось с 1,8 до 15,1% [11].

Таким образом, есть все основания полагать, что использование роботов в конечном итоге может полностью заменить лапароскопические процедуры в экстренной и общей хирургии, считающиеся в настоящее время слишком простыми и дорогими, чтобы выполнять их на роботический манер.

**Цель исследования** — изучение возможности проведения роботической аппендэктомии у детей в экстренных случаях и оценка её осуществимости в этом возрасте.

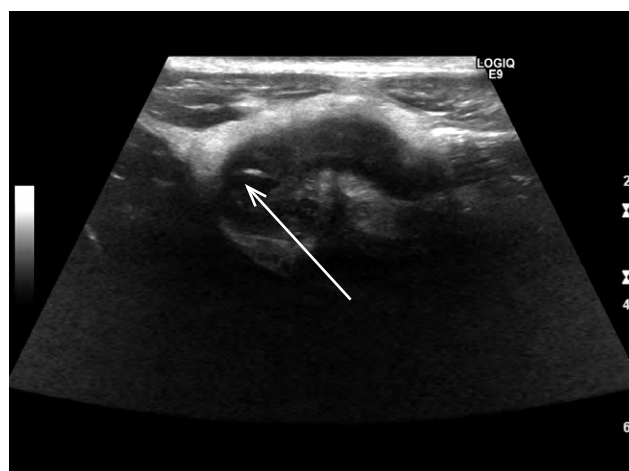
## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Мы провели ретроспективный обзор истории болезни ребёнка с острым аппендицитом. Исследование выполнено после получения разрешения локального этического комитета больницы и информированного согласия родителей на обработку данных ребёнка.

Мальчик в возрасте 11 лет поступил в Иркутскую государственную областную детскую клиническую больницу с болевым абдоминальным синдромом в правой подвздошной области. На момент поступления длительность заболевания составляла 20 ч.

### Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

Предоперационная программа обследования включала физикальный осмотр пациента, ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости, лабораторное исследование крови. Установлен диагноз «острый аппендицит» (рис. 1).



**Рис. 1.** Изображение УЗИ, демонстрирующее червеобразный отросток с признаками воспаления.

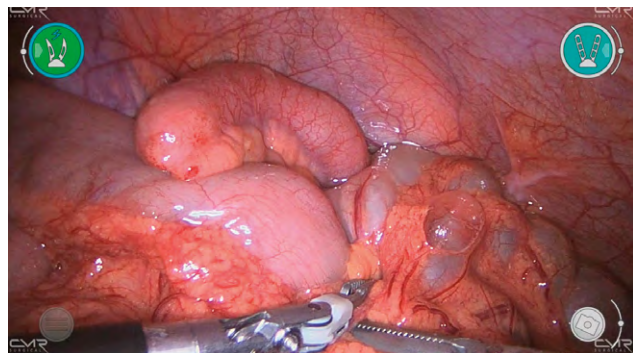
**Fig. 1.** Ultrasound image: appendix with signs of inflammation.



Мы обсудили все варианты аппендэктомии и предложили родителям пациента робот-ассистированный метод этой хирургической процедуры.

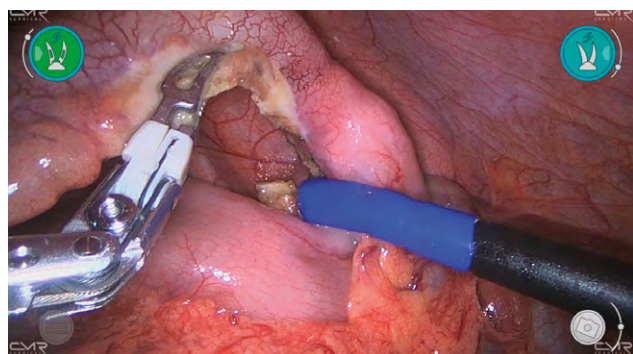
### **Техника робот-ассистированной аппендэктомии**

РАА следовала тем же принципам, что соблюдаются при использовании открытого или лапароскопического доступа: (1) экспозиция червеобразного отростка, (2) биполярная коагуляция брыжейки, (3) удаление отростка



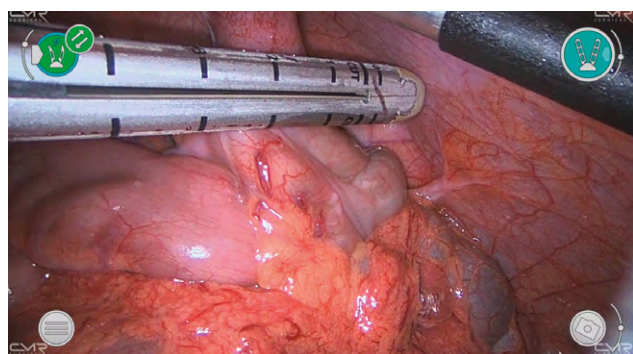
**Рис. 2.** Внешний вид червеобразного отростка после экспозиции.

**Fig. 2.** Appearance of the appendix after exposure.



**Рис. 3.** Робот-ассистированная аппендэктомия: этап коагуляции брыжейки червеобразного отростка.

**Fig. 3.** Robot-assisted appendectomy: stage of coagulation of the mesentery of the vermiform appendix.



**Рис. 4.** Робот-ассистированная аппендэктомия: этап удаления червеобразного отростка с использованием степлера.

**Fig. 4.** Robot-assisted appendectomy: stage of appendix removal using a stapler.

с использованием эндоскопического механического степлера.

РАА выполняли с помощью хирургического робота Versius производства компании CMR (Великобритания). Роботизированная система Versius представляет собой модульную открытую роботическую платформу с инструментами, способными проходить через 5 мм лапароскопические порты.

Пациента укладывали в положение на спине с опущенным головным концом операционного стола. Выполнялся карбоперитонеум с предустановленными параметрами инсуффляции (поток 5 л/мин, давление 12 мм рт. ст.), используя иглу Veress (Medtronic, USA), введенную через пупочный разрез. После нагнетания углекислого газа в брюшную полость ставились роботические порты. Оптический порт диаметром 12 мм устанавливался через пупок. Два других роботических порта диаметром 5 мм, предназначенных для введения инструментов, располагались справа и слева от оптического троакара в правом верхнем (правый мезогастрий) и левом нижнем (левая подвздошная область) квадрантах брюшной стенки. Дополнительные порты не использовались.

Аппендикс визуализировался через прядь большого сальника. Затем, используя роботические инструменты, он захватывался за верхушку, используя атравматичный окончатый зажим, и приподнимался кверху от купола слепой кишки (рис. 2).

Брыжейка червеобразного отростка коагулировалась с использованием биполярного зажима Maryland (CMR, UK) (рис. 3). На основание аппендикса наложен эндоскопический линейный степлер EndoGIA45 (Medtronic, USA), после чего червеобразный отросток отсечён и извлечён наружу через один из роботических портов (рис. 4).

После завершения процедуры места стояния роботических портов закрывались с использованием отдельных абсорбирующих швов. Пациент после окончания операции находился в палате интенсивной терапии на протяжении периода, когда у него восстанавливалось сознание и он начинал самостоятельно принимать пищу. Контрольное УЗИ органов брюшной полости производилось на следующий день после операции.

Общее время операции составило 30 мин, из них время инсталляции робота — 10 мин, основное консольное время — 20 мин. Процедура выполнена полностью интракорпорально и без конверсии в лапароскопическую или открытую операцию.

**Исход последующего наблюдения.** Операция прошла успешно, без интраоперационных трудностей и осложнений. Кормление пациента начато в тот же день. Пациент выписан из отделения на 3-й день после операции. УЗИ брюшной полости через 1 мес после операции не показало признаков отклонений от нормы, наблюдаемых в этом



возрасте. Пациент не предъявлял жалоб со стороны органов пищеварения на протяжении всего периода наблюдения — 3 мес после выполненной операции.

## ОБСУЖДЕНИЕ

ОА — одно из наиболее частых детских хирургических неотложных состояний, с риском возникновения в течение всей жизни 7–8%, а в период детства — 2,5% и распространённостью среди детского населения примерно 1:700 [4]. Следовательно, аппендэктомия входит в число наиболее распространённых хирургических процедур [5]. Высокая частота ОА и связанная с ним заболеваемость, сохраняющаяся летальность и сопутствующие финансовые затраты на хирургическое лечение накладывают значительное бремя на систему детского здравоохранения.

Своевременное оперативное лечение ОА остаётся краеугольным камнем лечения, центральным принципом которого является аппендэктомия, которая служит для предотвращения развития осложнённого аппендицита и перитонита. Благодаря своей хорошей эффективности и безопасности открытая аппендэктомия превратилась в предпочтительный стандарт лечения ОА и оставалась практически неизменной в течение последних 100 лет, пока в 1983 г. К. Semm не выполнил первую ЛА [5]. Начиная с этого момента минимально инвазивный подход постепенно приобрёл популярность в лечении ОА. На сегодняшний день ЛА считается золотым стандартом лечения аппендицита из-за её преимуществ перед открытой операцией, включая меньший риск раневых инфекций, меньшую боль после операции и более короткое пребывание пациентов в больнице [1].

Появление РАХ ознаменовало собой дальнейшее развитие минимально инвазивных технологий [12]. Со временем продемонстрировано, что это развитие приводит, по крайней мере, к результатам, которые не уступают или даже превосходят результаты, полученные при аналогичных лапароскопических процедурах, благодаря улучшенной маневренности инструментов и непревзойдённой визуализации [12–13]. За последние два десятилетия использование и важность РАХ в минимально инвазивной хирургии у детей возросли. В различных хирургических специальностях роботическая технология приобрела популярность благодаря 3D-визуализации, оптимальному эргономичному позиционированию и точной манипуляции инструментами. Этот растущий интерес также наблюдается в общей и экстренной хирургии, где лапароскопические процедуры используются чаще, чем в плановой. Несмотря на популярность РАХ в области неотложной хирургии, существует очень мало исследований о пользе робототехники с точки зрения её влияния на результаты лечения и экономической эффективности. Текущая литература указывает на ценность

использования роботических технологий при определённых срочных процедурах, таких как холецистэктомия, фундопликация и герниопластика ущемлённых грыж, по крайней мере у взрослых пациентов, несмотря на то что аналогичные данные отсутствуют в детской популяции [14]. Однако высокая стоимость РАХ сдерживает её применение при других хирургических процедурах, которые часто проводятся в экстренных случаях, включая аппендэктомию [15].

Сообщения о РАА во взрослой и особенно в детской хирургии встречаются очень редко. По данным, представленным в исследовании Т. Becker, использование РАА во взрослой популяции составляет менее 0,1% всех минимально инвазивных аппендэктомий [10]. Это значительно меньше, чем частота выполнения роботических процедур в общей хирургии в целом. Некоторые исследования показали, что до 15% всех процедур в общей хирургии проводились с помощью робота [11].

Широкое внедрение робототехники для лечения ОА может быть затруднено по нескольким причинам. Одним из частых критических замечаний по поводу её использования в общей хирургии является то, что роботические методы не дают значительных клинических преимуществ, но значительно дороже стандартных процедур. Действительно, общие операции, выполняемые роботическим способом, как правило, дороже выполняемых лапароскопически. Но необходимо понимать, что хирурги и их пациенты не ощущают на себе добавленной стоимости по сравнению с лапароскопической хирургией.

Другая причина состоит в том, что многие хирурги подвергают сомнению ценность роботической технологии при лечении ОА, для которого лапароскопическая хирургия уже достаточно оптимизирована. Эти суждения похожи на реакцию хирургов, практикующих открытую хирургию, которая возникла на внедрение лапароскопии десятилетия назад. Тем не менее ЛА стала золотым стандартом хирургического лечения ОА, несмотря на более длительное время операции в сравнении с открытой хирургией. Однако скептикам использования лапароскопии в течение очень короткого времени стало понятно, что лапароскопия вызывала у пациента меньшую послеоперационную боль и приводила к более короткому пребыванию в больнице.

Проведено несколько исследований, оценивающих эффекты РАА у детей и подчеркивающих её преимущества и недостатки. Первоначально А. Alqahtani сообщил о 4 роботических аппендэктомиях, выполненных в рамках программы освоения роботической хирургии [8]. Все операции закончились благополучно, без конверсий и осложнений, сопровождаясь временем, сопоставимым с ЛА. Затем в научной работе, выполненной в рамках старта программы РАХ в Канаде на примере первого 41 пациента, был представлен случай интервальной аппендэктомии,

который также закончился благополучно, без технических затруднений [9]. Все процедуры завершены без необходимости перехода на открытую или лапароскопическую хирургию. Исследователи обнаружили, что использование роботизированной системы дало им значительные преимущества по сравнению с лапароскопической хирургией — масштабирование изображения и трёхмерную визуализацию, повышенную маневренность инструментов и улучшенную точность движений, а также простоту наложения швов.

Другие исследования, анализирующие РАА, выполнены у взрослых пациентов и продемонстрировали увеличение длительности РАА в сравнении с ЛА. По данным T. Becker, РАА занимает больше времени на операцию по сравнению с ЛА, но послеоперационное пребывание в больнице короче у пациентов, получивших лечение с помощью робота [10]. У пациентов после РАА послеоперационное пребывание в стационаре короче (0,7 дня против 1,3 дня,  $p < 0,01$ ), но среднее время операции больше (71,0 мин против 46,0 мин,  $p < 0,01$ ).

В свою очередь, A. Rifa'i обнаружил обратное: фактическое время операции для лапароскопических и роботических (консольное время) методов было одинаковым — 1,36 часа против 1,4 часа ( $p = 0,304$ ) [16]. Автор также подтвердил выводы прежних исследований, что время восстановления больных после РАА заметно короче — 28,35 ч против 38,26 ч ( $p = 0,010$ ), хотя эти данные означают, что РАА может оказывать положительное влияние на время восстановления пациентов после выполненной аппендэктомии.

Увеличение времени операции для аппендэктомии с использованием робота задокументировано в литературе, однако следует отметить, что многие из этих исследований включали хирургов, которые только начали осваивать интересующую технологию [10]. Можно предположить, что время операции, вероятно, сократится с накоплением опыта робототехники. Стоит ожидать, что кривая обучения этой процедуры будет значительно короче, чем для других роботических процедур.

Исследование M. Aki подтвердило безопасность и эффективность РАА в качестве комбинированной процедуры при выполнении операций при гинекологических заболеваниях [17]. Все 107 аппендэктомий выполнены с помощью робота в сочетании с другими гинекологическими процедурами. Среднее время, отведённое на этап аппендэктомии, составило 3,4 мин. Авторы пришли к выводу, что РАА не изменяет общее время гинекологических процедур и не требует перехода на обычную лапароскопию. Таким образом, РАА можно интегрировать в более сложные операции без ущерба для безопасности и увеличения длительности операции.

В другой научной работе D. Kelkar продемонстрировал успешное завершение экстренных РАА на примере 4 операций с минимальной потерей крови

во время операции и продолжительностью вмешательства от 80 до 135 мин [18]. Кроме того, S. Orcutt отдельно изучил использование роботической хирургии для лечения пациентов с мукоцеле аппендикса [4]. Он предположил, что РАА, как и в случае ОА, обеспечивает безопасность и эффективность, сопоставимые с традиционной лапароскопией, а также дополнительные преимущества, состоящие в улучшенной визуализации и повышенной маневренности инструментов.

Высокая стоимость роботизированной хирургии по сравнению с лапароскопической или открытой хирургией остаётся одним из её основных ограничений при лечении ОА. Систематический обзор статей, в которых сравниваются результаты РАА и ЛА, проведённый S. Reddy [5], рассмотрел траты, связанные с операциями. Выводы показали, что средние прямые и общие расходы на 1 случай аппендэктомии при РАА значительно выше, чем при ЛА. По сравнению с ЛА, финансовые траты на которую оценивались как 3081 и 7709 долларов соответственно, расходы на РАА имели среднюю стоимость 7894 и 13 210 долларов на 1 случай [18]. В целом исследование подтвердило, что как роботические, так и лапароскопические операции хорошо подходят для аппендэктомии, но роботическая хирургия имеет преимущества в виде более короткого пребывания пациентов в больнице и их более быстрого восстановления.

Таким образом, РАА подразумевает несколько уникальных преимуществ при выполнении аппендэктомии, поскольку многочисленные источники указывают на более короткий период госпитализации и ускоренное время восстановления пациентов по сравнению с операциями ЛА. Очевидно, что это может значительно улучшить послеоперационные результаты и уменьшить длительность последующего наблюдения. Растущее предпочтение этого метода аппендэктомии подразумевает именно эти преимущества РАА по сравнению с ЛА. Очевидно, что необходимы дополнительные исследования, чтобы полностью понять достоинства и недостатки роботической хирургии при ОА у детей, особенно в отношении экономической эффективности и изучения ближайших и отдалённых результатов лечения.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

РАА имеет свои преимущества и недостатки при лечении ОА — обеспечивает более быстрое послеоперационное восстановление пациентов, но требует больше времени для выполнения операции и является дорогостоящей методикой. Очевидно, что вместе с усовершенствованием модели здравоохранения и снижения затрат на робототехнику РАА с течением времени может стать экономически эффективной процедурой, которая будет успешно использоваться всеми хирургами, как это произошло с ЛА несколько десятилетий назад.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов.

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Ю.А. Козлов, М.В. Макарошкина — концепция и дизайн исследования; Э.В. Сапукхин, А.С. Страшинский, А.А. Марчук, А.О. Ряхина, А.О. Баракин — сбор и обработка материала; Ю.А. Козлов, А.П. Рожанский, Е.Г. Григорьев — написание текста; Ю.А. Козлов — редактирование.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие пациента на анализ и публикацию медицинских данных (дата подписания: 20.11.2024).

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that they have not received any external funding for the study and publication preparation.

**Competing interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contribution is distributed as follows: Y.A. Kozlov, M.V. Makarochkina — concept and design of the study; E.V. Sapukhin, A.S. Strashinsky, A.A. Marchuk, A.O. Ryakhina, A.O. Barakin — collection and processing of material; Y.A. Kozlov, A.P. Rozhansky, E.G. Grigoriev — writing the text; Y.A. Kozlov — editing.

