ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»

# РАДИОЛОГИЯ 🛞 ПРАКТИКА



Научно-практический журнал для работников медицинской радиологической службы России

RADIOLOGY — PRACTICE

Nº 5 2021



# РАДИОЛОГИЯ 🞘 ПРАКТИКА

Radiologia — praktika 

Решением Высшей аттестационной комиссии (ВАК) Министерства образования и науки РФ журнал «Радиология — практика» включен в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, выпускаемых в Российской Федерации, в которых рекомендована публикация основных результатов диссертационных исследований на соискание степеней доктора и кандидата наук. Номер — 1705.

#### Редакционная коллегия журнала:

#### Главный редактор

Васильев А. Ю., доктор мед. наук, профессор, член-корр. РАН (Москва)

#### Ответственный секретарь

Егорова Е. А., доктор мед. наук, профессор (Москва)

#### Члены редколлегии:

Блинов Николай Николаевич, доктор техн. наук (Москва)

Дергилев Александр Петрович, доктор мед. наук, профессор (Новосибирск)

Захарова Наталья Евгеньевна, доктор мед. наук (Москва)

Капустин Владимир Викторович, доктор мед. наук, доцент (Москва)

Климова Наталья Валерьевна, доктор мед. наук, профессор (Сургут)

Левшакова Антонина Валерьевна, доктор мед. наук (Москва)

Лежнев Дмитрий Анатольевич, доктор мед. наук, профессор (Москва)

Ольхова Елена Борисовна, доктор мед. наук, профессор (Москва)

Петровская Виктория Васильевна, доктор мед. наук, доцент (Москва)

Петрова Екатерина Борисовна, доктор мед. наук, доцент (Нижний Новгород)

Пронин Игорь Николаевич, доктор мед. наук, профессор, академик РАН (Москва)

Смысленова Маргарита Витальевна, доктор мед. наук (Москва)

#### **Дизайн и верстка** Липчанская И. В.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС77-80253 от 19 января 2021 г. 

Редакция не несет ответственности за соцержание рекламы.

Статьи публикуются с сохранением авторской редакции.

#### Учредители:

- © ООО «Центральный научноисследовательский институт лучевой quaгностики», 2015
- © НПАО «Амико», 2007

ISSN 2713-0118 (Online)

ББК 53.6

«Радиология— практика»— научный рецензируемый журнал, издается с 2000 года. Периодичность: 6 выпусков в год. Журнал представлен в Научной электронной библиотеке (elibrary.ru), базе данных «Российский индекс научного цитирования», базе данных Index Copernicus (Польша).

# RADIOLOGY RACTICE

№ 5 2021 

According to the decision of the Higher Attestation Commission of the Russian Ministry of Education and Science the journal «Radiology – practice» is included in the List of leading reviewed journals and publications issued in Russia and recommended for publishing the main results of thesis research for the academic degrees of the doctor of the sciences (the highest academic degree in Russia) and the candidate of the sciences (the lower degree, roughly, the Russian equivalent to the research doctorate in most western countries).

#### **Editorial Board of the Journal:**

#### **Chief Editor**

Vasil'ev A. Yu., M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor (Moscow)

#### **Executive secretary**

Egorova E. A., M. D. Med., Professor (Moscow)

#### **Editorial Board Members:**

Blinov Nikolay Nikolaevich, M. D. Techn. (Moscow)

Dergilev Aleksandr Petrovich, M. D. Med., Professor (Novosibirsk)

Zakharova Natal'ya Evgen'evna, M. D. Med., Professor (Moscow)

Kapustin Vladimir Viktorovich, M. D. Med., Docent (Moscow)

Klimova Natal'ya Valer'evna, M. D. Med, Professor (Surgut)

Levshakova Antonina Valer'evna, M. D. Med. (Moscow)

Lezhnev Dmitriy Anatol'evich, M. D. Med., Professor (Moscow)

Olkhova Elena Borisovna, M. D. Med., Professor (Moscow)

Petrovskaya Victoriya Vasil'evna, M. D. Med., Associate Professor (Moscow)

Petrova Ekaterina Borisovna, D. Med., Associate Professor (Nizhny Novgorod)

Pronin Igor' Nikolaevich, M. D. Med., Academician the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Smyslenova Margarita Vitalievna, M. D. Med. (Moscow)

#### Design and lay-out Lipchanskaya I. V.

Certificate of the mass media registration ∂Λ № ΦC77-80253 issued on the 19.01.2021

The editorial staff is not responsible for the content of the advertisement.