**Patient's consent.** The legal representatives of the study participant gave informed voluntary written consent to participate in the study (date of signing 20.11.2024).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rey R, Gualtieri R, La Scala G, Posfay Barbe K. Artificial Intelligence in the Diagnosis and Management of Appendicitis in Pediatric Departments: A Systematic Review. *Eur J Pediatr Surg.* 2024;34(5):385–391. doi: 10.1055/a-2257-5122
2. Lee WH, O'Brien S, McKinnon E, et al. Study of pediatric appendicitis scores and management strategies: A prospective observational feasibility study. *Acad Emerg Med.* 2024;31(11):1089–1099. doi: 10.1111/acem.14985
3. Froehlich M, Karunungan K, Jen HC, et al. Non-Operative Management of Uncomplicated Appendicitis in Children: Can Patients Be Discharged From the Emergency Department? *J Pediatr Surg.* 2024;161643. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2024.07.028
4. Adams SE, Perera MRS, Fung S, et al. Non-operative management of uncomplicated appendicitis in children: a randomized, controlled, non-inferiority study evaluating safety and efficacy. *ANZ J Surg.* 2024;94(9):1569–1577. doi: 10.1111/ans.19119
5. Reddy S, Tote D, Zade A, et al. Comparative Analysis of Robotic-Assisted Versus Laparoscopic Appendectomy: A Review *Cureus.* 2024;16(6):e63488. doi: 10.7759/cureus.63488
6. Orcutt ST, Anaya DA, Malafa M. Minimally invasive appendectomy for resection of appendiceal mucocoele: Case series and review of the literature. *Int J Surg Case Rep.* 2017;37:13–16. doi: 10.1016/j.ijscr.2017.05.027
7. Arang H, El Boghdady M. Robotic Appendectomy: A review of feasibility. *Sultan Qaboos Univ Med J.* 2023;23(4):440–446. doi: 10.18295/squmj.7.2023.043
8. Alqahtani A, Albassam A, Zamakhshary M, et al. Robot-assisted pediatric surgery: how far can we go? *World J Surg.* 2010;34(5):975–978. doi: 10.1007/s00268-010-0431-6
9. Bütter A, Merritt N, Dave S. Establishing a pediatric robotic surgery program in Canada. *J Robot Surg.* 2017;11(2):207–210. doi: 10.1007/s11701-016-0646-0
10. Becker T, DeLeon G, Rao V, Pei KY. A comparison of outcomes between laparoscopic and robotic appendectomy among ACS-NSQIP hospitals. *Laparosc Endosc Robot Surg.* 2023; 6:39–42. doi: 10.1016/j.lers.2023.04.003
11. Alemzadeh H, Raman J, Leveson N, et al. Adverse Events in Robotic Surgery: A Retrospective Study of 14 Years of FDA Data. *PLoS One.* 2016;11(4):e0151470. doi: 10.1371/journal.pone.0151470
12. Shen LT, Tou J. Application and prospects of robotic surgery in children: a scoping review. *World J Pediatr Surg.* 2022;5(4):e000482. doi: 10.1136/wjps-2022-000482
13. Mei H, Tang S. Robotic-assisted surgery in the pediatric surgeons' world: Current situation and future prospectives. *Front Pediatr.* 2023;11:1120831. doi: 10.3389/fped.2023.1120831
14. Lunardi N, Abou-Zamzam A, Florecki KL, et al. Robotic Technology in Emergency General Surgery Cases in the Era of Minimally Invasive Surgery. *JAMA Surg.* 2024;159(5):493–499. doi: 10.1001/jamasurg.2024.0016
15. Myla K, Bou-Ayash N, Kim WC, et al. Is implementation of robotic-assisted procedures in acute care general surgery cost-effective? *J Robot Surg.* 2024;18(1):223. doi: 10.1007/s11701-024-01912-y
16. Rifai AO, Rembetski EM, Stutts LC, et al. Retrospective analysis of operative time and time to discharge for laparoscopic vs robotic approaches to appendectomy and cholecystectomy. *J Robot Surg.* 2023;17(5):2187–2193. doi: 10.1007/s11701-023-01632-9
17. Akl MN, Magrina JF, Kho RM, Magtibay PM. Robotic appendectomy in gynaecological surgery: technique and pathological findings. *Int J Med Robot.* 2008;4(3):210–213. doi: 10.1002/rcs.198
18. Kelkar D, Borse MA, Godbole GP, et al. Interim safety analysis of the first-in-human clinical trial of the Versius surgical system, a new robot-assisted device for use in minimal access surgery. *Surg Endosc.* 2021;35(9):5193–5202. doi: 10.1007/s00464-020-08014-4

## ОБ АВТОРАХ

**\* Козлов Юрий Андреевич**, д-р мед. наук, профессор,  
член-корр. РАН;  
адрес: Россия, 664022, Иркутск, б-р Гагарина, д. 4;  
ORCID: 0000-0003-2313-897X;  
eLibrary SPIN: 3682-0832;  
e-mail: yuriherz@hotmail.com

**Рожанский Александр Павлович**;  
ORCID: 0000-0001-7922-7600;  
e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

**Макарошкина Марина Валериевна**;  
ORCID: 0000-0001-8295-6687;  
eLibrary SPIN: 4600-4071;  
e-mail: m.makarochkina@gmail.com

**Сапухин Эдуард Владимирович**;  
ORCID: 0000-0001-5470-7384;  
e-mail: sapukhin@yandex.ru

**Страшинский Алексей Сергеевич**;  
ORCID: 0000-0002-1911-4468;  
e-mail: leksus-642@yandex.ru

**Ряхина Анна Олеговна**;  
ORCID: 0009-0006-0340-1186;  
e-mail: romahka.yansa@yandex.ru

**Баракин Александр Олегович**;  
ORCID: 0000-0003-1767-811X;  
e-mail: pacemaker@mail.ru

**Марчук Андрей Алексеевич**;  
ORCID: 0000-0001-9767-0454;  
e-mail: maa-ped20@yandex.ru

**Григорьев Евгений Георгиевич**;  
ORCID: 0009-0001-0942-557X;  
e-mail: grigorjevzhenechka@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

**\* Yury A. Kozlov**, MD, Cand. Sci. (Medicine), Professor,  
Corresponding Member of the RAS;  
address: 4 Gagarina boulevard, Irkutsk, Russia, 664022;  
ORCID: 0000-0003-2313-897X;  
eLibrary SPIN: 3682-0832;  
e-mail: yuriherz@hotmail.com

**Alexander P. Rozhanski**, MD;  
ORCID: 0000-0001-7922-7600;  
e-mail: alexanderozhanski@mail.ru

**Marina V. Makarochkina**, MD;  
ORCID: 0000-0001-8295-6687;  
eLibrary SPIN: 4600-4071;  
e-mail: m.makarochkina@gmail.com

**Eduard V. Sapukhin**, MD;  
ORCID: 0000-0001-5470-7384;  
e-mail: sapukhin@yandex.ru

**Alexey S. Strashinsky**, MD;  
ORCID: 0000-0002-1911-4468;  
e-mail: leksus-642@yandex.ru

**Anna O. Ryakhina**;  
ORCID: 0009-0006-0340-1186;  
e-mail: romahka.yansa@yandex.ru

**Alexander O. Barakin**;  
ORCID: 0000-0003-1767-811X;  
e-mail: pacemaker@mail.ru

**Andrey A. Marchuk**, MD;  
ORCID: 0000-0001-9767-0454;  
e-mail: maa-ped20@yandex.ru

**Evgeni G. Grigorev**;  
ORCID: 0009-0001-0942-557X;  
e-mail: grigorjevzhenechka@yandex.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps807>

# Редкое сочетание артериопортальной фистулы и портосистемного шунта. Эндоваскулярное лечение. Клиническое наблюдение

Р.В. Гарбузов, Ю.А. Поляев, И.А. Мыльников

Российская детская клиническая больница — филиал Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Портосистемные шунты (ПСС) — редко встречающийся порок развития, при котором имеется аномальное соединение портальной системы с системным кровотоком. Артериопортальные фистулы (АПФ) представляют собой артериовенозные сообщения между артериями системы чревного ствола и воротной веной. Гепатопульмональный синдром определяется дыхательной дисфункцией в связи с дефектом артериальной оксигенации, индуцированным расширением внутрилёгочных сосудов, связанным с заболеванием печени.

**Описание клинического случая.** В нашей клинике мы провели эндоваскулярное лечение пациента 10,5 лет с редким сочетанием врождённого ПСС и врождённой АПФ, осложнённым гепатопульмональным синдромом. Лечение проводилось в несколько этапов. Первым этапом выполнена окклюзия АПФ. Вторым этапом — баллонно-окклюзионный тест. Третьим — окклюзия ПСС. В послеоперационном периоде отмечены признаки портальной гипертензии, в связи с чем провели антикоагулянтную терапию, на фоне которой симптомы портальной гипертензии регрессировали.

**Заключение.** При сочетании артериопортальной фистулы и врождённого портосистемного шунта в первую очередь необходимо окклюзировать АПФ, далее провести баллонно-окклюзионный тест и при наличии достаточно развитых внутripечёночных ветвей воротной вены возможно проведение окклюзии ПСС. В послеоперационном периоде необходимо назначение антикоагулянтной терапии в профилактических целях.

**Ключевые слова:** врождённый портосистемный шунт; Аранциев проток; артериопортальная фистула; гепатопульмональный синдром; клиническое наблюдение.

## Как цитировать:

Гарбузов Р.В., Поляев Ю.А., Мыльников И.А. Редкое сочетание артериопортальной фистулы и портосистемного шунта. Эндоваскулярное лечение. Клиническое наблюдение // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps807>



DOI: <https://doi.org/10.17816/ps807>

# A rare combination of arterio-portal fistula and portosystemic shunt. Endovascular treatment

Roman V. Garbuzov, Yuri A. Polyaev, Ivan A. Mylnikov

Russian Children's Clinical Hospital — Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Portosystemic shunts (PSS) is a rare malformation in which there is an abnormal connection between the portal system and the systemic circulation. Arterio-portal fistulas (APF) are arterio-venous connections between the arteries of the ventral trunk system and the portal vein. Hepatopulmonary syndrome) is defined by the respiratory dysfunction due to the defect in arterial oxygenation induced by the dilatation of intrapulmonary vessels associated with liver disease.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** In our clinic, we treated endovascularly a 10.5-y.o. patient with a rare combination of congenital portosystemic shunt (CPSS) and congenital APF complicated by Hepatopulmonary syndrome. The treatment was performed in several stages. The first stage was APF occlusion. The second stage was a balloon occlusion test. The third stage was PSS occlusion. In the postoperative period, there were signs of portal hypertension (PH), that is why the anticoagulant therapy was administered which resulted in PH symptoms regression.

**CONCLUSION:** In case of the combined arterio-portal fistula and congenital portosystemic shunt, it is necessary, first, to occlude APF, then to perform the balloon occlusion test, and then -if there are well developed intrahepatic branches of the portal vein- to perform PSS occlusion. In the postoperative period, anticoagulant therapy is recommended for preventive purposes.

**Keywords:** congenital portosystemic shunt; ductus venosus; arterio-portal fistula; hepatopulmonary syndrome; case report.

## To cite this article:

Garbuzov RV, Polyaev YuA, Mylnikov IA. A rare combination of arterio-portal fistula and portosystemic shunt. Endovascular treatment. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):41–48. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps807>

## ОБОСНОВАНИЕ

*Врождённые портосистемные шунты (ВПСШ)* — редко встречающийся порок развития, при котором имеется аномальное соединение портальной системы с системным кровотоком [1–3]. Впервые ВПСШ описал в 1793 г. хирург J. Abernethy [4]. В 70-е годы XX века начались публикации с описанием хирургической перевязки портосистемных шунтов у взрослых и детей, а с 90-х годов началась эра их эндоваскулярной окклюзии и лапароскопической перевязки. В процессе изучения ВПСШ разработаны различные классификации, в 1994 г. G. Morgan и соавт. предложили разделить их на два типа: I тип, при котором полностью отсутствует портальная перфузия печени, и II тип, подразумевающий частичное сохранение портальной перфузии печени, то есть имелась нормальная портальная система и портосистемный шунт [5]. Также в зависимости от локализации шунта выделяют внепечёночные и внутрипечёночные портосистемные шунты. В 2011 г. T. Lautz и соавт. предложили свою классификацию. При I типе ВПСШ нет внутрипечёночного портального кровотока. II тип ВПСШ делится на три подтипа: IIa — шунт, соответствующий венозному потоку (необлитерированный Аранциев проток), IIb — шунт, возникающий из основного ствола воротной вены, включая её бифуркацию и сплено-мезентериальное слияние, и IIc — шунт, возникающий из брыжеечных, желудочной или селезёночной вен [6]. А в 2014 г. Kanazawa и соавт. представили ангиографическую классификацию, учитывающую выраженность гипоплазии внутрипечёночной портальной системы (ВПС), он выделил три типа: лёгкий тип, характеризующийся хорошо визуализируемой ВПС, среднетяжёлый тип, определяемый как умеренно визуализируемая ВПС с появлением «клубов дыма», тяжёлый тип, определяемый как слабо визуализируемая ВПС (или её полное отсутствие), которая характеризуется появлением «клубка дыма» в печени [7].

В зависимости от типа ВПСШ выбираются различные тактики лечения. При ВПСШ I типа проводится трансплантация печени. Пациенты с ВПСШ II типа — кандидаты на перевязку шунта или эндоваскулярную эмболизацию. ВПСШ имеют ряд клинических проявлений, таких как лёгочная гипертензия, формирование очагов узловой гиперплазии в печени, печёночная энцефалопатия, гиперинсулинемия и гепатопульмональный синдром (ГПС). Акцентируем внимание на ГПС, поскольку именно с данным осложнением столкнулся наш пациент. *Гепатопульмональный синдром* определяется дыхательной дисфункцией в связи с дефектом артериальной оксигенации, индуцированным расширением внутрилёгочных сосудов, связанным с заболеванием печени. Наиболее распространёнными клиническими симптомами ГПС являются одышка, усиливающаяся в вертикальном положении, и цианоз [8, 9].

*Артериопортальные фистулы (АПФ)* представляют собой артериовенозные сообщения между артериями

системы чревного ствола и воротной веной. Они могут быть приобретёнными или врождёнными. АПФ в ряде случаев протекают бессимптомно или могут проявляться симптомами портальной гипертензии [10]. Впервые АПФ описал в литературе Weigert в 1886 г. В 1971 г. C. Van Way и соавт. всесторонне рассмотрели клинические характеристики АПФ [11]. В 1997 г. J. Vauthey и соавт. представили современный анализ синдрома АПФ [12]. В 2006 г. Guzman и соавт. предложили разделить АПФ на три типа. При I типе имеются небольшие периферические внутрипечёночные свищи с минимальными последствиями. Наиболее распространённая этиология таких АПФ — проведение чрескожной биопсии печени. Чаще всего подобные АПФ самопроизвольно тромбируются в течение 1 мес. При II типе имеются более крупные и центрально расположенные свищи с потоком крови, вызывающим повышенное портальное давление. Примерами могут служить АПФ, возникающие после проникающей травмы живота или при эрозии аневризмы селезёночной артерии в портальную систему. Данный тип опасен в связи с высоким риском развития портальной гипертензии, которая может проявляться спленомегалией, варикозным расширением вен пищевода и желудка, фатальными кровотечениями. Также АПФ II типа может вызвать гепатопортальный склероз и прогрессировать до портального фиброза. Эти свищи необходимо ликвидировать. Предлагаемое лечение — эмболизация или хирургическое разобщение. III тип самый редкий, он включает в себя врождённые АПФ. Такие свищи обычно бывают внутрипечёночными и диффузными, могут вызывать тяжёлую портальную гипертензию в младенчестве. Лечение включает перевязку печёночной артерии, эндоваскулярную окклюзию, резекцию или трансплантацию печени.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

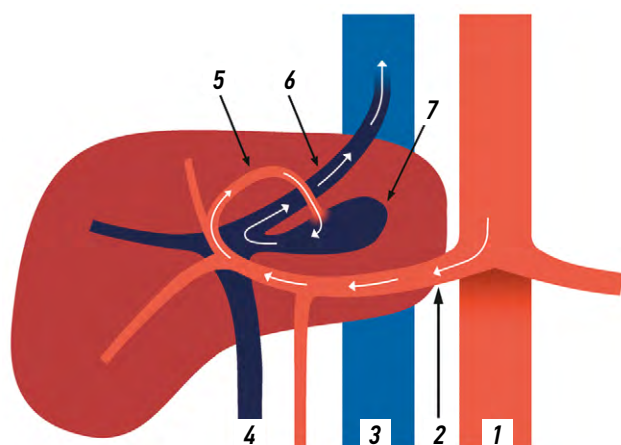
Пациент X., на момент первичной госпитализации в отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения Российской детской клинической больницы возраст 10 лет 11 мес.

В анамнезе: беременность и роды протекали без осложнений. В грудном возрасте выявлены врождённый порок развития сердца — дефект межпредсердной перегородки. Клинических проявлений не было. В связи с патологией сердца наблюдался у кардиолога, лечение не проводилось. В 6 лет отмечены незначительно цианотичные ногтевые пластинки пальцев рук, начинающаяся деформация пальцев по типу барабанных палочек. Пациент направлен к пульмонологу. Выполнена компьютерная томография органов грудной клетки, на которой установлено двухстороннее изменение в лёгких по интерстициальному типу с проявлениями пневмофиброза. Изменений в анализах не обнаружено. По результатам исследований поставлен диагноз идиопатического пневмофиброза под вопросом. В возрасте 8 лет, с началом

активного роста ребёнка, началась одышка при умеренных физических нагрузках, тахикардия до 97 уд/мин. Со временем дыхательная недостаточность усиливалась, в возрасте 10 лет имелась дыхательная недостаточность I–II степени, в покое  $SpO_2$  90%, при физической нагрузке  $SpO_2$  опускалась до 80%. Назначена кислородотерапия в объёме 3 л/мин с хорошим ответом. В возрасте 10 лет 5 мес пациенту выполнено ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости, на котором обнаружилась аномалия строения венозных и артериальных сосудов печени. Пациенту рекомендовано обращение к сосудистому хирургу для уточнения диагноза и решения о дальнейшей тактике лечения.

## Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

При поступлении в отделение рентгенхирургических методов диагностики и лечения по данным осмотра отмечается цианоз носогубного треугольника, губ, ногтевых лож, изменения дистальных фаланг пальцев по типу барабанных палочек, ногтевые пластинки в виде часовых стёкол, на ногах телеангиэктазии. Пульс на уровне 100 уд/мин. Пациент находился на поддерживающей дотации кислородом 3 л/мин. По данным пульсоксиметрии  $SpO_2$  в вертикальном положении — 80%, в горизонтальном — 92%. В биохимическом анализе крови: билирубин общий — 23 мкмоль/л (2–14); билирубин прямой 4,5 мкмоль/л (0–3,4); АЛТ — 56 Ед/л (10–45); АсАТ — 89 Ед/л (10–42). Выполнена трансартериальная ангиография, на которой определена гипертрофия общей печёочной артерии, имелась артериопортальная фистула, исходящая



**Рис. 1.** Схематичное изображение аномалии строения сосудов печени: 1 — аорта, 2 — печёочная артерия, 3 — нижняя полая вена, 4 — воротная вена, 5 — сегментарная ветвь левой печёочной артерии, 6 — портосистемный шунт, 7 — сегментарная ветвь левой ветви воротной вены.

**Fig. 1.** Schematic representation of anomalies of liver vessels structure: 1 — aorta, 2 — hepatic artery, 3 — inferior vena cava, 4 — portal vein, 5 — segmental branch of the left hepatic artery, 6 — portosystemic shunt, 7 — segmental branch of the left branch of the portal vein.

из сегментарной ветви левой печёочной артерии в проекции VIII сегмента и впадающая в эктазированную левую ветвь воротной вены и далее ретроградно в портосистемный шунт и в нижнюю полую вену (рис. 1–3).

## Предварительный диагноз

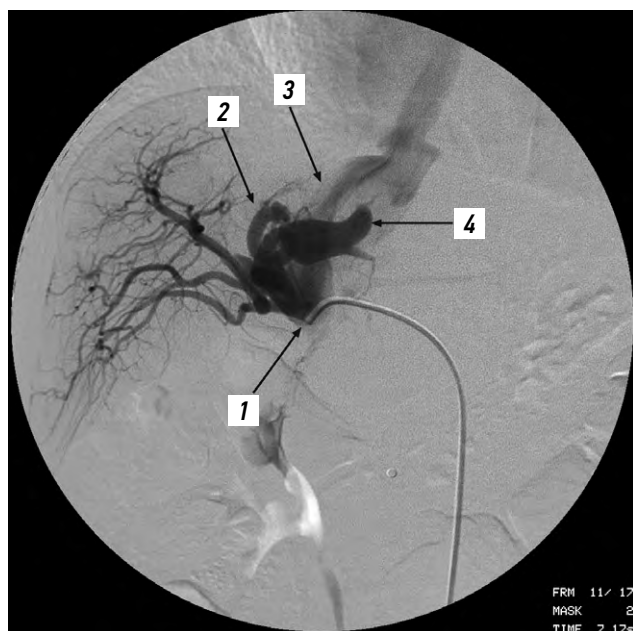
По результатам обследования диагностирован внепечёочный портосистемный шунт IIa типа с артериопортальной фистулой, отягощённый гепатопульмональным синдромом.

## Лечение

Выполнена эндоваскулярная окклюзия АПФ спиралями в два этапа, с перерывом в 3 мес. Второй этап потребовался ввиду неполной окклюзии после первой попытки.

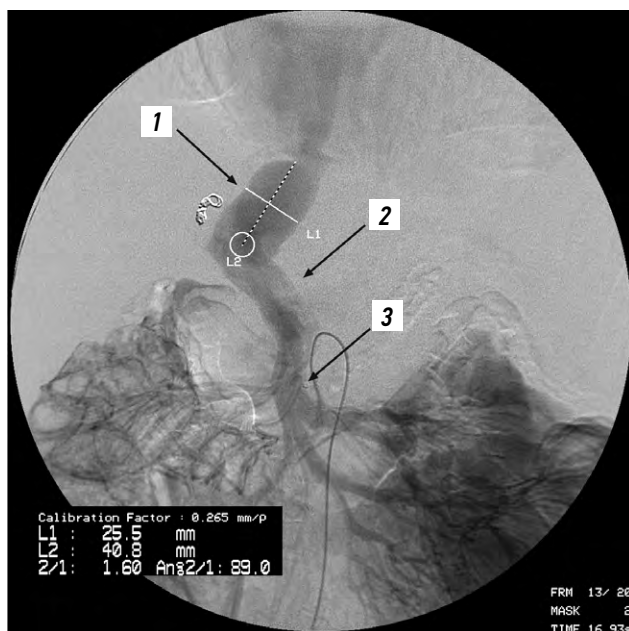
После полной окклюзии АПФ, уже в раннем послеоперационном периоде, пациент начал отмечать положительную динамику. Возросла толерантность к физическим нагрузкам. Уменьшилась одышка. Частота сердечных сокращений — 90 уд/мин.  $SpO_2$  в вертикальном положении — 85–90%, в покое — 95%. Необходимость в дотации кислородом ограничилась физическими нагрузками.

Через 3 мес после закрытия АПФ выполнена контрольная ангиография, патологического сброса крови между почечной артерией портальной системы не было (рис. 4). Выполнен баллонно-окклюзионный тест, заключающийся во временной окклюзии баллоном области соустья портальной системы и нижней полой вены, контрастировании и измерении давления в портальной системе. По результатам исследования определяется контрастирование умеренно гипоплазированных внутripечёочных ветвей воротной вены с контрастированием паренхимы (IIc тип по Lautz, по Kanazawa — b тип) (рис. 5). Прямое измерение давления в воротной вене — 28 мм вод. ст. Далее доступом через правую яремную вену в просвет венозного шунта проведён и установлен окклюдер (Amplatzer™ Vascular Plug II, 22 мм. США) (рис. 6). В раннем послеоперационном периоде самочувствие ребёнка с положительной динамикой, частота сердечных сокращений — 90 уд/мин,  $SpO_2$  в вертикальном положении 94%, в покое 97%. На 6-е послеоперационные сутки (п/с) на контрольной ультразвуковой доплерографии (УЗДГ) сосудов портальной системы ствол воротной вены 9 мм, не расширен, кровоток по стволу воротной вены физиологичный с усреднённой по времени максимальной скоростью кровотока 30 см/с. Сохраняется кровоток через окклюдер. На 7-е п/с пациент выписан домой под амбулаторное наблюдение. На 14-е п/с появились периодические боли в животе, снижение аппетита. На 19-е п/с выполнено УЗИ печени и сосудов портальной системы, диаметр воротной вены увеличился до 16,0 мм, скорость кровотока снизилась до 7 см/с, отмечался незначительный сброс крови через окклюзированный портосистемный шунт. Селезёнка и печень умеренно увеличились. Данные за развитие варикозно расширенных вен пищевода отсутствуют.



**Рис. 2.** Селективная ангиография печёночной артерии: 1 — печёночная артерия, 2 — сегментарная ветвь левой печёночной артерии, 3 — портосистемный шунт, 4 — сегментарная ветвь левой ветви воротной вены.

**Fig. 2.** Selective angiography of the hepatic artery: 1 — hepatic artery, 2 — segmental branch of the left hepatic artery, 3 — portosystemic shunt, 4 — segmental branch of the left branch of the portal vein.



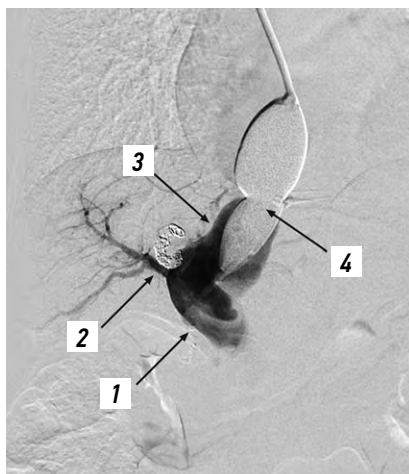
**Рис. 3.** Верхняя мезентерикопортография: 1 — портосистемный шунт, 2 — основной ствол воротной вены, 3 — верхняя брыжеечная вена.

**Fig. 3.** Upper mesenteric portography: 1 — portosystemic shunt, 2 — basic trunk of portal vein, 3 — vena mesenterica superior.



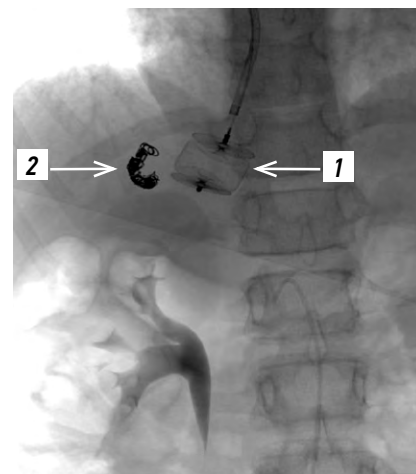
**Рис. 4.** Селективная ангиография печёночной артерии после окклюзии артерио-венозного шунта: 1 — общая печёночная артерия, 2 — правая ветвь печёночной артерии, 3 — спиральный окклюдер, установленный в сегментарной ветви левой печёночной артерии, 4 — левая ветвь печёночной артерии.

**Fig. 4.** Selective angiography of the hepatic artery, after occlusion of the arterio-venous shunt: 1 — hepatic artery, 2 — right branch of the hepatic artery, 3 — spiral occluder installed in the segmental branch of the left hepatic artery, 4 — left branch of the hepatic artery.



**Рис. 5.** Баллонно-окклюзионный тест: 1 — воротная вена, 2 — правая ветвь воротной вены, 3 — портосистемный шунт, 4 — баллонный катетер.

**Fig. 5.** Test balloon occlusion: 1 — portal vein, 2 — right branch of the portal vein, 3 — portosystemic shunt, 4 — balloon catheter.



**Рис. 6.** Установка окклюдера в портосистемный шунт: 1 — окклюдер (Amplatzer™ Vascular Plug II 22 мм. США), 2 — спиральный окклюдер, установленные в сегментарной ветви левой печёночной артерии.

**Fig. 6.** Installation of an occluder in a port-system shunt: 1 — occluder (Amplatzer™ Vascular Plug II 22 mm. USA), 2 — spiral occluder installed in the segmental branch of the left hepatic artery.



В анализе крови отмечено повышение уровня D-димера до 807 нг/мл. В связи с появлением симптомов портальной гипертензии и риском развития тромбоза пациенту с 19-х п/с назначена антикоагулянтная терапия препаратом ривароксабан в лечебной дозировке 15 мг 1 раз в день. На 3-и сутки после начала антикоагулянтной терапии боли в животе уменьшились. Через 2 нед с начала антикоагулянтной терапии выполнено контрольное УЗИГ сосудов печени и исследование уровня D-димера в крови (табл. 1, 2). В связи с положительной динамикой

**Таблица 1.** Данные ультразвукового исследования портальной системы и селезёнки до и после окклюзии портосистемного шунта  
**Table 1.** Ultrasound examination of the portal system and spleen before and after occlusion of the portosystem shunt

| Дни относительно операции /<br>Days before<br>and after surgery | Дни<br>относительно<br>начала<br>приёма АК /<br>Days of AC<br>administration | Размер<br>селезёнки<br>(мм) /<br>Spleen size<br>(mm) | Диаметр<br>воротной<br>вены (мм) /<br>Portal vein<br>diameter<br>(mm) | Скорость<br>кровотока<br>по воротной<br>вене (см/с) /<br>Velocity of<br>blood flow via<br>portal vein<br>(cm/sec) | Селезёночная<br>вена (мм) /<br>Splenic vein<br>(mm) | Скорость<br>в селезёночной<br>вене (см/с) /<br>Velocity in the<br>splenic vein<br>(cm/sec) |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| До операции /<br>Before surgery                                 | —                                                                            | 110,0×46,0                                           | 7,3                                                                   | —                                                                                                                 | 5,0                                                 | —                                                                                          |
| 6 п/о сутки /<br>6 p/o day                                      | —                                                                            | —                                                    | 9                                                                     | 30                                                                                                                | —                                                   | —                                                                                          |
| 16 п/о сутки /<br>16 p/o day                                    | —                                                                            | 139,0×51,0                                           | 14,0 (норма<br>до 9,0)                                                | —                                                                                                                 | 9,5                                                 | —                                                                                          |
| 19 п/о сутки /<br>19 p/o day                                    | 0                                                                            | 156×48<br>(94±14×37±7)                               | 16,0 (6,8±0,9)                                                        | 7                                                                                                                 | 8,5                                                 | 15,7                                                                                       |
| 35 п/о сутки /<br>35 p/o day                                    | 16                                                                           | 135×46<br>(94±14×37±7)                               | 12,0 (6,8±0,9)                                                        | 20                                                                                                                | 6,5 (5,3±0,9)                                       | 19,5                                                                                       |
| 51 п/о сутки /<br>51 p/o day                                    | 32                                                                           | 144×19<br>(94±14×37±7)                               | 10,0 (6,8±0,9)                                                        | 23,7                                                                                                              | 5,3 (5,3±0,9)                                       | 17                                                                                         |
| 70 п/о сутки /<br>70 p/o day                                    | Отмена АК /<br>reversal of AC                                                | 137×51,7<br>(94±14×37±7)                             | 10,2 (6,8±0,9)                                                        | 33                                                                                                                | 5,2 (5,3±0,9)                                       | 18                                                                                         |
| 96 п/о сутки /<br>96 p/o day                                    | —                                                                            | 134×48<br>(94±14×37±7)                               | 10,9 (6,8±0,9)                                                        | 30                                                                                                                | 7,0 (5,3±0,9)                                       | 18,7                                                                                       |
| 143 п/о сутки /<br>143 p/o day                                  | —                                                                            | 130×42<br>(94±14×37±7)                               | 10,8 (6,8±0,9)                                                        | 33                                                                                                                | 6,8 (5,3±0,9)                                       | 17                                                                                         |

Примечание. АК — антикоагулянты, п/о — послеоперационные сутки.  
Note. AC — anticoagulants; p/o — postoperative day.

**Таблица 2.** Данные уровня D-димера в крови после окклюзии портосистемного шунта  
**Table 2.** D-dimer levels in blood after portosystemic shunt occlusion

| Послеоперационные сутки /<br>Postoperative day | Дни относительно начала приема АК /<br>Days of AC administration | D-димер (нг/мл) /<br>D-Dimer (ng/ml) |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| 19                                             | 0                                                                | 807 (<243)                           |
| 33                                             | 14                                                               | 415 (<243)                           |
| 49                                             | 49                                                               | 359 (<243)                           |
| 70                                             | 51 (отменен) Day 51 of AC cessation                              | 42 (<280)                            |
| 93                                             | —                                                                | 42 (<280)                            |
| 135                                            | —                                                                | 28 (<280)                            |

Примечание. АК — антикоагулянты.  
Note. AC — anticoagulants.



по данным инструментальных лабораторных исследований и прекращением жалоб на боли в животе дозировка ривароксана снижена в 2 раза, до 7,5 мг 1 раз в сутки. Далее каждые 2 нед выполнялся контрольный комплекс исследования: УЗИ, анализ крови на уровень D-димера. В связи с положительной динамикой дозировку антикоагулянтной терапии снизили в 2 раза, до 3,5 мг в сутки. Через 2 нед ребёнку выполнено УЗИ сосудов печени, ривароксан отменён.

**Исход последующего наблюдения.** Диаметр воротной вены, скорость кровотока нормализовались, данные, свидетельствующие о кровотоке по портосистемному шунту, отсутствуют.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В данной статье мы хотели рассказать о редком сочетании двух патологий. В отечественной и мировой литературе мы не нашли описаний подобного сочетания артериопортального и портосистемного шунтирования. Единственный похожий клинический случай представлен Е. Чае и соавт. в 2004 г.: его отличительная особенность в том, что патологическое артериопортальное сообщение располагалось в тонкой кишке [13].

Поскольку мы столкнулись с IIa типом ВПСШ, посчитали возможным проведение эндоваскулярного лечения. Мы выбрали двухэтапную тактику лечения. Первым этапом проведена окклюзия АПФ, поскольку при закрытии ВПСШ и сохранении артериопортального сброса возникла бы тяжёлая форма портальной гипертензии из-за высокого давления в системе воротной вены. Также закрытие АПФ в дальнейшем нам позволило выполнить баллонно-окклюзионный тест с перекрытием просвета портосистемного шунта для определения степени гипоплазии внутрипечёночных вен системы воротной вены и измерения давления в портальной системе.

После полной окклюзии АПФ проведён баллонно-окклюзионный тест, который показал наличие достаточно развитых внутрипечёночных вен (среднетяжёлого типа по Kanazawa). В связи с полученными данными мы решили провести второй этап операции в объёме окклюзии ВПСШ. В послеоперационном периоде на фоне окклюзии ВПСШ основной ток венозной крови по портальной системе был физиологичным, что подтверждалось данными УЗИ. Через 2 нед после второго этапа лечения отмечено снижение скорости кровотока в портальной системе и увеличение селезёнки. Эти данные мы интерпретировали как повышение давления на фоне формирующегося тромбоза в системе воротной вены. Учитывая клиническую картину и риск прогрессирования тромбоза, назначена антикоагулянтная терапия. После трёхнедельного курса антикоагулянтной терапии по данным УЗИ портальной системы отмечено увеличение скорости кровотока, уменьшение селезёнки и снижение уровня D-димера в крови.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подобного сочетания АПФ и ВПСШ мы не встречали в медицинской литературе. При лечении данной патологии вначале необходимо окклюзировать АПФ. Далее проводится баллонно-окклюзионный тест и при наличии достаточно развитых внутрипечёночных ветвей воротной вены необходимо проведение окклюзии ВПСШ. Мы считаем, что после выполнения эндоваскулярной окклюзии ВПСШ пациентам, у которых есть риск формирования тромбоза сосудов системы воротной вены и, как следствие, развития гипертензии в портальной системе, необходимо в послеоперационном периоде назначение антикоагулянтной терапии в профилактических целях.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Р.В. Гарбузов — хирургическое лечение пациента, обзор литературы, редактирование статьи; Ю.А. Поляев — хирургическое лечение пациента, редактирование статьи; И.А. Мыльников — хирургическое лечение пациента, сбор и анализ литературных источников, подготовка и написание текста статьи.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на анализ и публикацию медицинских данных. Дата подписания: 02.02.2024.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that there was no external funding for the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contribution is distributed as follows: R.V. Garbuzov — performed surgical treatment of the patient, reviewed the literature, collected and analyzed literature and edited the article; Yu.A. Polyayev — performed surgical treatment of the patient, and edited the article; I.A. Mylnikov — performed surgical treatment of the patient, performed the literature review, collected and analyzed the literature sources, wrote the text, and edited the article.

**Consent for publication.** The patient's legal representatives gave informed voluntary written consent to participate in the study (date of signing 02.02.2024).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Garbuzov RV, Polyayev YuA, Stepanov AE, Mylnikov AA. Abernathy malformations in children. Experience in endovascular and surgical treatment. *Detskaya khirurgiya (Russian Journal of Pediatric Surgery)*. 2020;24(2):71–77. doi: 10.18821/1560-9510-2020-24-2-71-77
2. Степанов А.Э., Сухов М.Н., Васильев К.Г., и др. Врожденные портосистемные шунты: опыт хирургического лечения. *Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии*. 2022;12(4):473–487. doi: 10.17816/psaic1295
3. Franchi-Abella S, Gonzales E, Ackermann O, et al. International Registry of Congenital Portosystemic Shunt members. Congenital portosystemic shunts: diagnosis and treatment. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(8):2023–2036. doi: 10.1007/s00261-018-1619-8
4. Abernethy J. Account of two instances of uncommon formation in the viscera of the human body: from the philosophical transactions of the Royal Society of London. *Med Facts Obs*. 1797;7:100–108.
5. Morgan G, Superina R. Congenital absence of the portal vein: two cases and a proposed classification system for portosystemic vascular anomalies. *J Pediatr Surg*. 1994;29(9):1239–1241. doi: 10.1016/0022-3468(94)90812-5
6. Lautz TB, Tantemsapya N, Rowell E, Superina RA. Management and classification of type II congenital portosystemic shunts. *J Pediatr Surg*. 2011;46(2):308–314. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2010.11.009
7. Kanazawa H, Nosaka S, Miyazaki O, et al. The classification based on intrahepatic portal system for congenital portosystemic shunts. *J Pediatr Surg*. 2015;50(4):688–695. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2015.01.009
8. Rodríguez-Roisin R, Krowka MJ, Hervé P, Fallon MB. ERS Task Force Pulmonary-Hepatic Vascular Disorders (PHD) Scientific Committee. Pulmonary-Hepatic vascular Disorders (PHD). *Eur Respir J*. 2004;24(5):861–880. doi: 10.1183/09031936.04.00010904
9. Imamura H, Momose T, Kitabayashi H, et al. Pulmonary hypertension as a result of asymptomatic portosystemic shunt. *Jpn Circ J*. 2000;64(6):471–473. doi: 10.1253/jcj.64.471
10. Guzman EA, McCahill LE, Rogers FB. Arterioportal fistulas: introduction of a novel classification with therapeutic implications. *J Gastrointest Surg*. 2006;10(4):543–550. doi: 10.1016/j.gassur.2005.06.022
11. Van Way CW, CJ, Riddell DH, Foster JH. Arteriovenous fistula in the portal circulation. *Surgery*. 1971;70:876–890.
12. Vauthey JN, Tomczak RJ, Helmlinger T, et al. The arterioportal fistula syndrome: clinicopathologic features, diagnosis, and therapy. *Gastroenterology*. 1997;113(4):1390–1401. doi: 10.1053/gast.1997.v113.pm9322535
13. Chae EJ, Goo HW, Kim SC, Yoon CH. Congenital intrahepatic arterioportal and portosystemic venous fistulae with jejunal arteriovenous malformation depicted on multislice spiral CT. *Pediatr Radiol*. 2004;34(5):428–431. doi: 10.1007/s00247-003-1093-4

## ОБ АВТОРАХ

### \* Мыльников Иван Андреевич;

адрес: Россия, 119571, Москва, Ленинский пр-т, д. 117;  
ORCID: 0009-0005-0898-5355;  
e-mail: dr.mylnikov@mail.ru

### Гарбузов Роман Вячеславович, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0002-5287-7889;  
eLibrary SPIN: 7590-2400;  
e-mail: 9369025@mail.ru

### Поляев Юрий Александрович, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0002-9554-6414;  
eLibrary SPIN: 7587-9843;  
e-mail: polyayev@inbox.ru

## AUTHORS' INFO

### \* Ivan A. Mylnikov;

address: 117 Leninsky Prospekt, Moscow, Russia, 119571;  
ORCID: 0009-0005-0898-5355;  
e-mail: dr.mylnikov@mail.ru

### Roman V. Garbuzov, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0002-5287-7889;  
eLibrary SPIN: 7590-2400;  
e-mail: 9369025@mail.ru

### Yuri A. Polyayev, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-9554-6414;  
eLibrary SPIN: 7587-9843;  
e-mail: polyayev@inbox.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps781>

## Лечение подростка, получившего травму в результате выстрела из гранатомёта в замкнутом пространстве

Н.А. Окунев<sup>1</sup>, А.И. Окунева<sup>1</sup>, Н.А. Калабкин<sup>1, 2</sup>, А.А. Копейкина<sup>1</sup>, А.Р. Бабаниязов<sup>1</sup><sup>1</sup> Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева, Саранск, Россия;<sup>2</sup> Детская республиканская клиническая больница, Саранск, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Актуальность исследования связана с ростом террористических актов с применением взрывных устройств по отношению к мирному населению. Кроме того, взрывная травма является одним из видов поражения населения в условиях военного времени. В статье проанализирован случай лечения подростка в Детской республиканской клинической больнице г. Саранска, пострадавшего при выстреле из гранатомёта, который находился при этом в замкнутом пространстве (со слов пациента).