All the articles are published according to the authors' manuscripts.

Founders:

© Central Research Radiology Institute, 2015

© AMICO, Ltd., 2007

ISSN 2713-0118 (Online)

ББК 53.6

«Radiology — practice» is a scientific peer-reviewed journal published since 2000. Frequency: 6 issues per year. The journal is presented in the Scientific Electronic Library (elibrary.ru ), the Russian Science Citation Index database, the Index Copernicus database (Poland).

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice, 2021, No. 5. СОДЕРЖАНИЕ CONTENS Обращение главного редактора ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ ORIGINAL ARTICLES Компьютерно-томографическая семиотика апикальных позвонков у больных идиопатическим сколиозом в возрасте от 14 до 18 лет в зависимости от величины деформации позвоночника Ю. Л. Зейналов, Г. В. Дьячкова, А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, И. В. Сутягин, Т. А. Ларионова Computed Tomographic Semiotics of Apical Vertebrae in Patients with Idiopathic Scoliosis Aged from 14 to 18 years, Depending on the Magnitude of Spinal Deformity Yu. L. Zejnalov, G. V. Diachkova, A. V. Burtsev, K. A. Diachkov, I. V. Sutyagin, T. A. Larionova.......11 Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в оценке опухолей Вильмса: корреляция с гистологическими данными. Пилотное исследование Э. Э. Манжурцева, В. А. Лопатина, П. Е. Меньщиков, Г. В. Терещенко Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Wilms Tumors: **Correlation with Histological Data. Pilot Study** E. E. Manzhurtseva, V. A. Lopatina, P. Ye. Men'shchikov, G. V. Tereshchenko ......28 Приоритет проведения исследования печени на свободном дыхании на 3,0 Тл магнитно-резонансном томографе у детей с тяжелой перегрузкой железом Э. Э. Манжурцева, Г. В. Терещенко, Д. А. Куприянов, Г. А. Новичкова Secondary Iron Overload in Pediatric Hematology: the Priority of Free-Breathing Liver Study at 3.0 T Magnetic Resonance Scanner in Children with Severe Iron Overload E. E. Manzhurtseva, G. V. Tereshchenko, D. A. Kupriyanov, G. A. Novichkova......39 Роль серошкального ультразвукового исследования в диагностике постнатального перекрута яичка у детей Е. Б. Ольхова, М. В. Топольник, А. Ю. Рудин, В. И. Руненко, И. В. Мельник The Role of Gray-Scale Ultrasound in the Diagnosis of Postnatal Testicular Torsion in Children E. B. Olkhova, M. V. Topolnik, A. Yu. Rudin, V. I. Runenko, I. V. Melnik......54 Роль допплеровского ультразвукового исследования в диагностике постнатального перекрута яичка у детей Е. Б. Ольхова, С. Ю. Борисов, М. В. Топольник, А. Ю. Тагирова, С. В. Жумаситов, Т. В. Мукасеева