**Описание клинического случая.** Подросток А., 17 лет. Доставлен в Детскую республиканскую клиническую больницу г. Саранска с комбинированной открытой черепно-мозговой травмой, непроникающим минно-взрывным повреждением волосистой части головы, баротравмой, термическим ожогом волосистой части головы и левой половины лица, полученным при выстреле из гранатомёта РПГ-18, найденного в подвале жилого дома. Выстрел произведён внутри автомобиля (со слов пострадавшего).

**Заключение.** Знание особенностей повреждений, возникающих в результате взрывной травмы, необходимо для правильного построения диагностического поиска, постановки диагноза и проведения лечебных мероприятий. В данном клиническом примере пациент с взрывной травмой выписан с улучшением (отказ от дальнейшей госпитализации), курс стационарного лечения составил 55 койко-дней.

**Ключевые слова:** взрывная травма; гранатомёт; подросток.

### Как цитировать:

Окунев Н.А., Окунева А.И., Калабкин Н.А., Копейкина А.А., Бабаниязов А.Р. Лечение подростка, получившего травму в результате выстрела из гранатомёта в замкнутом пространстве // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 49–56. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps781>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps781>

## Treatment of a teenager who was injured by a grande launcher in enclosed space

Nicolai A. Okunev<sup>1</sup>, Aleksandra I. Okuneva<sup>1</sup>, Nikolai A. Kalabkin<sup>1, 2</sup>, Anastasia A. Kopeikina<sup>1</sup>, Agajan R. Babaniyazov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> National Research Mordovian State University, Saransk, Russia;

<sup>2</sup> Children's Republican Clinical Hospital, Saransk, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** The performed work is on the front burner because of the increased intensity of terroristic acts with blasting devices directed to the civilian population. Besides, explosive injury is one of the damage to the population in wartime. The present article discusses the management of a teenager in the Children's Republican Clinical Hospital in Saransk (Russia) who was injured with a grenade launcher when he was in enclosed space.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** Patient AA (17 y.o., male) was delivered to the hospital with a combined open craniocerebral injury, non-penetrating mine-explosive damage of the scalp, barotrauma, thermal lesion of the scalp and the left half of the face. He was injured by a RPG-18 grenade launcher found in the basement of a residential building. The shot was made inside the car.

**CONCLUSION:** To know the specific course of explosive injuries is necessary for correct diagnostics and management algorithm. In this particular case, the patient was discharged in 55 hospital days when he was recovering.

**Keywords:** explosive injury; grenade launcher; teenager.

### To cite this article:

Okunev NA, Okuneva AI, Kalabkin NA, Kopeikina AA, Babaniyazov AR. Treatment of a teenager who was injured by a grande launcher in enclosed space. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):49–56. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps781>

## ОБОСНОВАНИЕ

Взрывная травма — поражение, возникающее вследствие воздействия на человека ударной волны взрыва, первичных и вторичных ранящих снарядов, скоростного напора ударной волны и отброса, вызывающих повреждение различной степени тяжести либо в области непосредственного воздействия, либо при соударении с преградой при отбросе [1, 2].

Взрыв — процесс быстрого физического или химического превращения веществ, сопровождающийся переходом потенциальной энергии в механическую работу. Самый существенный признак взрыва — резкий скачок давления в среде, окружающей место взрыва. Это непосредственная причина разрушительного действия взрыва [2, 3]. Ударная волна — основной носитель энергии взрыва, передаваемой в окружающую среду, а её важнейшая физическая характеристика — избыточное давление в пределах поражающего радиуса [4, 5].

Наиболее важные составляющие взрыва для оценки тяжести поражения: место на открытом воздухе или в закрытом помещении; сопровождается образованием или выбросом в атмосферу ядовитых веществ и/или приводит к радиоактивному заражению. Основные параметры, характеризующие процесс взрыва в замкнутом пространстве, — минимальное время достижения максимального давления, максимальные скорость нарастания и температура взрыва [2].

Поражающие факторы обычного (неядерного, необъемного, нехимического) боеприпаса на организм человека: воздушная ударная волна; струи взрывных газов, осколочные элементы, высокая температура пламени, продукты детонации и эмоциональный фактор [4].

Взрывные травмы, в первую очередь, отличаются общим повреждающим действием на организм с более тяжело протекающими осложнениями в посттравматическом периоде [6].

З.А. Нечаев и соавт. выработали классификационную схему, в которой взрывные поражения разделили на два вида — боевая взрывная и небоевая взрывная травма. Это обусловлено более тяжёлым течением травматической болезни как в острой стадии, так и в отдалённом будущем у участвующих в боевых действиях военнослужащих. Авторы связывают такую тенденцию с состоянием постоянного психоэмоционального напряжения и стресса [1].

В мирное время взрывную травму можно получить случайно при взрывах ёмкостей с газом или взрывчатыми веществами, горючим или газообразным содержимым, рудничного газа в шахтах, бензобаков, газопроводов и т.д., а также в случаях халатного отношения к учёту, хранению боеприпасов, в том числе при их утилизации [4, 7, 8].

Взрывные повреждения относятся к числу наиболее тяжёлых травм мирного времени. Чаще всего речь идёт о множественных и сочетанных травмах,

характеризующихся особо тяжёлым общим состоянием пострадавших и обширными местными поражениями мягких тканей и костей различной локализации, могут быть с открытыми и закрытыми повреждениями головы, органов груди и живота. Направление раневых каналов обычно радиальное, с частицами осколков в глубине. Взрывные травмы сопровождается высокой летальностью и инвалидизацией пострадавших [1, 2, 4, 5].

Возникшие первичные повреждения, связанные с ударной волной, — коммоционно-контузионный синдром, вторичные — поражение осколками, третичные — механические повреждения от отбрасывания и соударения, четвертичные — ожоги, метгемоглобинемия, острый некроз почек [4, 8]. Доказано, что во время взрыва происходит генерализованное сотрясение, вызывающее сразу же изменения на всех уровнях гемостаза (организменном, системном, органном, тканевом, клеточном и субклеточном). Далее включаются общие патогенетические механизмы шока, происходит нарушение всех видов метаболизма и биоэнергетики. Быстро развивается травматическая токсемия. Стресс и анемия обуславливают резкое снижение функции иммунной системы, нарушение выведения шлаков и другие изменения нормальной деятельности всего организма. Ведущим в клинике взрывной травмы является общий тяжёлый коммоционно-контузионный синдром с нарушением нейроэндокринной регуляции [1, 4, 8].

При оценке тяжести поражения необходимо учитывать близость пострадавшего к источнику взрыва: в случае расположения в замкнутом пространстве на человека воздействуют все факторы поражения, что, несомненно, приводит к более тяжёлым последствиям. При этом воздействие этиологических факторов взрыва реализуется мгновенно, то есть практически одновременно воздействию подвергаются все структуры организма. Даже для самого высокого уровня организации помощи раненым в рассматриваемой группе наивысшие показатели гибели на месте ранения в ближайшие сроки [4, 8].

Лечебная тактика при взрывной травме, как и при обычной, зависит от периода «травматической болезни»: острый (12–24 ч), относительной стабилизации жизненно важных функций (48–72 ч), максимального риска развития осложнений (завершается к 10-м суткам), полной стабилизации функций [8]. Оказание квалифицированной и специализированной медицинской помощи пациентам с взрывной травмой по возможности должно проводиться с привлечением к лечебно-диагностическому процессу, помимо хирургов, травматологов и анестезиологов, врачей других специальностей. Лечение этой группы пациентов включает в себя не только эффективное лечение травматического шока, но и выполнение неотложных и срочных оперативных вмешательств в короткие сроки после поступления, корригирующие вмешательства в более поздние сроки. Местное лечение часто требует



применения различных методик аутодермопластики [9]. Не меньшее значение имеет лечение неврологических нарушений и нарушений психоэмоциональной сферы, которые могут сохраняться и проявляться в отдалённом периоде. Успех оказания медицинской помощи пациентам с взрывными поражениями во многом зависит от своевременного и профессионального взаимодействия врачей всей специальности на всех этапах оказания помощи [4, 7, 8]. Как сказал академик РАН, профессор Ю.С. Полушин: «Анатомические разрушения — предмет внимания хирургов, однако результат их труда зависит и от того, как анестезиолог-реаниматолог правильно выстроит свою лечебную программу по коррекции неизбежно возникающих при тяжёлой травме функциональных нарушений» [8].

Для многих гражданских врачей, привлекаемых к лечению взрывной травмы мирного времени, рассматриваемые поражения недостаточно знакомы.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Приводим клинический случай комбинированной открытой черепно-мозговой травмы, непроникающего минно-взрывного повреждения волосистой части головы, ба-ротравмы, термического ожога волосистой части головы и левой половины лица, полученных ребёнком при выстреле из гранатомёта РПГ-18 в закрытом автомобиле.

В ДРКБ г. Саранска был доставлен подросток А., 17 лет, с диагнозом «огнестрельный термический ожог левой половины волосистой части головы».

Из анамнеза заболевания: со слов пациента, травма получена в результате случайного выстрела в закрытом автомобиле из гранатомёта РПГ-18, найденного в подвале жилого дома (рис. 1). Бригаду скорой помощи вызвала мать пострадавшего, которую о происшествии осведомил его товарищ. Первая помощь оказана врачом больницы скорой медицинской помощи. Первоначально доставлен в ближайшее медицинское учреждение — Мордовскую республиканскую центральную клиническую больницу (МРКЦБ, стационар для взрослых), где осмотрен



**Рис. 1.** Вид автомобиля после совершенного в нём выстрела.

**Fig. 1.** View of the car after the fired shot.

консилиумом врачей (нейрохирург, реаниматолог, челюстно-лицевой хирург). Выполнена компьютерная томография (КТ) головного мозга, шейного отдела позвоночника, лёгких. Заключение: патологических изменений в веществе головного мозга не выявлено, КТ-картина гематомы мягких тканей головы слева, костно-деструктивных и травматических изменений в шейном отделе позвоночника не выявлено, в лёгких без видимой патологии. На основании данных осмотра и дополнительных методов исследования травматического повреждения головного мозга и травматического шока не выявлено. На базе МРКЦБ выполнена первичная хирургическая обработка раны головы под местной анестезией. Пациент, с учётом возраста и характера патологии, переведён в детский стационар.

## Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

При поступлении в ДРКБ (через 4 ч 30 мин с момента получения травмы): жалобы на боль в голове, усиливающуюся при движении, головокружение и тошноту, рвоты не было. Общее состояние средней степени тяжести, температура на нормальных значениях. Оценка сознания по шкале Глазго: открывание глаз спонтанно, двигательная реакция по команде, речевая реакция — осмысленный ответ (в месте и времени ориентирован, контактен, на вопросы отвечает правильно). GCS15=E4M6V5. Сознание ясное. Глазные щели: D>S из-за небольшого отёка области левой орбиты. Зрачки D=S. Нистагма нет. Движения глазных яблок не ограничены. Предметы различает, двоения не отмечает. Лицевая мускулатура симметрична. Глотание и фонация не нарушены. Речь в пределах возрастной нормы. Разговорную речь слышит с расстояния 1 м. Рефлексы сухожильные с верхних конечностей D=S. Рефлексы сухожильные с нижних конечностей D=S. Брюшные рефлексы обычные. Сила мышц достаточная. Тонус мышц физиологический. Патологических рефлексов нет. Менингеальные знаки отрицательные. Координационные пробы выполняет удовлетворительно. Кожные покровы чистые, бледно-розового цвета. Волосистая часть головы под повязкой, скудно пропитана серозно-геморрагическим отделяемым. Видимые слизистые оболочки без гиперемии, энантемы нет. Язык влажный, обложен налётом. Подкожно-жировая клетчатка развита умеренно. Периферические лимфоузлы не пальпируются. Грудная клетка обычной формы. При аускультации дыхание везикулярное, проводится по всем полям равномерно, хрипов нет. Перкуторно лёгочный звук в симметричных участках. ЧД 20 в минуту. Границы сердца не расширены. Тоны сердца ясные, чистые. Ритм сердечных сокращений не нарушен. Пульс 92 в минуту. АД 120 и 84 мм рт. ст. Живот обычной формы, мягкий, безболезненный. Симптомы раздражения брюшины отсутствуют. Патологических образований в брюшной полости не определяется. Печень не выступает из-под края рёберной дуги, селезёнка не пальпируется.

Стул регулярный, оформленный. Наружные половые органы сформированы правильно по мужскому типу. Диурез не нарушен.

Местный статус — мягкая бинтовая повязка на голове пропитана серозно-геморрагическим отделяемым. На коже левой половины лица, левой ушной раковине, заушной области имеются точечные округлой формы (0,1×0,1 см) множественные раны после воздействия горячего пороха или заряда. В левой лобно-теменно-височной области участок повреждённой кожи, подкожной клетчатки, мышц, апоневроза и частично надкостницы размером 20×25 см с участками размозжения мягких тканей ближе к центру повреждения 12×10 см. В центральной части данной области дно раны представлено костью (кость оголена, без надкостницы) 8×4 см, книзу от кости участок некротизированной височной мышцы. Края раны вокруг оголённой кости тёмно-красного и вишневого цвета. В ранах лобно-теменно-височной области тёмно-красная дерма с локальными участками некроза тёмно-коричневого цвета (рис 2.) Рана промыта 3% раствором перекиси водорода, водным раствором 0,05% хлоргексидина. Асептическая повязка с хлоргексидином.

С учётом ранее проведённой первичной хирургической обработки раны дополнительные хирургические пособия не проводились. Запланировано этапное хирургическое лечение.

Предварительный диагноз: открытая непроникающая черепно-мозговая травма, непроникающее минно-взрывное повреждение волосистой части головы, сотрясение головного мозга? баротравма? Термический ожог II–III–IV степени волосистой части головы и левой половины лица, S — 3% п.т. (III–IV ст. S — 2% п.т.).

Проведено обследование: общий анализ крови: эритроциты —  $4,52 \times 10^{12}/л$ , гемоглобин — 128 г/л, гематокрит — 38%, тромбоциты —  $241,0 \times 10^9/л$ , лейкоциты —  $20,0 \times 10^9/л$ , Ne (Сe) — 86%, Li — 7,0, моноциты — 7,0%, скорость оседания эритроцитов — 4 мм/ч (лейкоцитоз со сдвигом лейкоцитарной формулы влево).

Общий анализ мочи: цвет жёлтый, прозрачная, pH кислая; удельный вес — 1020%, белок отрицательный, ацетон отрицательный, уробилин 0,1, лейкоциты 1–2 в поле зрения, слизь положительная, эритроциты не изменённые — 0 в поле зрения (показатели в пределах нормы).

Биохимический анализ крови: общий белок — 56,20 г/л, аланинаминотрансфераза — 16,30 Е/л, аспаратаминотрансфераза — 28,80 Е/л, билирубин общий — 19,02 мкмоль/л, билирубин прямой — 5,68 мкмоль/л, билирубин не прямой — 13,30 мкмоль/л, холестерин — 2,51 ммоль/л, глюкоза — 3,89 ммоль/л, мочевины — 3,46 ммоль/л, креатинин — 57,37 мкмоль/л, щелочная фосфатаза — 155,65 Ед/л, α-амилаза — 20,80 Ед/л (снижение общего белка, холестерина и α-амилазы; увеличение прямого билирубина).

Анализ мочи на химико-токсикологическое исследование — вещества не обнаружены.



Рис. 2. Status localis на момент поступления.

Fig. 2. Status localis on admission.

Посев биоматериала из раны при переводе из МРКЦБ (после первичной хирургической обработки ран) и перед аутодермопластикой: микрофлора не обнаружена.

Заключение электрокардиографии: синусовая аритмия, вертикальное положение электрической оси сердца.

С целью определения возможных повреждений глотки, пищевода, желудка и двенадцатипёрстной кишки, а также развития возможных осложнений (язва, кровотечение) проведена эзофагогастродуоденоскопия: рефлюкс-эзофагит I–A степени, поверхностный гастрит, дуоденогастральный рефлюкс II степени.

Осмотр лор-врача. Риноскопия: наружный нос не деформирован. Дыхание носом свободное. Слизистая носа розовая, влажная. Носовые раковины обычные. Отделяемого нет. Обоняние не нарушено, со слов пациента. Носовая перегородка не смещена, расположена по средней линии. Носоглотка свободная.

Фарингоскопия: зев симметричен. Слизистая глотки розовая. Нёбные дужки обычные. Нёбные миндалины рыхлые. Лакуны свободные. Налёта нет. Регионарные лимфатические узлы не увеличены.

Отоскопия: AS и AD — ушные раковины правильной формы. Пальпация козелков, сосцевидных отростков безболезненная с обеих сторон. На левой половине лица, левой ушной раковине, заушной области имеются точечной округлой формы 0,1×0,1 см множественные раны после воздействия горячего пороха или заряда. Наружный слуховой проход свободный справа, слева несколько сужен в хрящевом отделе. Кожа наружного слухового прохода справа обычной окраски, слева розовая, отёчная. Барабанная перепонка справа серого цвета, контуры сохранены. Слева барабанная перепонка не обозрима в связи с наличием обильного отделяемого эпидермальных масс с геморрагическим компонентом. На момент осмотра установить наличие повреждения барабанной перепонки слева не представляется возможным из-за выраженного болевого синдрома при туалете



наружного слухового прохода. Заложен тампон с мазью Левомеколь в правое ухо на 24 ч.

Повторный осмотр лор-врачом через сутки. Уточнение по осмотру барабанной перепонки слева: серо-розовая, перфорация в мезотимпануме. Отделяемые эпидермальные массы в небольшом количестве. С целью создания благоприятных условий для рубцевания перепонки назначено местное лечение с использованием мази Левомеколь.

Консультация офтальмолога (7-е сутки после госпитализации): OD Vis=1,0. OS Vis=1,0. Поля зрения: в норме. Положение глазных яблок: движение глазных яблок в полном объеме, девиация 0 градусов. Веки: OD — верхнее веко слегка отёчно в наружной трети. Конъюнктивит: розовая, рыхлая, отделяемое в полости конъюнктивы на момент осмотра отсутствует.

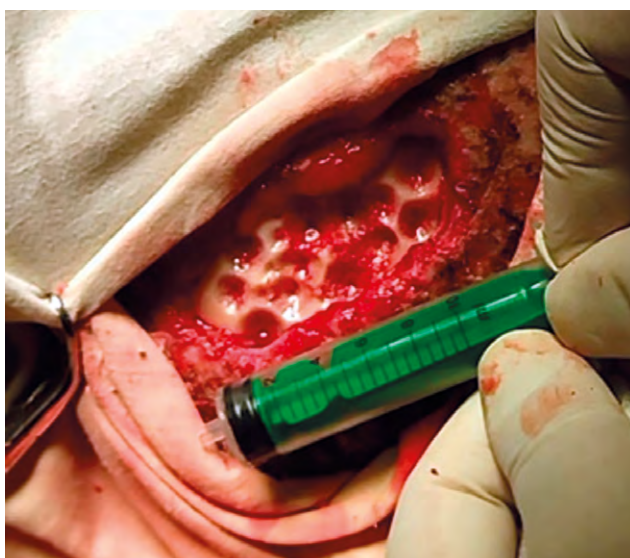
Правый и левый глаз: спокойный, оптические среды прозрачные, зрачок круглой формы, реакция зрачка на свет сохранена.

Глазное дно справа: диск зрительного нерва бледно-розовый, границы чёткие, соотношение сосудов правильное.

Глазное дно слева: диск зрительного нерва бледно-розовый, границы чёткие, вены и артерии умеренно извиты.

Диагноз: OD — реактивный отёк верхнего века. Ангиопатия сетчатки, левостороннее преобладание.

Заключительный диагноз: открытая непроникающая черепно-мозговая травма, непроникающее минно-взрывное повреждение волосистой части головы, термический ожог III–IV степени волосистой части головы и левой половины лица, S — 3% п.т., сотрясение головного мозга, перфорация барабанной перепонки слева, ангиопатия сетчатки, левостороннее преобладание. Сопутствующий: рефлюкс-эзофагит I-A степени, поверхностный гастрит, дуоденогастральный рефлюкс II степени.



**Рис. 3.** Наложение фрезевых реваскуляризирующих углублений на оголённые кости свода черепа.

**Fig. 3.** The imposition of milling revascularization depressions on the exposed bones of the cranial vault.

## Лечение

Медикаментозное: корригирующая инфузионная терапия: раствор 5% глюкозы, 4% калия хлорид; 0,9% раствор натрия хлорида; антибактериальная (цефтриаксон, цефтазидим, цефотаксим, амикацин, Лефлоракт), антигистаминная (хлоропирамин, лоратадин), препараты, улучшающие микроциркуляцию и реологические свойства крови (пентоксифиллин), препараты, улучшающую регенерацию тканей (актовегин), обезболивающая терапия по показаниям; препараты, нормализующие и активирующие процессы центральной нервной системы (глицин), в послеоперационном периоде с целью подавления аутоенсибилизации дексаметазон. Учитывая механизм травмы, проводилось введение противогангренозной сыворотки, а также в связи с отсутствием данных о прививках — экстренная профилактика столбнячной инфекции.

Местное лечение: обработка открытых ран водным раствором 0,05% хлоргексидина, 3 раза в день, при этом частично удалялись участки некротических тканей по периметру. Перевязка с покрытием «Парапран с хлоргексидином». Повязка — чепец, фиксирующий бинт. Магнитотерапия и ультравысокочастотная терапия на поражённые области.

На 17-е сутки после поступления выполнена некрэктомия.

На 24-е сутки с момента поступления (7-е сутки после первой некрэктомии) выполнено наложение фрезевых реваскуляризирующих углублений на оголённые кости свода черепа (рис. 3).

На 46-е сутки с момента поступления (22-е сутки после второго наложения фрезевых реваскуляризирующих углублений на оголённые кости свода черепа) выполнена аутодермопластика гранулирующей раны волосистой части головы: электродерматомом ДЗ-60-01 с передней поверхности левого бедра выполнен забор расщеплённого кожного лоскута толщиной 0,3 мм и площадью около 6×10 см. Донорская рана укрыта салфетками, смоченными водным раствором хлоргексидина. Кожный лоскут перфорирован и уложен на гранулирующую рану, закрыта вся её площадь. Лоскут по периметру фиксирован узловыми швами к здоровой коже, укрыт салфеткой, смоченной водным раствором хлоргексидина, прижат рыхлым тампоном с его фиксацией. Наложены асептические повязки на раны.

**Исход последующего наблюдения.** Ребёнок выписан (отказ от стационарного лечения) с улучшением на 55-е сутки с момента поступления (рис. 4): рана на волосистой части головы зажила, приживление аутодермопластата с частичным лизисом.

Рекомендовано: продолжить антибактериальную, десенсибилизирующую терапию, местное лечение (перевязки поражённых участков с антисептиками 1 раз в день) амбулаторно. Длительность и коррекция терапии должна быть согласована с хирургом в поликлинике по месту жительства.

В связи с наступлением совершеннолетия и переходом пациента во взрослую сеть катамнез проследить не удалось.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Взрывные повреждения относятся к числу наиболее тяжёлых травм. Чаще всего речь идёт о множественных и сочетанных травмах, характеризующихся особо тяжёлым общим состоянием пострадавших и обширными местными поражениями мягких тканей и костей различной локализации, могут быть с открытыми и закрытыми повреждениями головы, органов груди и живота. Наиболее тяжёлые повреждения происходят при нахождении в непосредственной близости от взрыва, усугубляет ситуацию нахождение в замкнутом пространстве [4, 8]. Представленный в клиническом примере механизм травмы (травма получена в результате случайного выстрела из гранатомёта РПГ-18, подросток находился при этом в закрытом автомобиле) и ожидания степени тяжести и повреждений, которые могли быть получены пациентом в замкнутом пространстве, не соответствуют литературным данным [10].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При оказании медицинской помощи пациентам с взрывной патологией большое значение имеет уровень подготовки врачей различных специальностей к диагностике и лечению данного вида повреждений. Знание особенностей повреждений, возникающих в результате взрывной травмы, необходимо для правильного построения диагностического поиска, постановки диагноза и проведения лечебных мероприятий.

В данном клиническом примере пациент со взрывной травмой выписан с улучшением, стационарный курс лечения составил 55 койко-дней. Успешного исхода лечения в этом клиническом случае, по нашему мнению, позволили добиться быстрая транспортировка пострадавшего в ближайшее медицинское учреждение — МРЦКБ (в котором оказывается помощь взрослому населению), где выполнено в кратчайшие сроки комплексное обследование и начато адекватное лечение; быстрый перевод больного из МРЦКБ в специализированное детское хирургическое отделение, где проведена полная и качественная диагностика повреждений, усиление и продолжение всех лечебных мероприятий в полном объёме по стандартам оказания специализированной медицинской помощи; непрерывность и последовательность консервативных и хирургических лечебных мероприятий и своевременная коррекция возникающих проблем.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.



**Рис. 4.** Status localis после лечения (перед выпиской).

**Fig. 4.** Status localis after treatment (before discharge).

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.И. Окунева — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, написание, редактирование; Н.А. Калябин, А.А. Копейкина — концепция и дизайн исследования; А.Р. Бабаниязов — написание статьи; Н.А. Окунев — редактирование.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на анализ и публикацию медицинских данных. Дата подписания: 16.10.21.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that there was no external funding for the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contribution is distributed as follows: A.I. Okuneva — concept and design of research, collection and processing of material, writing, editing; N.A. Kalabkin, A.A. Kopeikina — concept and design of research; A.R. Babaniyazov — manuscript writing; N.A. Okunev — editing.

**Consent for publication.** The patient's legal representatives gave informed voluntary written consent to participate in the study (date of signing 16.10.21).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nechaev EA, Gritsnov AI, Minnullin IP. Explosive damage. Saint Petersburg: Foliant, 2002. ISBN: 5-86581-077-4 EDN: YUGYTN
2. Gruber NM, Valeev EK, Shulman AA. Pathogenetic mechanisms of traumatic disease at mechanical damages. *Prakticheskaya meditsina*. 2018;7(1):25–29. EDN: YLXJCX
3. Kotiv BN, Samohvalov IM, Badalov VI. Battle-field surgery in the beginning of 21<sup>st</sup> century. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2016;337(5):4–10. EDN: WZTLJX
4. Shapovalov VM, Gladkov RV. Explosive damage in peacetime: epidemiology, pathogenesis and main clinical manifestations. *Mediko-biologicheskie i sotsialno-psikhologicheskie problemy bezopasnosti v chrezvychainykh situatsiyakh*. 2014;(3):5–16. doi: 10.25016/2541-7487-2014-0-3-5-16 EDN: TBWBFF
5. Badalov VI, Zhumanazarov BJ, Ozeretskovsky LB, et al. Features of peaceful time modern gunshot wounds in the big city. *Emergency medical care*. 2016;17(2):49–56. doi: 10.24884/2072-6716-2016-17-2-49-56
6. Bahadova EM, Karpov SM, Apaguni AE, et al. Long-term effects mine-blast injuries on neurophysiological state of the brain. *Fundamentalnye issledovaniya*. 2014;2:28–33. EDN: RZQTJN
7. Perlovskaya VV, Dyukov AA, Nerntina E.V. The experience of treatment of children with mine-blast injuries. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*. 2013;(6):155–159. EDN: RIYVGX
8. Polushin YuS. Blast injuries (lecture). *Vestnik anesteziologii i reanimatologii*. 2022;6(19):6–17. doi: 10.21292/2078-5658-2022-19-6-6-17 EDN: IEYZCF
9. Bogdanov SB, Karakulev AV, Polyakov AV, et al. Improvement in treatment of patients with traumatic injuries to soft tissues of the head. *Politравма*. 2020;2:66–70. doi: 10.24411/1819-1495-2020-10022 EDN: CLHWPK
10. Giannou K, Baldan M, Molde A. Military field surgery. *ICRC*. 2013;(2):679.

## ОБ АВТОРАХ

\* **Окунева Александра Ивановна**, канд. мед. наук;  
адрес: Россия, 430031, Саранск, ул. Большевикская, д. 68;  
ORCID: 0000-0002-7182-2197;  
eLibrary SPIN: 9726-0748;  
e-mail: toropkinaokuneva@yandex.ru

**Окунев Николай Александрович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0001-8786-6998;  
eLibrary SPIN: 9705-0818;  
e-mail: nicolai.okunev@yandex.ru

**Калабкин Николай Андреевич**;  
ORCID: 0000-0002-6916-9766;  
eLibrary SPIN: 7835-2880;  
e-mail: kalabkin-1990@yandex.ru

**Копейкина Анастасия Александровна**;  
ORCID: 0000-0001-8831-0895;  
e-mail: kopeykina.ananas1397@mail.ru

**Бабаниязов Агаджан Рустамович**;  
ORCID: 0000-0003-3158-8233;  
e-mail: a.babaniyazow1999@gmail.com

## AUTHORS' INFO

\* **Aleksandra I. Okuneva**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
address: 68 Bolshevistskaya street, Saransk, Russia, 430031;  
ORCID: 0000-0002-7182-2197;  
eLibrary SPIN: 9726-0748;  
e-mail: toropkinaokuneva@yandex.ru

**Nicolai A. Okunev**, MD, Dr. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0001-8786-6998;  
eLibrary SPIN: 9705-0818;  
e-mail: nicolai.okunev@yandex.ru

**Nikolai A. Kalabkin**, MD;  
ORCID: 0000-0002-6916-9766;  
eLibrary SPIN: 7835-2880;  
e-mail: kalabkin-1990@yandex.ru

**Anastasia A. Kopeikina**;  
ORCID: 0000-0001-8831-0895;  
e-mail: kopeykina.ananas1397@mail.ru

**Agajan R. Babaniyazov**, MD;  
ORCID: 0000-0003-3158-8233;  
e-mail: a.babaniyazow1999@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author



DOI: <https://doi.org/10.17816/ps836>

## Острый аппендицит, осложнённый перитонитом, у недоношенного новорождённого: клиническое наблюдение

А.А. Гумеров<sup>1</sup>, А.Е. Неудачин<sup>2</sup>, Р.А. Гумеров<sup>2</sup>, А.Д. Мустафин<sup>2</sup>, И.О. Валитов<sup>1</sup>, И.И. Хидиятов<sup>1</sup>, Г.И. Минибаева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Башкирский государственный медицинский университет, Уфа, Россия;

<sup>2</sup> Республиканская детская клиническая больница, Уфа, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Острый аппендицит у недоношенных новорождённых встречается весьма редко и описан в виде единичных наблюдений. Его симптомы и клиническая картина сходны с таковыми при других острых заболеваниях брюшной полости у недоношенных новорождённых. Диагностика этой патологии до операции — одна из сложных проблем неонатальной хирургии. Эта патология выявляется случайно на операции по поводу других заболеваний.

**Описание клинического случая.** Мы представляем редкий клинический случай острого аппендицита, осложнённого перитонитом, у недоношенного новорождённого в возрасте 11 сут, с массой тела 1200 г. После клинико-рентгенологического исследования с диагнозом «некротизирующий энтероколит, перфорация полого органа» проведён лапароцентез и дренирование брюшной полости. По стабилизации состояния через 3 дня ребёнку на лапаротомии диагностирован гангренозно-перфоративный аппендицит, выполнена аппендэктомия. Выздоровление по хирургической патологии. На 13-е сутки пациент переведён в отделение патологии недоношенных для выхаживания. Ребёнок в удовлетворительном состоянии выписан домой в возрасте 1 мес с массой тела 2250 г.

**Заключение.** Апароцентез и дренирование брюшной полости с последующим выполнением лапаротомии и аппендэктомии улучшили результаты лечения острого аппендицита у недоношенных новорождённых.

**Ключевые слова:** недоношенный новорождённый; клинический случай; аппендицит; перитонит; некротический энтероколит; лапароцентез; операция.

### Как цитировать:

Гумеров А.А., Неудачин А.Е., Гумеров Р.А., Мустафин А.Д., Валитов И.О., Хидиятов И.И., Минибаева Г.И. Острый аппендицит, осложнённый перитонитом, у недоношенного новорождённого: клиническое наблюдение // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 57–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps836>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps836>

## Acute appendicitis complicated by peritonitis in a premature newborn: a clinical observation

Aitbay A. Gumerov<sup>1</sup>, Artem E. Neudachin<sup>2</sup>, Ramil A. Gumerov<sup>2</sup>, Aidar D. Mustafin<sup>2</sup>, Ildar O. Valitov<sup>1</sup>, Ildar I. Khidiyatov<sup>1</sup>, Gulfiya I. Minibaeva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Bashkir State Medical University, Ufa, Russia;

<sup>2</sup> Republican Children's Clinical Hospital, Ufa, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Acute appendicitis in premature newborns (AAPI) is very rare case and is described as isolated observations. AAPI symptoms and clinical picture are similar to those of other acute abdominal diseases in premature newborns. Its diagnosis before surgery is one of the complex problems of neonatal surgery. This pathology is detected accidentally during surgery for other diseases.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** We present a rare clinical case of acute appendicitis complicated by peritonitis in a premature newborn aged 11 days, weighing 1200 g. After a clinical and radiological examination diagnosis of necrotic enterocolitis (NEC) and perforation of a hollow organ was put. Laparocentesis and drainage of the abdominal cavity were performed. After patient's state stabilization three days later gangrenous perforated appendicitis was diagnosed during laparotomy 3 days later, and appendectomy was performed. Recovery complied with that of the surgical pathology. On day 13th, the patient was transferred to the department of pathology of premature babies for nursing. The child, being in satisfactory condition, was discharged home at the age of 1 month weighing 2250 g.

**CONCLUSION:** Laparocentesis and drainage of the abdominal cavity with subsequent laparotomy and appendectomy improves outcomes in AAPI patient.

**Keywords:** premature newborn; clinical case; appendicitis; peritonitis; necrotic enterocolitis; laparocentesis; surgery.

### To cite this article:

Gumerov AA, Neudachin AE, Gumerov RA, Mustafin AD, Valitov IO, Khidiyatov II, Minibaeva GI. Acute appendicitis complicated by peritonitis in a premature newborn: a clinical observation. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):57–62. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps836>

## ОБОСНОВАНИЕ

Острый аппендицит у недоношенных новорождённых встречается чрезвычайно редко [1–3]. Большинство авторов описывают единичные наблюдения [4–7]. Клиническая картина этой патологии не имеет характерной симптоматики [8–10], а имеющиеся объективные данные напоминают клинику некротизирующего энтероколита (НЭК), перфорации кишечника и желудка недоношенных новорождённых [11–13]. Ряд авторов отмечают сложность диагностики этих заболеваний. Диагноз: «Острый аппендицит» у недоношенных новорождённых устанавливается во время операции по поводу НЭК [14–16].

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Ребёнок Ш., 11 сут. Родился 06.09.2023 путём кесарева сечения от 1-х родов на 30-й неделе беременности. Масса тела при рождении — 1200 г, длина тела 36 см, оценка по шкале Апгар 5/7 баллов. Находился в Республиканском перинатальном центре с диагнозом: врождённая инфекция, пневмония, дыхательная недостаточность III степени, респираторный дистресс-синдром у новорождённого, гипоксическая ишемическая энцефалопатия новорождённого. В связи с дыхательной недостаточностью ребёнок переведён на искусственную вентиляцию лёгких, на 3-сутки — на самостоятельное дыхание. На 9-е сутки — ухудшение состояния, пациент повторно переведён на искусственную вентиляцию лёгких. На консультацию приглашён детский хирург из РДКБ.

### Результаты клинического, лабораторного и инструментального исследования

Состояние крайне тяжёлое. Кожные покровы и видимые слизистые оболочки бледно-розовые. В лёгких пузрильное дыхание проводилось по всем полям, хрипы не выслушиваются. Частота дыхания 65 в минуту. Тоны сердца ясные, ритмичные, пульс 155 в минуту. Живот вздут, болезненный, наблюдается отёчность передней брюшной стенки. Перистальтика кишечника не выслушивается, из желудка — застойное отделяемое. Стула нет.

### Лабораторная и инструментальная диагностика

Общий анализ крови от 15.09.23 г.: эритроциты —  $5,54 \times 10^{12}/л$ , гемоглобин — 112 г/л, лейкоциты  $19,6 \times 10^9/л$ .

Биохимический анализ крови: общий билирубин — 92 мкмоль/л, аланиаминотрансфераза — 15 Ед/л, аспартаминотрансфераза — 4 Ед/л, общий белок — 36 г/л, мочевины — 4,0 ммоль/л.

Общий анализ мочи: показатели в пределах нормы.

Обзорная рентгенограмма брюшной полости: в латеропозиции свободный газ обнаруживается под передней брюшной стенкой (рис. 1).



**Рис. 1.** Рентгенограмма органов брюшной полости в латеропозиции. Воздух определяется под передней брюшной стенкой.

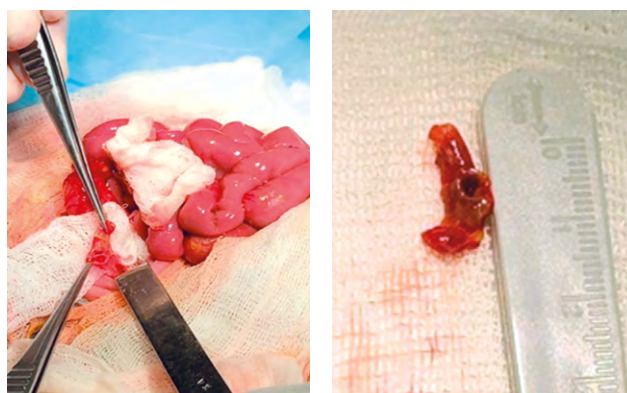
**Fig. 1.** Radiograph of abdominal organs in the lateral position. Air is detected under the anterior abdominal wall.

### Предварительный диагноз

На основании клинико-рентгенологического исследования заподозрен НЭК, 3-я «Б» стадия, перфорация полого органа, перитонит.