The Role of Doppler Ultrasound in the Diagnosis of Postnatal Testicular Torsion in Children  E. B. Olkhova, S. Yu. Borisov, M. V. Topolnik, A. Yu. Tagirova,  S. V. Zhumasitov, T. V. Mukaseeva	60
Визуализация поражений метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста  Н. А. Шолохова	09
Visualization of Lesions of Metaphyses and Epiphyses of Bones in Newborns and Young Children  N. A. Sholokhova	82
Кардиальные и висцеральные признаки соединительнотканной дисплазии у детей с ювенильным ревматоидным артритом по данным ультразвукового исследования А. А. Юсуфов, И. А. Черкасова, Е. А. Лаврова, А. А. Плюхин  Cardiac and Visceral Signs of Connective Tissue Dysplasia in Children with Juvenile Rheumatoid Arthritis According to Ultrasound Examination Data  A. A. Yusufov, I. A. Cherkasova, E. A. Lavrova, A. A. Plyukhin	91
ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION	
Современные представления о возможностях ультразвукового метода в диагностике перинатальных артериальных ишемических инсультов (обзор литературы с собственными наблюдениями) Ю. К. Быкова, А. В. Ушакова, Е. А. Филиппова, А. Б. Сугак, К.В. Ватолин, В. Г. Быченко, В. В. Зубков, И. А. Суворов Ultrasound in the Diagnosis of Perinatal Ischemic Strokes (Literature Review with Their Own Clinical Observations) Yu. K. Bykova, L. V. Ushakova, E. A. Filippova, A. B. Sugak, K. V. Vatolin, V. G. Bychenko, V. V. Zubkov, I. A. Suvorov	00
Лучевая визуализация бронхоэктазов у детей и подростков (обзор литературы с собственными наблюдениями)  □. В. Гаври∧ов  Radiology Imaging of Bronchiectasis in Children and Adolescents (Literature Review with Own Observations)  P. V. Gavrilov	15
Дифференциальная диагностика образований переднего средостения у детей (обзор литературы и клинические наблюдения) Н. А. Кривенцова, Г. В. Терещенко	

Differential Diagnosis of Anterior Mediastinal Masses in Children (Literature Review with Their Own Clinical Observations)  N. A. Kriventsova, G. V. Tereshchenko
Ультразвуковое исследование внепеченочных желчных протоков у детей в норме (обзор литературы с собственными клиническими наблюдениями) А. А. Юсуфов, М. И. Медведева, А. А. Плюхин Ultrasound Examination of the Extrahepatic Bile Ducts in Children (Literature Review
with our Own Observations) A. A. Yusufov, M. I. Medvedeva, A. A. Plyukhin
КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS
Ультразвуковая диагностика карбункула почки (краткий обзор литературыи описание клинического случая у девочки 5 лет)Е. В. Дмитриева, М. Н. Буланов, В. Е. Лыков, Т. В. БархатоваUltrasound Diagnostics of the Kidney Carbuncle (Brief Literature Review and Case Report of the Girl 5 Years Old)Е. V. Dmitriyeva, M. N. Bulanov, V. E. Lykov, T. V. Barhatova
Возможности ранней ультразвуковой диагностики синдрома Херлина – Вернера – Вундерлиха (клинические наблюдения) Ф. Ш. Мамедова, Е. А. Филиппова, З. К. Батырова, З. Х. Кумыкова  Possibilities of Early Ultrasound Diagnostics of the Herlin – Werner – Wunderlich syndrome (Case Report)  F. Sh. Mamedova, E. A. Filippova, Z. K. Batyrova, Z. H. Kumykova
НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ХРОНИКА, ОБЪЯВЛЕНИЯ SCIENTIFIC INFORMATION, CHRONICLE, ADS
Поздравление с юбилеем Корниенко В. Н.  Congratulations on the anniversary of Kornienko V. N
Sent to the Eultonal Unite of the Journal «Naulology — practice»



# Оборудование МТЛ для педиатрии:

комплекс рентгеновский

диагностический на 2 р.м.

- Цифровые рентгеновские приемники
- Высокоточные питающие устройства
- Съемные отсеивающие растры
- Дополнительные фильтры

комплекс рентгеновский

диагностический телеуправляемый

- Средства рентгенозащиты детей
- Специализированное ПО
  - АРМ рентгенолаборанта

мобильный рентгеновский

аппарат

- АРМ врача-рентгенолога
- Специализированные устройства фиксации детей

с точностью до пикселя www.mtl.ru

система универсальная

рентгенографическая



# АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИНЖЕКТОРЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ



Качество



Эффективность



Безопасность



Ready-Box\*

контейнер для подогрева контрастных препаратов

Подогревание контрастного препарата (КП) перед введением до t 37°C снижает вязкость:



- Влияет на скорость распространения КП и на качество контрастирования сосудов
- Позволяет достичь более высокой скорости инъекции
- Может облегчить инъекцию и сделать ее менее дискомфортной для пациента
- Снижает риски возникновения побочных реакций



# Уважаемые коллеги! Уважаемые читатели журнала!

Перед вами очередной номер журнала, но на этот раз тематический и посвящен лучевой диагностике заболеваний детей и подростков.