### Лечение

Крайне тяжёлое состояние обусловлено резким повышением внутрибрюшного давления. В связи с этим выполнен лапароцентез и дренирование брюшной полости, выделилось большое количество воздуха и мутного выпота желтоватого цвета. На фоне комплексной терапии дренирование брюшной полости позволило провести адекватную респираторную поддержку и стабилизацию гемодинамики, а также дало возможность уменьшить вздутие живота и застойное отделяемое из желудка. Состояние больного стабилизировалось. На 3-и сутки после постановки дренажа ребёнок переведён из перинатального центра в отделение хирургии новорождённых РДКБ. После предоперационной подготовки под общим обезболиванием с предположительным диагнозом «НЭК, перфорация полого органа, перитонит» 18.06.23 выполнена поперечная лапаротомия слева, выделился гнойный выпот с примесью кишечного содержимого. Петли тонкой кишки отёчны, гиперемизованы, покрыты фибрином. При ревизии выявлен перфоративный аппендицит, в средней трети отростка обнаружено перфорационное отверстие размером 0,3×0,2 мм (рис. 2), откуда поступает кишечное



**Рис. 2.** Интраоперационная картина: перфорация червеобразного отростка.

**Fig. 2.** Intraoperative picture: perforation of the appendix.

содержимое и воздух. На остальном протяжении отросток не изменён. Проведена аппендэктомия лигатурным способом и санация брюшной полости. Наложены послойные швы на рану нитью (викрил 4-0).

Послеоперационный диагноз: гангренозно-перфоративный аппендицит, каловый перитонит. Гистологическое заключение: острый деструктивный флегмонозно-язвенный перфоративный аппендицит, перитонит.

В бактериологическом посеве выпота из брюшной полости выявили *Str. faecalis*, грибы рода *Candida*.

### Исход и результаты последующего наблюдения

Послеоперационное лечение включало респираторную, инотропную поддержку, анальгезию, инфузионную, антибактериальную терапию. На 5-е сутки после операции в связи со стойкими клиническими признаками пареза кишечника для исключения ранней спаечной кишечной непроходимости проведено пероральное контрастирование желудочно-кишечного тракта после введения водорастворимого контраста. На рентгенограмме через 1, 3, 6 ч после введения контраста наблюдалось замедление времени транзита по кишечнику, признаков непроходимости не отмечалось (рис. 3).

На фоне проводимой комплексной терапии состояние новорождённого постепенно улучшилось. На 7-е сутки после операции восстановился пассаж по кишечнику и начато энтеральное кормление с 10 мл грудного молока с постепенным увеличением до необходимого объёма. Швы сняли на 10-е сутки, заживление раны первичным натяжением. Выздоровление по хирургической патологии. На 13-е сутки ребёнок переведён в отделение патологии недоношенных детей для выхаживания. Выписан в удовлетворительном состоянии через 34 дня с массой тела 2250 г.

Ребёнок осмотрен через год. Мать больного жалоб не предъявляет. Стул регулярен. Развивается соответственно возрасту.

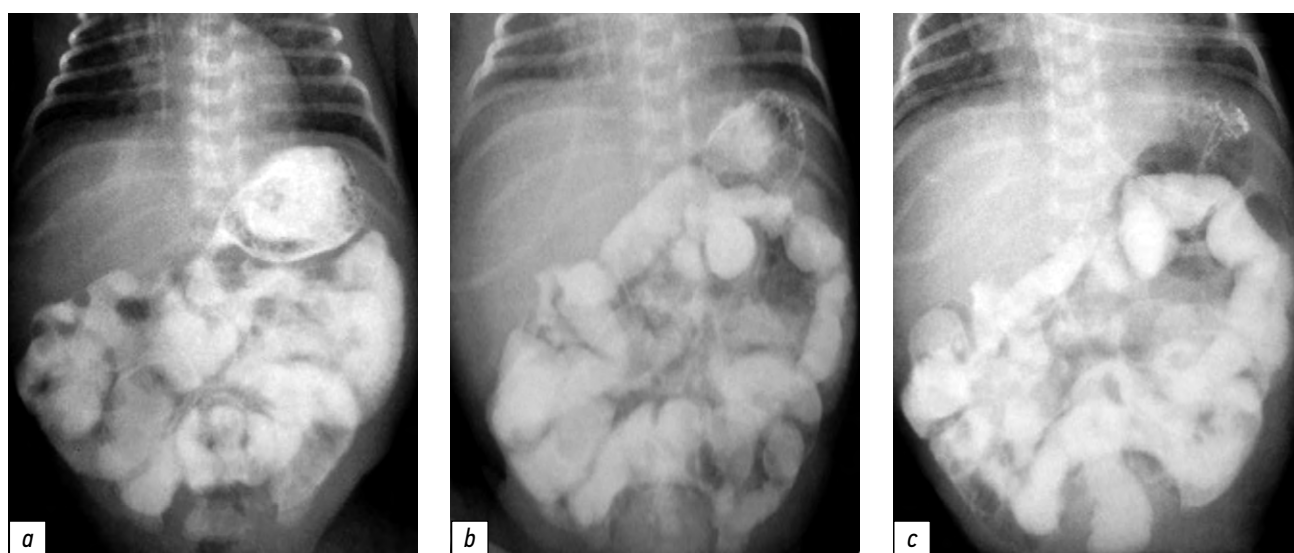
### ОБСУЖДЕНИЕ

Данное клиническое наблюдение представляет крайне тяжёлую и редкую патологию острого аппендицита у недоношенного новорождённого, которое нередко является причиной развития тяжёлых осложнений или летальных исходов [8, 16, 17].

Диагностика этой патологии до операции крайне сложна, а порой невозможна, что обуславливается отсутствием специфичных симптомов [8, 9, 18, 19]. Нередко заболевание расценивается как НЭК или перфорация кишечника [3, 12, 20]. Ряд авторов [21–23] отмечают сложность дифференциальной диагностики этих двух заболеваний.

Так, Р. Naik [15] описывает клинический случай недоношенного новорождённого, у которого на 2-е сутки диагностирован перитонит с диагнозом НЭК, проведено дренирование брюшной полости. В последующем на операции обнаружен перфоративный аппендицит. I. Кагорова и соавт. [14] описывают клинический случай — самоампутацию червеобразного отростка новорождённого при НЭК. Известны случаи, когда некоторые авторы острый аппендицит у недоношенного новорождённого обнаружили в грыжевом мешке во время операции по поводу ущемлённой паховой грыжи [5, 8, 24, 25].

Наше исследование подтвердило, что диагноз: «Острый аппендицит» у новорождённого установить практически невозможно, так как он сопровождается симптомами, характерными для других воспалительных заболеваний, которые наблюдаются в этой возрастной группе [12, 17, 26].



**Рис. 3.** Пассаж контраста по кишечнику через 1 (а), 3 (b), 6 (с) ч после введения (данных за непроходимость кишечника нет).

**Fig. 3.** Passage of the contrast through the intestines 1 (a), 3 (b), 6 (c) hours after contrast administration (no evidence of intestinal obstruction).



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Острый аппендицит — крайне редкая причина перитонита у недоношенного новорождённого. Этапный подход — лапароцентез и дренирование брюшной полости, а также отсроченная лапаротомия — является методом выбора лечения.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.А. Гумеров — редактирование; А.Е. Неудачин, Р.А. Гумеров, И.И. Хидиятов — написание текста и редактирование; И.О. Валитов, А.Д. Мустафин, Г.И. Минибаява — сбор и обработка материала.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на анализ и публикацию медицинских данных. Дата подписания: 10.09.2024.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that they have not received any external funding for the study and publication preparation.

**Competing interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, conducting the study and preparing the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: A.A. Gumerov — editing; A.E. Neudachin, R.A. Gumerov, I.I. Khidiyatov — writing and editing; I.O. Valitov, A.D. Mustafin, G.I. Minibaeva — collection and processing of material.

**Consent for publication.** The authors received written consent from the patient's legal representatives for the analysis and publication of medical data. Date of signing 10.09.2024.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Olkhova EB, Kartseva EV, Kuznetsova EV, et al. Neonatal acute appendicitis (Case Report). *Radiology — practice*. 2015;(3):54–59. EDN: TZIVFV
2. Ayoub BH, Al Omran Y, Hassan A, Al Hindi S. The importance of timely detection and management in neonatal appendicitis. *BMJ Case Rep*. 2014;2014:bcr2014203663. doi: 10.1136/bcr-2014-203663
3. Semerci SY, Kurnaz D, Babayigit A, et al. Neonatal Appendicitis as a Rare Cause of Intestinal Perforation in a Preterm Neonate. *J Coll Physicians Surg Pak*. 2017;27(3):S38–S40
4. Bocharov RV, Pogorelko VG, Yushmanova AB, et al. Clinical cases of acute appendicitis in newborns. *Russian Bulletin of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Resuscitation*. 2020;10(2): 203–208. doi: 10.17816/psaic600 EDN: WLCPTI
5. Grigovich IN, Fomichev DV. Gangrenous appendicitis in a strangulated inguinoscrotal hernia in a newborn. *Pediatric surgery*. 2000;(5):50–51.
6. Badhani A, Singh SK. Appendicular perforation in a neonate: a case report. *Int Surg J*. 2019;6(5):1800–1802. doi: 10.18203/2349-2902.isj20191913
7. Haider F, Barak A, Al Kooheji M, et al. Perforated acute appendicitis with no peritonitis in a premature baby: a case report. *J Med Case Rep*. 2017;11:125. doi: 10.1186/s13256-017-1289-0
8. Carrillo Arroyo I, Rodríguez de Alarcón García J, Palomar Ramos J, et al. Neonatal appendicitis: how many sides does this coin have? *Cir Pediatr*. 2021;34(3):143–146.
9. Zhao Y, Tang C, Huang J, et al. Clinical characteristics and prognosis of 69 cases of neonatal appendicitis. *Pediatr Investig*. 2023;7(2):95–101. doi: 10.1002/ped4.12384
10. Arias-Llorente RP, Flóres-Díes P, Oviedo-Gutiérrez M, et al. Acute neonatal appendicitis: A diagnosis to consider in abdominal sepsis. *J Neonatal Perinatal Medicine*. 2014;7(3):241–246. doi: 10.3233/NPM-14814003
11. Gui M, Liu W, Liu Q, et al. Analysis of Cases of Neonatal Appendicitis from a Tertiary Care Unit. *Indian J Pediatr*. 2022;89(10):996–1002. doi: 10.1007/s12098-022-04090-7
12. Katko WA, Uvarova EW. Necrotizing enterocolitis in newborns. *Medical Journal*. 2019;2(68):11–18. EDN: ZQYPSX
13. Zhao Y, Tang C, Huang J, et al. Clinical characteristics and prognosis of 69 cases of neonatal appendicitis. *Pediatr Investig*. 2023;7(2):95–101. doi: 10.1002/ped4.12384
14. Karpova IY, Nikolaychuk VA, Pyatova ED. Self-amputation of vermiform appendix in a newborn baby with ulcerative-necrotic enterocolitis. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2016;20(2):111–112. doi: 10.18821/1560-9510-2016-20-2-111-112
15. Naik P, Anne RP, Mathai SS, Pai N. Neonatal perforated appendicitis: a presentation of necrotising enterocolitis? *BMJ Case Rep*. 2023;16(11):e257097. doi: 10.1136/bcr-2023-257097
16. Bence CM, Densmore JC. Neonatal and Infant Appendicitis. *Clin Perinatol*. 2020;47(1):183–196. doi: 10.1016/j.clp.2019.10.004
17. Kozlov YA, Novozhilov VA, Razumovsky AY. Surgical Diseases of Premature Infants: A National Guide. Moscow: GEOTAR-Media; 2019. 592 p.
18. Schwartz KL, Gilad E, Sigalet D, et al. Neonatal acute appendicitis: a proposed algorithm for timely diagnosis. *J Pediatr Surg*. 2011;46(11):2060–2064. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2011.07.018
19. Chikinev YuV. Clinical variants of abdominal surgical pathology in premature infants. *Pediatric surgery*. 2020;(5):50.
20. Aslam Y, Hasan H, Mirza A, et al. Neonatal Appendicitis With Necrotizing Enterocolitis. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2022;34(3):582–584. doi: 10.55519/JAMC-03-9835

21. Raveenthiran V. Neonatal appendicitis (Part 1): Review of 52 cases with abdominal manifestation. *J Neonatal Surg.* 2015;4(1):4.16.1.17.4.
22. Erginel B, Soysal FG, Celik A, Salman T. Neonatal perforated appendicitis in incarcerated inguinal hernia in the differential diagnosis of testis torsion. *Pediatr Int.* 2017;59(7):831–832. doi: 10.1111/ped.13297
23. Gilad E, Sigalet D, Yu W, Wong AL. Neonatal acute appendicitis: a proposed algorithm for timely diagnosis. *J Pediatr Surg.* 2011;46(11):2060–2064. doi: 10.1016/j.jpedsurg.2011.07.018

24. Kostenko AA, Ivanov AN, Karev MM, et al. Acute appendicitis in a strangulated inguinal-scrotal hernia in children. *Pediatric surgery.* 2003;4:45–46.
25. Platonov AA, Zolnikov ZI. Gangrenous appendicitis in the hernial sac of a newborn. *Pediatric surgery.* 2005;2:51. EDN: HSVIRD
26. Muratov ID. Spontaneous isolated intestinal perforations in low birth weight neonates. *Pediatric surgery.* 2000;2:44–45.

## 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

**Неудачин Артём Евгеньевич**;  
e-mail: nartem1972@yandex.ru

**Гумеров Рамиль Аитбаевич**, д-р мед. наук, доцент;  
ORCID: 0000-0001-9991-6630;  
eLibrary SPIN: 4921-3280;  
e-mail: r.a.gumerov@gmail.com

**Мустафин Айдар Дамирович**;  
ORCID: 0009-0008-1534-9375;  
e-mail: ya.aidar120896@gmail.com

**Валитов Ильдар Октябревич**, канд. мед. наук, доцент;  
ORCID: 0009-0004-3999-8717;  
eLibrary SPIN: 8512-2674;  
e-mail: valitovio@yandex.ru

**Хидиятов Ильдар Ишмурзович**, д-р мед. наук, профессор;  
ORCID: 0000-0003-1749-795X;  
eLibrary SPIN: 1174-8850;  
e-mail: hidiatoff.ildar@yandex.ru

**Минибаева Гульфия Ильфировна**;  
ORCID: 0000-0003-3154-6885;  
eLibrary SPIN: 5600-3940;  
e-mail: g.minibaeva@mail.ru

## AUTHORS' INFO

\* **Aitbay A. Gumerov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
address: 3 Lenina street, Ufa, Republic of Bashkiria, Russia, 450000;  
ORCID: 0000-0001-6183-8286;  
eLibrary SPIN: 7615-7568;  
e-mail: prof.gumerov@mail.com

**Artem E. Neudachin**;  
e-mail: nartem1972@yandex.ru

**Ramil A. Gumerov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Assistant Professor;  
ORCID: 0000-0001-9991-6630;  
eLibrary SPIN: 4921-3280;  
e-mail: r.a.gumerov@gmail.com

**Aidar D. Mustafin**;  
ORCID: 0009-0008-1534-9375;  
e-mail: ya.aidar120896@gmail.com

**Ildar O. Valitov**, Cand. Sci. (Medicine), Assistant Professor;  
ORCID: 0009-0004-3999-8717;  
eLibrary SPIN: 8512-2674;  
e-mail: valitovio@yandex.ru

**Ildar I. Khidiyatov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
ORCID: 0000-0003-1749-795X;  
eLibrary SPIN: 1174-8850;  
e-mail: hidiatoff.ildar@yandex.ru

**Gulfiya I. Minibaeva**;  
ORCID: 0000-0003-3154-6885;  
eLibrary SPIN: 5600-3940;  
e-mail: g.minibaeva@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps769>

# Бессимптомное течение осложнения множественных магнитных инородных тел кишечника у ребёнка 3 лет: клиническое наблюдение

В.А. Саввина<sup>1, 2</sup>, И.Ю. Шейкин<sup>1, 2</sup>, А.Ю. Тарасов<sup>2</sup>, В.Н. Николаев<sup>1</sup>, А.Р. Варфоломеев<sup>1</sup><sup>1</sup> Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова, Якутск, Россия;<sup>2</sup> Республиканская больница — Национальный центр медицины им. М.Е. Николаева, Якутск, Россия

## АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Магнитные инородные тела в желудочно-кишечном тракте у детей встречаются нередко. Их особенностью является склонность к «склеиванию» друг с другом с развитием перфорации кишечника, кишечных свищей или непроходимости. Иногда грозные осложнения могут протекать бессимптомно, что может привести к их поздней диагностике.

**Описание клинического наблюдения.** В данной публикации приводим пример случайного выявления на рентген-исследовании магнитных инородных тел кишечника у ребёнка 3 лет без клинических проявлений в виде цепочки в проекции мезогастрия. Давность проглатывания их неизвестна, состояние ребёнка было удовлетворительным. При оперативном лечении обнаружены патологические соустья между кишечными петлями без признаков развития перитонита. Была выполнена срединная лапаротомия, у ребенка удалены инородные тела — круглые разноцветные магнитные шарики диаметром 0,3 см, сцепленные между собой, в количестве 34 шт.

**Заключение.** Отсутствие специфических клинических симптомов препятствовало своевременной диагностике патологически сформированных межкишечных соустьев. Клинический случай описывает серьёзное осложнение множественных магнитных инородных тел в желудочно-кишечном тракте у ребёнка. В послеоперационном периоде пациент выписан с выздоровлением.

**Ключевые слова:** клинический случай инородного тела кишечника; дети; магнитные инородные тела.

## Как цитировать:

Саввина В.А., Шейкин И.Ю., Тарасов А.Ю., Николаев В.Н., Варфоломеев А.Р. Бессимптомное течение осложнения множественных магнитных инородных тел кишечника у ребёнка 3 лет: клиническое наблюдение // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 63–67. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps769>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps769>

# The asymptomatic course of the complication caused by multiple magnetic foreign bodies in the intestine of a child: case report

Valentina A. Savvina<sup>1, 2</sup>, Innokentiy Yu. Sheykin<sup>1, 2</sup>, Anton Yu. Tarasov<sup>2</sup>, Valentin N. Nikolaev<sup>1</sup>, Achmed R. Varfolomeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov, Yakutsk, Russia;

<sup>2</sup> Republican Hospital 1 — National Center of Medicine named after M.E. Nikolaev, Yakutsk, Russia

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** Magnetic foreign bodies of the gastrointestinal tract are not uncommon in children. A feature of the magnetic foreign bodies of the intestine is their tendency to stick together with each other, thus causing intestinal perforation, intestinal fistulas or obstruction. Sometimes serious complications can be asymptomatic which can lead to late diagnostics.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** In the article, the authors present a case of an accidental detection of intestinal magnetic foreign bodies during X-ray examination of a 3-year-old child without any clinical symptoms in the form of a chain in the projection of the mesogastrium. Duration of these magnets' location in the intestine is unknown; child's condition was satisfactory. During surgery, pathological anastomoses between intestinal loops without signs of peritonitis were found. The postoperative period was uneventful, and the child was discharged in the recovering state. A median laparotomy was performed, and foreign bodies were removed from the child — round multicolored magnetic balls 0.3 cm in diameter, interlocked, in an amount of 34 pieces.

**CONCLUSION:** The absence of specific clinical symptoms prevented the timely diagnostics of pathologically formed interintestinal anastomoses. The presented clinical case describes a serious complication caused by multiple magnetic foreign bodies in the gastrointestinal tract in a child.

**Keywords:** case report of intestinal foreign body; children; magnetic foreign bodies.

## To cite this article:

Savvina VA, Sheykin IYu, Tarasov AYU, Nikolaev VN, Varfolomeev AR. The asymptomatic course of the complication caused by multiple magnetic foreign bodies in the intestine of a child: case report. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):63–67. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps769>



## ОБОСНОВАНИЕ

По мнению многих авторов [1], даже одиночное магнитное инородное тело не всегда может свободно самоэвакуироваться из желудочно-кишечного тракта ребёнка. Множественные магнитные инородные тела могут в короткие сроки вызвать серьёзные осложнения [2]. Клинические симптомы осложнений магнитных инородных тел кишечника неспецифичны, что может длительное время создавать сложности в диагностике. Такие инородные тела могут протекать бессимптомно, даже при развитии грозных осложнений. Цель описания клинического случая: обратить внимание на бессимптомное течение патологически сформированного межкишечного соустья.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Ребёнку К., 3 лет, по поводу положительной реакции пробы Манту выполнена 06.09.23 рентгенография органов грудной клетки. Поскольку на плёнку попал снимок и грудной, и брюшной полости, случайно обнаружены магнитные инородные тела в виде цепочки в проекции мезогастрия. Давность нахождения инородных тел в кишечнике неизвестна, факт проглатывания магнитов родители не помнят. Состояние ребёнка удовлетворительное, активен, жалоб не предъявляет, живот мягкий, безболезненный, патологические образования пальпаторно в брюшной полости не определяются. Стул самостоятельный.

С направительным диагнозом «инородные магнитные тела тонкого кишечника» ребёнок 08.09.23 поступает на стационарное обследование и лечение в хирургическое отделение педиатрического центра, доставлен санрейсом из центральной районной больницы.

### Результаты физикального, лабораторного и инструментального исследования

Проведены диагностические исследования: ультразвуковое исследование брюшной полости патологических изменений не выявило, фиброзофагоскопия показала застойную гастропатию. Выполнена обзорная рентгенограмма брюшной полости в прямой проекции при поступлении: визуализируются пневматизированные петли толстого кишечника; скопление рентген-контрастных теней в виде цепочки определяется на уровне L 3, 4 размерами до 4 мм в диаметре каждый; уровней жидкости и свободного газа в брюшной полости нет. Заключение: цепочка в виде браслетика мелких инородных тел в проекции брюшной полости (рис. 1). Общий анализ крови при поступлении: лейкоциты — 7,1; эритроциты — 4,15; гемоглобин — 97 г/л; тромбоциты — 263; нейтрофилы: палочкоядерные — 1, сегментоядерные — 36; эозинофилы — 8; лимфоциты — 53; моноциты — 2; скорость оседания эритроцитов — 12 мм/ч.



**Рис. 1.** Обзорная рентгенограмма брюшной полости при поступлении.

**Fig. 1.** An overview X-ray of the abdominal cavity at admission.

### Предварительный диагноз

Магнитные инородные тела тонкого кишечника.

### Лечение

Учитывая анамнез, стабильный общий статус пациента, отсутствие жалоб, удовлетворительное самочувствие, мягкий безболезненный живот без симптомов раздражения брюшины, анализ крови без воспалительных изменений, решено готовить ребёнка на отложенное оперативное лечение. Накануне операции назначена подготовка — стол 1а, инфузионная терапия, за 40 мин до операции выполнена периперационная антибиотикопрофилактика препаратом ампициллина сульбактам из расчёта 150 мг/кг/сут внутривенно, медленно. 11.09.23 выполнена срединная лапаротомия, при ревизии ниже связки Трейтца на 10 см обнаружен сформированный межкишечный свищ между нижней горизонтальной ветвью двенадцатипёрстной и начальным отделом тощей кишки, в просвете пропальпированы инородные тела. Свищ рассечён, удалены инородные тела — круглые разноцветные магнитные шарики диаметром 0,3 см, сцепленные между собой, в количестве 34 шт. Интраоперационно проведён рентген-контроль брюшной полости — других инородных тел не выявлено. Выполнено ушивание стенки двенадцатипёрстной и тощей кишок двухрядным швом нитью ПДС 4/0. Операционная рана послойно ушита с оставлением дренажа в области ушивания свищей.

## Исход и результаты последующего наблюдения

Послеоперационный период протекал без осложнений, голод в течение 2 сут, со 2-х суток начато поение. На 3-и послеоперационные сутки переведён в общую палату на уход матери, начата энтеральная нагрузка, удалён дренаж из брюшной полости. Выписан на 11-е послеоперационные сутки в удовлетворительном состоянии.

## ОБСУЖДЕНИЕ

При выявлении на рентгенограмме инородных тел в кишечнике заподозрено наличие множественных магнитных инородных тел, в связи с чем по видеосвязи проведена консультация детскими хирургами педиатрического центра. Принято решение о транспортировке санитарным рейсом в стационар 3-го уровня. Учитывая отсутствие клинически у ребёнка перитонеальных симптомов, решено готовить на оперативное лечение экстренно-отсроченно. Метод выбора хирургического доступа в пользу лапаротомии, так как не исключались межкишечные свищи, что и было обнаружено на операции.

Клиническая картина до манифестации симптомов осложнения может отсутствовать. По мнению авторов исследований, одиночные магнитные инородные тела желудочно-кишечного тракта у ребёнка могут самостоятельно эвакуироваться; наибольшую опасность представляют одновременно проглоченные магнитные инородные тела из-за возможности сцепления через стенки кишок или желудка, что может привести к некрозу кишки, перфорации, формированию свища, обструкции просвета кишки, перитониту [1, 2].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инородные тела желудочно-кишечного тракта — частая патология у детей раннего возраста. Они могут вызывать серьёзные осложнения, особенно при наличии множественных магнитных инородных тел. Отсутствие специфических клинических симптомов препятствует своевременной диагностике патологически сформированных межкишечных соустьев. В некоторых случаях,

как представлено в данном сообщении, могут случайно обнаруживаться при рентген-исследовании по поводу другой патологии.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: В.А. Саввина — написание, сбор материала, редактирование; И.Ю. Шейкин — редактирование; А.Ю. Тарасов, В.Н. Николаев, А.Р. Варфоломеев — участие в сборе материалов.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на анализ и публикацию медицинских данных. Дата подписания: 01.02.2024.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that there was no external funding for the study.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The largest contribution is distributed as follows: V.A. Savvina — collection and processing of material, manuscript writing, editing; I.Yu. Shekin — manuscript editing; A.Yu. Tarasov, V.N. Nikolaev, A.R. Varfolomeev — collection and processing of material.

**Consent for publication.** The patient's legal representatives gave informed voluntary written consent to participate in the study. Date of signing: 01.02.2024.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Razumovskiy AU, Smirnov AN, Ignatiev KO, et al. Magnetic foreign bodies of the gastrointestinal tract in children. *Chirurgia. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2012;(9):64–69. EDN: PIENKJ

2. Shapkina AN, Shmireva EC, Yakovleva EP, et al. Multiple magnetic foreign bodies of the gastrointestinal tract in children. *Tikhookeanskii meditsinskiy zhurnal*. 2021;(4):62–64. EDN: XVLLGV doi: 10.34215/1609-1175-2021-4-62-64

## ОБ АВТОРАХ

**\* Саввина Валентина Алексеевна**, д-р мед. наук, профессор;  
адрес: Россия, 677008, Якутск, Сергеляхское ш., д. 4;  
ORCID: 0000-0002-4564-2889;  
eLibrary SPIN: 9511-0417;  
e-mail: SavvinaVA@mail.ru

**Шейкин Иннокентий Юрьевич**;  
ORCID: 0009-0004-9981-2208;  
eLibrary SPIN: 4498-2541;  
e-mail: Sheykinrf@mail.ru

**Тарасов Антон Юрьевич**;  
ORCID: 0009-0009-1626-7635;  
eLibrary SPIN: 8817-7912;  
e-mail: silvestry@rambler.ru

**Николаев Валентин Николаевич**, доцент;  
eLibrary SPIN: 2739-7350;  
e-mail: nnnv14@mail.ru

**Варфоломеев Ахмед Романович**, д-р мед. наук, профессор;  
eLibrary SPIN: 1513-5648;  
e-mail: press-service@s-vfu.ru

## AUTHORS' INFO

**\* Valentina A. Savvina**, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
address: 4 Sergelyahc highway, Yakutsk, Russia, 677008;  
ORCID: 0000-0002-4564-2889;  
eLibrary SPIN: 9511-0417;  
e-mail: SavvinaVA@mail.ru

**Innokentiy Yu. Sheykin**, MD;  
ORCID: 0009-0004-9981-2208;  
eLibrary SPIN: 4498-2541;  
e-mail: Sheykinrf@mail.ru

**Anton Yu. Tarasov**;  
ORCID: 0009-0009-1626-7635;  
eLibrary SPIN: 8817-7912;  
e-mail: silvestry@rambler.ru

**Valentin N. Nikolaev**, MD, Associate Professor;  
eLibrary SPIN: 2739-7350;  
e-mail: nnnv14@mail.ru

**Achmed R. Varfolomeev**, Dr. Sci. (Medicine), Professor;  
eLibrary SPIN: 1513-5648;  
e-mail: press-service@s-vfu.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps831>

## Кальцифицирующаяся эпителиома Малерба: клиническое наблюдение

П.А. Исаев<sup>1</sup>, В.В. Полькин<sup>1</sup>, А.А. Ильин<sup>1</sup>, Л.Н. Ватина<sup>1</sup>, А.С. Якушева<sup>1</sup>, М.И. Рыженкова<sup>1</sup>, С.А. Иванов<sup>1, 2</sup>, А.Д. Каприн<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Национальный медицинский исследовательский центр радиологии, Обнинск, Россия;

<sup>2</sup> Российский университет дружбы народов им. Патриса Лумумбы, Москва, Россия

### АННОТАЦИЯ

**Обоснование.** Кальцифицирующаяся эпителиома Малерба — одна из наиболее распространённых опухолей у детей. Локализуется преимущественно на коже головы и шеи. Опухоль представляет собой бессимптомное, одиночное, шарообразное, медленно растущее подкожное образование плотной консистенции, до 3 см в диаметре. Опытные хирурги иногда удаляют данное новообразование без предварительной диагностики. Мы хотим на представленном случае кальцифицирующейся эпителиомы Малерба у 7-летней девочки посредством ретроспективного анализа её медицинских документов определить, позволит ли только физикальное обследование провести дифференциальную диагностику и поставить правильный диагноз.

**Описание клинического случая.** Родителями девочки 7 лет было выявлено образование в дистальной части правого плеча. При осмотре врачом поликлиники определялась подкожная опухоль размером до 2 см, голубоватого цвета, пальпаторно ограничено подвижная, безболезненная. Хирургическое лечение заключалось в широком её иссечении. Гистопатологический анализ подтвердил диагноз КЭМ.

**Заключение.** КЭМ — редкая опухоль, встречающаяся чаще всего у девочек. Ее часто клинически неправильно диагностируют. Хирургическое лечение подразумевает ее широкое иссечение. Для семей, которые особенно обеспокоены безопасностью своих детей в процессе хирургического вмешательства, может оказаться полезным применение дополнительных диагностических процедур.

**Ключевые слова:** кальцифицирующаяся эпителиома Малерба; хирургическое лечение; клиническое наблюдение.

### Как цитировать:

Исаев П.А., Полькин В.В., Ильин А.А., Ватина Л.Н., Якушева А.С., Рыженкова М.И., Иванов С.А., Каприн А.Д. Кальцифицирующаяся эпителиома Малерба: клиническое наблюдение // Детская хирургия. 2025. Т. 29, № 1. С. 68–75. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps831>

DOI: <https://doi.org/10.17816/ps831>

## A calcifying epithelioma of Malherbe: a clinical case

Pavel A. Isaev<sup>1</sup>, Viatcheslav V. Polkin<sup>1</sup>, Alexey A. Ilyin<sup>1</sup>, Liana N. Vatina<sup>1</sup>,  
Anastasia S. Yakusheva<sup>1</sup>, Mariya I. Rizhenkova<sup>1</sup>, Sergei A. Ivanov<sup>1, 2</sup>, Andrey D. Kaprin<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> National Medical Research Radiological Center, Obninsk, Russia;

<sup>2</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

### ABSTRACT

**BACKGROUND:** Calcifying Malherbe epithelioma is one of the most common tumors in children. It is localized mainly on the scalp and neck. The tumor is an asymptomatic, single, spherical, slow-growing subcutaneous formation of dense consistency, up to 3 cm in diameter. Experienced surgeons sometimes remove this neoplasm without prior diagnosis. Based on the presented case of calcifying Malherbe epithelioma in a 7-year-old girl, we want to determine through a retrospective analysis of her medical documents whether only a physical examination will allow a differential diagnosis and a correct diagnosis.

**CLINICAL CASE DESCRIPTION:** The girl's parents saw some lesion on the distal part of her right shoulder. On examination, a physician revealed a subcutaneous tumor up to 2 cm in size, bluish in color, limited in mobility by palpation and painless. At surgery, the tumour was widely excised. Histopathological analysis confirmed the diagnosis of a calcifying epithelioma of Malherbe.

**CONCLUSION:** Calcifying epithelioma of Malherbe is a rare tumor. It occurs most often in girls. It is often clinically misdiagnosed. Surgical treatment involves wide excision. For families who are particularly concerned about the safety of their children during surgery, additional diagnostic procedures may be helpful.

**Keywords:** calcifying epithelioma of Malherbe; surgical treatment; clinical case.

### To cite this article:

Isaev PA, Polkin VV, Ilyin AA, Vatina LN, Yakusheva AS, Rizhenkova MI, Ivanov SA, Kaprin AD. A calcifying epithelioma of Malherbe: a clinical case. *Russian Journal of Pediatric Surgery*. 2025;29(1):68–75. DOI: <https://doi.org/10.17816/ps831>



## ОБОСНОВАНИЕ

Кальцифицирующая эпителиома Малерба (КЭМ) — трихоматрикома, пиломатрикома, пиломатриксома — доброкачественное новообразование, развивающееся из матричных клеток волосяных фолликулов и составляющее не более 0,1% в структуре всех опухолей кожи человека [1]. Встречается чаще у лиц женского пола. Вместе с тем КЭМ — наиболее распространённая опухоль у детей, преимущественная локализация — на коже головы и шеи. КЭМ может быть связана с другими заболеваниями, например миотонической дистрофией Штайнерта и синдромом Гарднера [2–6].

В генезе опухоли доказано влияние ряда физических и химических факторов, хронических заболеваний кожи, а также травм [7]. В литературе описан случай развития заболевания через полгода после укуса комара [8]. Следует отметить, что повторяющиеся активирующие мутации в гене *ss-catenina* (*CTNNB1*) индуцируют опухолеобразование КЭМ через активацию сигнального пути WNT [9, 10]. Исследования последних нескольких десятилетий предоставляют всё больше доказательств центральной роли *catenin-β1* и *CTNNB1* в патогенезе развития КЭМ. В частности, высокая экспрессия β-катенина приводит к активации WNT-сигнального пути. Иными словами, это происходит, когда клетки получают лиганд WNT, который связывает мембранный рецептор семейства Frizzled, который, в свою очередь, активирует белок Dishevelled (DSH). Это ингибирует деградационный комплекс и инициирует процесс, который контролирует клеточный уровень этого белка и приводит к его деградации с помощью протеасомы, то есть происходит так называемое убиквитилирование β-катенина. В результате накапливающийся в цитоплазме свободный β-катенин проникает в ядро и активирует транскрипцию с помощью транскрипционных факторов TCF/LEF и ряда других [11]. Также следует отметить, что β-катенин участвует в обеспечении межклеточной адгезии непосредственно в эпителиальных тканях [11].

КЭМ представляет собой бессимптомное, одиночное, шарообразное, медленно растущее подкожное образование плотной консистенции, до 3 см в диаметре в большинстве наблюдений [12]. Эта клиническая картина настолько характерна для КЭМ, что многие опытные хирурги удаляют данное новообразование без предварительной диагностики, включающей лучевые и нелучевые методы диагностики. Мы на клиническом примере рассмотрим результат такого подхода, чтобы определить, позволит ли только физикальное обследование провести дифференциальную диагностику и поставить правильный диагноз. Также в статье представлен литературный обзор КЭМ.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

В декабре 2023 г. в клинику Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба обратились родители пациентки Д., 7 лет, с жалобами на новообразование

кожи правого плеча. Из анамнеза: новообразование в указанной области появилось в сентябре 2023 г., через полгода после спортивной травмы. В течение последующих 2 мес отмечено его увеличение и уплотнение, в связи с чем в ноябре 2023 г. обратились за помощью в поликлинику по месту жительства. Пациентке бы выставлен диагноз «кавернозная гемангиома кожи правого плеча», с которым она направлена в хирургическое отделение, где диагноз был изменён на «атерому кожи правого плеча». Предложено хирургическое лечение, от которого родители пациентки воздержались и обратились к третьей стороне для уточнения диагноза.

## Результаты клинического, лабораторного и инструментального исследования

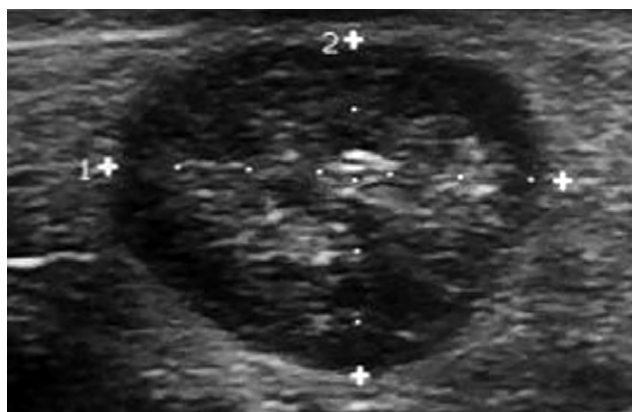
При осмотре в клинике на коже латеральной поверхности нижней трети правого плеча определялось округлое образование, до 2 см в диаметре, плотной консистенции, ограниченно смещаемое, безболезненное, голубоватого оттенка (рис. 1). При эхографическом исследовании (проводилось на аппарате PHILIPS EPIQ7, Нидерланды) в мягких тканях области правого плеча по латеральной поверхности (в зоне пальпируемого образования) определялось гипоехогенное образование с чётким, ровным контуром, при цветном доплеровском картировании прослеживались единичные локусы кровотока по периферии, размеры 15×10×14 мм (рис. 2). Под ультразвуковой навигацией выполнена тонкоигольная аспирационная биопсия образования мягких тканей в области правого локтевого сустава (согласие родителей на проведение процедуры получено). Цитологическое заключение: на фоне элементов хронического воспаления обнаружены



**Рис. 1.** Внешний вид образования напоминает внутрикожную гематому.

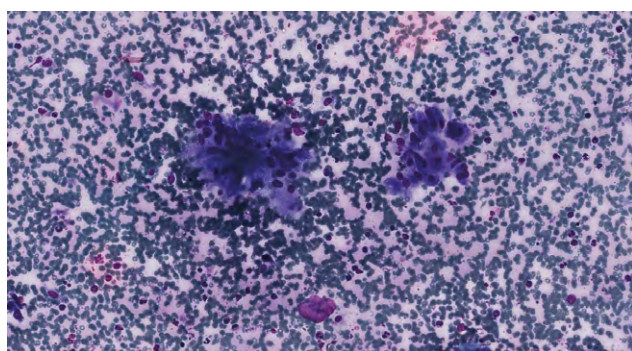
**Fig. 1.** Externally the formation resembles an intradermal hematoma.