Лучевая диагностика в педиатрии сложна, многогранна и не до конца совершенна. Конечно, на особенности лучевой диагностики накладываются многие факторы — рост ребенка, необходимость в минимизации дозы облучения, частое использование анестезиологического пособия при исследовании.

В то же время быстрый научно-технический прогресс в лучевой диагностике привел к появлению новых методов и методик в педиатрической практике.

Появление томосинтеза, двухэнергетической рентгенографии, конусно-лучевой компьютерной томографии, несомненно, улучшило диагностику многих патологических состояний у детей.

Особое место занимает исследование недоношенных и новорожденных детей, которое не бывает простым, но мы на пороге создания нового класса оборудования портативного типа с минимальной лучевой нагрузкой за счет уменьшенного фокуса рентгеновской трубки.

Нам в ближайшие годы предстоит увидеть много новых разработок для исследований опорно-двигательного аппарата у детей с помощью методики конусно-лучевой компьютерной томографии. Наши ученые стали одними из первых в Европе, применили эту методику для исследования детей.

В этом номере вы увидите интересные статьи по возможностям ультразвуковой диагностики, представленные авторами, имеющими значительный опыт. Это opinion-лидеры нашей страны в лучевой диагностике заболеваний детского возраста.

Мы традиционно поддерживаем и будем всячески поддерживать наших молодых исследователей, которые тоже представили оригинальный авторский материал в этом номере.

Так что планов много. Мы планируем проводить подготовку целевого номера по педиатрии 1 раз в 2 года.

Будем ждать ваших публикаций — обзоров литературы, оригинальных исследований и клинических наблюдений.

Нам будут интересны совместные междисциплинарные исследования, в том числе и с разработчиками оборудования для педиатрии.

Желаю нашим читателям захватывающего чтения этого номера и бурной научной дискуссии, с уважением и до новых встреч!

Главный редактор, заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор А. Ю. Васильев Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-11-27

# Компьютерно-томографическая семиотика апикальных позвонков у больных идиопатическим сколиозом в возрасте от 14 до 18 лет в зависимости от величины деформации позвоночника

Ю. Л. Зейналов<sup>1</sup>, Г. В. Дьячкова<sup>\*, 2</sup>, А. В. Бурцев<sup>2</sup>, К. А. Дьячков<sup>2</sup>, И. В. Сутягин<sup>2</sup>, Т. А. Ларионова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Клиника Военно-медицинского управления Службы государственной безопасности Азербайджанской Республики, Баку

<sup>2</sup> ФГБУ «Научный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, Курган

# Реферат

Идиопатический сколиоз, оставаясь, по мнению многих авторов, идиопатическим в смысле невыясненной в полном представлении этиологии заболевания, тем не менее имеет в результате сложнейших многолетних исследований определенную теорию патогенеза сколиоза, заключающуюся в дисгармонии продольного роста позвоночника и спинного мозга, формировании торсии позвонков. Применение на протяжении 20 лет различных вариантов современного вертебрального инструментария позволило разработать дифференцированный подход к выбору оперативного вмешательства с учетом возраста больного и особенностей деформированного позвоночника. Однако применение современных методов диагностики показало, что далеко не все детали строения деформированных позвонков изучены, в частности апикальных, которые, находясь на вершине деформации, как правило, более изменены. Применение мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) и современных методов статистики позволило выявить особенности строения апикальных позвонков в группе подростковых сколиозов (14—18 лет), что имеет значение в повышении эффективности предоперацион-

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.