многоядерные клетки типа остеокластов, многочисленные фибробластоподобные клетки с умеренным полиморфизмом ядер и отростчатой цитоплазмой, отдельные гистиоциты, относительно мономорфные клетки с округло-овальными ядрами неэпителиальной природы, лежащие небольшими скоплениями в межучточном оксифильном веществе и разрозненно (рис. 3, 4). Для уточнения



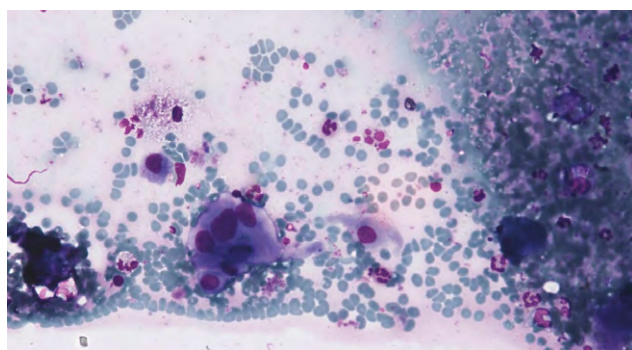
**Рис. 2.** Эхографическое изображение кальцифицирующейся эпителиомы Малерба.

**Fig. 2.** An echographic image of calcifying Malherbe epithelioma.



**Рис. 3.** Цитологическая картина при тонкоигольной аспирационной биопсии образования мягких тканей локтевой области. Окраска азур-эозином,  $\times 20$ .

**Fig. 3.** Cytological picture of the formation of soft tissues of the ulnar region in THIAB. Azur-eosin coloring, magnification  $20\times$ .



**Рис. 4.** Цитологическая картина при тонкоигольной аспирационной биопсии образования мягких тканей локтевой области. Окраска азур-эозином,  $\times 40$ .

**Fig. 4.** Cytological picture of the formation of soft tissues of the ulnar region in THIAB. Azur-eosin coloring, magnification  $40\times$ .

характера процесса (КЭМ? оссифицирующий миозит? гигантоклеточная опухоль? другое?) необходимо гистологическое исследование. С целью исключения вовлечения костных структур правого плеча проведено рентгенографическое исследование (рис. 5, 6).

**Диагноз.** По результатам комплексного обследования установлен клинический диагноз — КЭМ.

**Лечение.** В январе 2024 г. пациентке выполнено хирургическое вмешательство в объёме широкого иссечения новообразования правого плеча.

**Исход исследования.** Гистологическое заключение: в дерме опухоль дольчатого строения, состоящая из пластов клеток-теней с обызвествлением и пластов базофильных клеток по периферии без атипии, митозы 3–10 при увеличении  $\times 400$ , вокруг наблюдается продуктивное гигантоклеточное воспаление с разрастанием соединительной ткани, кровоизлияния. Заключение: КЭМ.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Диагноз КЭМ в большинстве наблюдений основывается на классических клинических признаках, выявляемых при физическом осмотре. Она локализуется в дерме и, как истинное доброкачественное новообразование, имеет фиброзную капсулу. По данным, приводимым А. Zhao и соавт., опухоль кальцифицируется в 90% случаев [2]. Вместе с тем J. Levy и соавт. и С. Jones и соавт. отмечали образование истинной костной ткани в КЭМ лишь в 6–15% наблюдений [13, 14]. А. Pirouzmanesh и соавт. в своей публикации по КЭМ у детей встречали гетеротопический остеогенез в 2,6% [7].



**Рис. 5.** На рентгенограмме в боковой проекции образование не визуализируется.

**Fig. 5.** The formation is not visualized on the X-ray in the lateral projection.

КЭМ при пальпации определяется как образование, локализуемое в подкожно-жировой клетчатке, безболезненное, подвижное, фиксированное к коже [15]. Большинство авторов рекомендуют в диагностике КЭМ обязательно использовать два симптома. Первый — симптом «натянутой палатки», описанный ещё в 1978 г. J. Graham и соавт., осуществляется путём визуализации кристаллов кальция при натяжении кожи над опухолью [16]. Второй — симптом «пошатывания», предложенный I. Pant и соавт. в 2010 г. [17]: выступающий край опухоли визуализируется над поверхностью кожи при надавливании на её противоположный край. N. Rossi и соавт. указывают на широкую цветовую гамму покровных тканей КЭМ — от телесного до красноватого или синеватого [18]. В данном случае новообразование имеет голубоватый цвет.

Из возможных неинвазивных методов диагностики Т.А. Гайдина и соавт. считают необходимым выполнять дерматоскопию, однако дерматоскопических изображений таких редких опухолей, как КЭМ, недостаточно. Авторы предлагают создать базу дерматоскопических изображений с их последующим анализом для развития скрининговой диагностики [19].

В своём систематическом обзоре КЭМ у детей Y. Schwarz и соавт. рекомендуют во время физического обследования при наличии убедительного анамнеза и типичной клинической картины проводить хирургическое вмешательство без дополнительных диагностических процедур. При атипичных проявлениях использовать лучевые методы диагностики, в том числе рентгенологическое исследование, а также проводить тонкоигольную аспирационную биопсию [20]. Однако классическая рентгенография, компьютерная томография не позволяют провести чёткий дифференциальный диагноз с дерматофибромой, эпидермоидной кистой, липомой, кальцинированной кистой слёзных желёз, фиброкальцифицированным лимфаденитом, гранулемой инородного тела, хроническим абсцессом или организованной гематомой. Тонкоигольная аспирационная биопсия демонстрирует большое количество как ложноположительных, так и ложноотрицательных результатов [21]. МРТ позволяет диагностировать заболевание не более чем в 60% наблюдений [22].

Эхографическое исследование в настоящее время является методом выбора в дифференциальной диагностике КЭМ. Ультразвуковое исследование, как правило, демонстрирует достаточно типичную эхографическую картину, что позволяет поставить точный диагноз [2]. Вместе с тем E. Hwang и соавт. выражают сомнения по поводу достоверности такого подхода, поскольку разнообразная клиническая картина данной патологии, особенно на ранних стадиях, делает этот метод исследования не столь надёжным. Диагноз КЭМ по данным ультразвукового исследования на предоперационном этапе установлен только у 9 (15%) из 59 пациентов [23].



**Рис. 6.** На рентгенограмме в прямой проекции образование тесно прилегает к коже медиальной поверхности плеча.

**Fig. 6.** On the X-ray in the direct projection, the formation is closely adjacent to the skin of the medial surface of the shoulder.

К типичному эхографическому признаку КЭМ относят наличие узлового образования между эпидермисом и дермой с не всегда чётко очерченными краями [24]. F. Solivetti и соавт. в результате анализа ультразвуковой картины 124 морфологически верифицированных случаев КЭМ описали 5 типов опухолей: тип 1, 31,5% случаев, — полностью кальцинированный узелок, полуповерхностный, с минимальным плотным гипозоногенным периферическим кольцом, со средним размером 11 мм; тип 2, 37,5% случаев, — узелок частично кальцинированный, с внутренними известковыми образованиями, переменного размера (средний диаметр 10 мм), с солидным гипозоногенным периферическим компонентом, бессосудистый; тип 3, 19% случаев, — комплексобразование; тип 4, 6% случаев, — псевдокистозное образование без расширения задней стенки, с утолщёнными стенками, тип 5, 6% случаев, — псевдоопухолевые узлы; воспалительные явления [25].

Учитывая то, что КЭМ, особенно с локализацией на верхних конечностях, могут имитировать другие кожные заболевания, например фолликулярную кисту кожи, остеому, контагиозный моллюск, базалиому и др., требующие различных хирургических подходов, от энуклеации до широкого иссечения, диагностическая ошибка недопустима [26].

Лечение КЭМ — хирургическое (иссечение вместе с окружающими тканями, с обязательным контролем хирургических краев резекции, R0).



Несмотря на доброкачественный характер опухолевого процесса, описаны рецидивы заболевания и даже случаи метастазирования, частота которых варьирует и достигает 3% [27–29]. М. Jallouli и соавт. сообщили о многократно рецидивирующем КЭМ, но это редкое и по-своему казуистическое наблюдение [30]. Однако в большинстве случаев локальные рецидивы связаны не с агрессивностью процесса, а с неполным хирургическим удалением опухоли [31].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный клинический случай КЭМ вызывает несомненный интерес в связи с редкой встречаемостью данной патологии. КЭМ трудно диагностировать только на основании клинической картины. Необходимо использовать лучевые и иные методы диагностики. Для семей, которые особенно обеспокоены безопасностью своих детей в процессе хирургического вмешательства, может оказаться полезным применение дополнительных диагностических процедур, а именно: дерматоскопии, рентгенографии, тонкоигольной аспирационной биопсии с целью последующего выполнения цитологического или гистологического исследования.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

**Вклад авторов.** Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: П.А. Исаев, А.А. Ильин — подготовка обзора, написание рукописи; А.С. Якушева, М.И. Рыженкова — получение и анализ данных; П.А. Исаев, Л.Н. Ватина — описание результатов; А.Д. Каприн, С.А. Иванов — разработка концепции статьи, критический анализ литературы, редактирование.

**Информированное согласие на публикацию.** Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на анализ и публикацию медицинских данных. Дата подписания: 20.03.2024.

## ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** The authors declare that they have not received any external funding for the study and publication preparation.

**Competing interests.** The authors declare that they have no obvious or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**Authors' contribution.** All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, conducting the study and preparing the article, read and approved the final version before publication). The largest contribution is distributed as follows: P.A. Isaev, A.A. Ilyin — manuscript writing, review; A.S. Yakusheva, M.I. Rizhenkova — obtaining data for analysis, analysis of the obtained data; P.A. Isaev, L.N. Vatina — description of results; A.D. Kaprin, S.A. Ivanov — development article concept, editing.

**Consent for publication.** The authors received written consent from the patient's legal representatives for the analysis and publication of medical data. Date of signing 20.03.2024.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Demirdöver C, Sevindik M, Vayvada H, Yilmaz M. Nadir bir lokalizasyonda dev pilomatriksoma: olgu sunumu ve literatür derlemesi. *Türk Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Dergisi*. 2011;19(1):36–38.
2. Zhao A, Kedarisetty S, Arriola AG, Isaacson G. Pilomatrixoma and its Imitators. *Ear Nose Throat J*. 2024;103(3):183–189. doi: 10.1177/01455613211044778
3. Berberian BJ, Colonna TM, Battaglia M, Sulica VI. Multiple pilomatricomas in association with myotonic dystrophy and a family history of melanoma. *J Am Acad Dermatol*. 1997;37(2Pt1):268–269. doi: 10.1016/s0190-9622(97)80138-7
4. Sherrod QJ, Chiu MW, Gutierrez M. Multiple pilomatricomas: cutaneous marker for myotonic dystrophy. *Dermatol Online J*. 2008;14(7):22.
5. Pujol RM, Casanova JM, Egidio R, et al. Multiple familial pilomatricomas: a cutaneous marker for Gardner syndrome? *Pediatr Dermatol*. 1995;12(4):331–335. doi: 10.1111/j.1525-1470.1995.tb00195.x
6. Harper PS. Calcifying epithelioma of Malherbe. Association with myotonic muscular dystrophy. *Arch Dermatol*. 1972;106(1):41–44.
7. Pirouzmanesh A, Reinisch JF, Gonzalez-Gomez I, et al. Pilomatrixoma: a review of 346 cases. *Plast Reconstr Surg*. 2003;112:1784–1789. doi: 10.1097/01.PRS.0000091160.54278.64
8. Bu W, Ren G, Yingying XuY, et al. Pseudobullous pilomatrixoma: A case report. *Biomedical Research*. 2017;28(20):8878–8880.
9. Kazakov DV, Sima R, Vanecek T, et al. Mutations in exon 3 of the CTNNB1 gene (beta-catenin gene) in cutaneous adnexal tumors. *Am J Dermatopathol*. 2009;31(3):248–255. doi: 10.1097/DAD.0b013e318198922a
10. Millar SE. Molecular mechanisms regulating hair follicle development. *J Invest Dermatol*. 2002;118(2):216–225. doi: 10.1046/j.0022-202x.2001.01670.x
11. Moreno-Bueno G, Gamallo C, Pérez-Gallego L, et al.  $\beta$ -catenin expression in pilomatrixomas. Relationship with  $\beta$ -catenin gene mutations and comparison with  $\beta$ -catenin expression in normal hair follicles. *British Journal of Dermatology*. 2001;145(4):576–581. doi: 10.1046/j.1365-2133.2001.04455.x
12. Levy J, Ilisar M, Deckel Y, et al. Eyelid pilomatrixoma: a description of 16 cases and a review of the literature. *Surv Ophthalmol*. 2008;53(5):526–535. doi: 10.1016/j.survophthal.2008.06.007

13. Jones CD, Ho W, Robertson BF, et al. Pilomatrixoma. *Am J Dermatopathol*. 2018;40(9):631–641.
14. Duflo S, Nicollas R, Roman S, et al. Pilomatrixoma of the head and neck in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1998;124(11):1239–1242. doi: 10.1001/archotol.124.11.1239
15. Graham JL, Merwin CF. The tent sign of pilomatricoma. *Cutis*. 1978;22(5):577–580.
16. Pant I, Joshi S, Kaur G, Kumar G. Pilomatricoma as a diagnostic pitfall in clinical practice: report of two cases and review of literature. *Indian J Dermatol*. 2010;55(4):390–392. doi: 10.4103/0019-5154.74566
17. Rossi NA, Gietzen R, Clement CG, et al. Bilateral cervical pilomatricoma: a diagnostic dilemma for the pediatric otolaryngologist. *Ear Nose Throat J*. 2020;014556132095897. doi: 10.1177/0145561320958978
18. Гайдина Т.А., Дворников А.С., Скрипкина П.А. Клинический случай: удаление пролиферирующей пиломатриксомы CO<sub>2</sub>-лазером. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2019;6:110–113. EDN: EUJZRJ doi: 10.24075/vrgmu.2019.077
19. Schwarz Y, Pitaro J, Waissbluth S, Daniel SJ. Review of pediatric head and neck pilomatrixoma. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2016;85:148–153. doi: 10.1016/j.ijporl.2016.03.026
20. Layfield LJ, Glasgow BJ. Aspiration biopsy cytology of primary cutaneous tumours. *Acta Cytol*. 1993;37(5):679–688.
21. Lim HW, Im SA, Lim GY, et al. Pilomatricomas in children: imaging characteristics with pathologic correlation. *Pediatr Radiol*. 2007;37(6):549–555. doi: 10.1007/s00247-007-0461-x
22. Hwang EJ, Yoon HS, Cho S, Park HS. The diagnostic value of ultrasonography with 5-15-MHz probes in benign subcutaneous lesions. *Int J Dermatol*. 2015;54(11):e469–475. doi: 10.1111/ijd.12989
23. Whittle C, Martínez W, Baldassare G, et al. Pilomatrixoma: diagnóstico ecotomográfico [Pilomatrixoma: ultrasound diagnosis]. *Rev Med Chil*. 2003;131(7):735–740.
24. Solivetti FM, Elia F, Drusco A, et al. Epithelioma of Malherbe: new ultrasound patterns. *J Exp Clin Cancer Res*. 2010;29(1):42. doi: 10.1186/1756-9966-29-42
25. Onur PG, Eroglu ON, Havticioglu H. Forearm Recurrent Pilomatrixoma. *Journal of Surgery and Operative Care*. 2019;4(1):103. Available from: <https://www.annexpublishers.com/articles/JSOC/4103-Forearm-Recurrent-Pilomatrixoma.pdf>
26. Sasaki CT, Yue A, Enriques R. Giant calcifying epithelioma. *Arch Otolaryngol*. 1976; 102:753–755. doi: 10.1001/archotol.1976.00780170071012
27. Lan MY, Lan MC, Ho CY, et al. Pilomatricoma of the head and neck: a retrospective review of 179 cases. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;129:1327–1330. doi: 10.1001/archotol.129.12.1327
28. Mir R, Cortes E, Papantoniou PA, et al. Metastatic trichomatricial carcinoma. *Arch Pathol Lab Med*. 1986;110(7):660–663.
29. Niedermeyer HP, Peris K, Höfler H. Pilomatrix carcinoma with multiple visceral metastases. Report of a case. *Cancer*. 1996;77(7):1311–1314. doi: 10.1002/(SICI)1097-0142(19960401)77:7<1311::AID-CNCR13>3.0.CO;2-4
30. Jallouli M, Yengui H, Khabir A, Mhiri R. Pilomatrixoma of earlobe. *J Cutan Aesthet Surg*. 2009;2(1):36–37. doi: 10.4103/0974-2077.53099
31. Vico P, Rahier I, Ghanem G, et al. Pilomatrix carcinoma. *Eur J Surg Oncol*. 1997;23(4):370–371. doi: 10.1016/s0748-7983(97)91074-x

## ОБ АВТОРАХ

**\* Исаев Павел Анатольевич**, д-р мед. наук;  
адрес: Россия, 249035, Обнинск, ул. Королёва, д. 4;  
ORCID: 0000-0001-9831-4814;  
eLibrary SPIN: 2181-4935;  
e-mail: isaev@mrrc.obninsk.ru

**Полькин Вячеслав Викторович**, канд. мед. наук;  
ORCID: 0000-0003-0857-321X;  
eLibrary SPIN: 5604-2012;  
e-mail: polkin83@mail.ru

**Ильин Алексей Амурович**, д-р мед. наук;  
ORCID: 0000-0002-6581-633X;  
eLibrary SPIN: 2493-6490;  
e-mail: ilin.grand@gmail.com

**Ватина Лиана Нодарьевна**, аспирант;  
ORCID: 0009-0005-5043-7301;  
e-mail: vatina1995@gmail.com

**Якушева Анастасия Сергеевна**;  
ORCID: 0000-0002-4369-0246;  
e-mail: Nastmed10@yandex.ru

**Рыженкова Мария Игоревна**,  
ORCID: 0000-0002-4840-7163;  
e-mail: m.r.1984@yandex.ru

## AUTHORS' INFO

**\* Pavel A. Isaev**, MD, Dr. Sci. (Medicine);  
address: 4 Koroleva street, Obninsk, Russia, 249035;  
ORCID: 0000-0001-9831-4814;  
eLibrary SPIN: 2181-4935;  
e-mail: isaev@mrrc.obninsk.ru

**Viatcheslav V. Polkin**, MD, Cand. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0003-0857-321X;  
eLibrary SPIN: 5604-2012;  
e-mail: polkin83@mail.ru

**Alexey A. Ilyin**, MD, Dr. Sci. (Medicine);  
ORCID: 0000-0002-6581-633X;  
eLibrary SPIN: 2493-6490;  
e-mail: ilin.grand@gmail.com

**Liana N. Vatina**, Clinical Resident;  
ORCID: 0009-0005-5043-7301;  
e-mail: vatina1995@gmail.com

**Anastasia S. Yakusheva**;  
ORCID: 0000-0002-4369-0246;  
e-mail: Nastmed10@yandex.ru

**Mariya I. Rizhenkova**;  
ORCID: 0000-0002-4840-7163;  
e-mail: m.r.1984@yandex.ru



**Иванов Сергей Анатольевич**, д-р мед. наук, чл.-корр. РАН;  
ORCID: 0000-0001-7689-6032;  
e-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru

**Каприн Андрей Дмитриевич**, д-р мед. наук, профессор,  
академик РАН;  
ORCID: 0000-0001-8784-8415;  
eLibrary SPIN: 1759-8101;  
e-mail: kaprin@mail.ru

**Sergei A. Ivanov**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,  
Corresponding Member of the RAS;  
ORCID: 0000-0001-7689-6032;  
e-mail: mrrc@mrrc.obninsk.ru

**Andrey D. Kaprin**, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor,  
Academician of the Russian Academy of Sciences;  
ORCID: 0000-0001-8784-8415;  
eLibrary SPIN: 1759-8101;  
e-mail: kaprin@mail.ru

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author