Тел. +7 (3522) 45-26-14. Электронная почта: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

**Diachkova Galina Viktorovna,** M. D. Med., Professor National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia, Head of the Laboratory of X-ray and Ultrasound Diagnostic Methods.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia. Phone:+7 (3522)45-26-14. E-mail: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

© Ю. Л. Зейналов, Г. В. Дьячкова, А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, И. В. Сутягин, Т. А. Ларионова.

<sup>\*</sup> Дьячкова Галина Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики.

ного планирования, улучшении результатов лечения идиопатического сколиоза, одной из сложнейших проблем вертебрологии.

**Ключевые слова:** идиопатический сколиоз, апикальный позвонок, дети, мультисрезовая компьютерная томография.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# Computed Tomographic Semiotics of Apical Vertebrae in Patients with Idiopathic Scoliosis Aged from 14 to 18 years, Depending on the Magnitude of Spinal Deformity

Yu. L. Zejnalov<sup>1</sup>, G. V. Diachkova<sup>2</sup>, A. V. Burtsev<sup>2</sup>, K. A. Diachkov<sup>2</sup>, I. V. Sutyagin<sup>2</sup>, T. A. Larionova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Clinic of the Military Medical Department of the State Security Service of the Republic of Azerbaijan, Baku

<sup>2</sup> National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Kurgan, Russia

## **Abstract**

Idiopathic scoliosis, as many authors think, being idiopathic in terms of not fully clear etiology of the disease, due to the most complicated long-term studies, has a certain theory of the pathogenesis of scoliosis, which includes the disharmony of the longitudinal growth of the spine and spinal cord and the formation of vertebral torsion. The application of various versions of modern vertebral instrumentation for 20 years made it possible to develop a differentiated approach to the choice of surgical intervention, taking into account the patient's age and the peculiarities of the deformed spine. Nevertheless, the use of current diagnostic methods indicated that not all the details of the deformed vertebral structure have been studied, in particular the apical ones, that are usually more changed being at the apex of the deformity. The application of multislice computed tomography (MSCT) and current statistical methods made it possible to reveal the structural features of the apical vertebrae in the group of adolescent scoliosis (14–18 years old), that is important for increasing the effectiveness of preoperative planning and improving the results of idiopathic scoliosis treatment being one of the most difficult problems of the spine surgery.

Key words: Idiopathic Scoliosis, Apical Vertebra, Children, Multislice Computed Tomography.

# Актуальность

По данным International Scientific Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) (2018), сколиоз примерно в 20 % случаев является вторичным по отношению к другому патологическому процессу. Остальные

80 % — это случаи идиопатического сколиоза. Подростковый идиопатический сколиоз (AIS) с углом Cobb более 10° встречается в общей популяции в широком диапазоне распространенности от 0,93 до 12 %. Наиболее часто встречаю-

щееся в литературе значение — от 2 до 3 %, которое, по мнению авторов, связано с местом проживания [5, 11]. Идиопатический сколиоз, оставаясь, по мнению многих авторов, идиопатическим в смысле невыясненной в полном представлении этиологии заболевания, тем не менее имеет в результате сложнейших многолетних исследований определенную теорию патогенеза сколиоза, заключающуюся в дисгармонии продольного роста позвоночника и спинного мозга, формировании торсии позвонков [2].

На фоне продолжающегося роста на выпуклой стороне и отсутствия на вогнутой, формируется деформация позвоночника. Морфологические, биохимические, ультраструктурные данные подтверждают асимметрию роста как патогенетический механизм идиопатического сколиоза под влиянием генетических и других факторов [3, 12]. Применение на протяжении 20 лет различных вариантов современного вертебрального инструментария позволило разработать дифференцированный подход к выбору оперативного вмешательства с учетом возраста больного и особенностей деформированного позвоночника. Во многом эти успехи связаны с широким применением для предоперационной подготовки современных методов лучевой диагностики, особенно компьютерной томографии [4, 15]. Большое количество исследований было проведено для изучения ножек позвонков как важнейшего объекта для транспедикулярной фиксации [1, 7]. В работе С. В. Виссарионова и др. (2019) были подробно исследованы основания дуг позвонков, выявлена выраженная асимметрия как ширины, так и высоты их по вогнутой и выпуклой сторонам деформации в грудном отделе позвоночника. Найдена прямая корреляция значений величины ротации апикального позвонка и коэффициента асимметрии площадей оснований дуг в грудном отделе [1]. Постоянно проводились исследования по минеральной плотности позвонков при АИС и практически все исследования показали, что низкая минеральная плотность костной ткани (МПК) была генерализованным явлением и системным проявлением при АИС. Остеопороз был выявлен, по разным данным, у 20-38 % больных идиопатическим сколиозом [9, 13]. Во многих исследованиях изучалась деформация позвонков с точки зрения клиновидной деформации и изменения ножки позвонка, но лишь в единичных работах изучались фактические структурные изменения позвонков, в частности их плотность [4, 5, 10, 14]. В работе F. R. Labrom, M. T. Izatt (2009) впервые с точки зрения анализа патологоанатомической вариации изучена морфология тела позвонка с точным описанием костных структур на различном уровне, которые являются фокусом инструментальных хирургических вмешательств, описаны анатомические различия между телами позвонков, что, по мнению авторов, проливает свет на возможные патоэтиологические механизмы чала сколиотической деформации [8]. В работе С. J. Adam, G. N. Askin (2009) в результате измерения плотности позвонков при идиопатическом сколиозе методом КТ установлено, что в апикальном позвонке средняя плотность кости по левому (вогнутому) компактному слою его тела была на 23,5 % выше, чем по правой (выпуклой) стороне. Плотность губчатой кости при измерении на протяжении 60,0 % расстояния от выпуклого до вогнутого края тела апикального позвонка увеличилась на 13,8 % [5]. Анализ литературы показал, что далеко не все аспекты количественной оценки состояния позвонков при идиопатическом сколиозе изучены в полной мере и нет четких представлений о состоянии апикального позвонка у больных с различной величиной деформации позвоночника, что крайне важно для предоперационного планирования и улучшения результатов лечения.

**Цель:** изучить анатомические и рентгеноморфологические особенности апикальных позвонков у больных идиопатическим сколиозом в возрасте 14–18 лет методом МСКТ.

# Материалы и методы

У 31 больного идиопатическим сколиозом различной степени тяжести в грудном отделе позвоночника в возрасте от 14 до 18 лет изучено состояние апикальных позвонков в рамках сплошного ретроспективного одноцентрового исследования. Всем пациентам осуществляли рентгенографию позвоночника в стандартных проекциях. По рентгенограм-

мам оценивали величину основной дуги искривления по Cobb в прямой и боковой проекциях, определяли тип деформации по локализации вершин основных дуг искривления, их структуральность. Кроме того, использовали МСКТ для более детального изучения структуры и плотности позвонков при подготовке к хирургическому лечению с использованием систем внутренней транспедикулярной фиксации Medtronic (USA) (90,0%) и Orion (Англия) (рис. 1,  $a - \partial$ ).

Среди пациентов было 28 (90,3 %) девочек и 3 (9,7 %) юноши. Величина сколиотической дуги у оперированных больных находилась в коридоре значений 30–110° (табл. 1).

У всех пациентов имело место прогрессирование деформации от 6 до 15° в год. В исследование вошли пациенты, у которых был типичный правосторонний сколиоз. Мобильными были деформации у 25 больных (коррекция при тракционном тесте более чем на 35 %), ригидными — у 6. У 4 больных были выполнены двухэтапные операции, у остальных — одноэтапные.

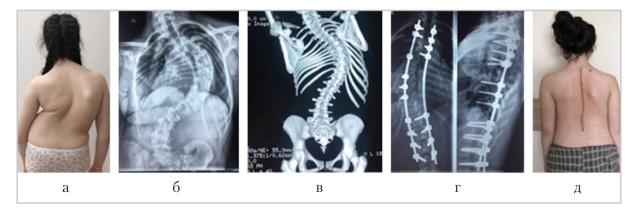


Рис. 1. Фотографии и диагностические изображения больной К., 12 лет. Идиопатический неосложненный прогрессирующий субкомпенсированный ригидный правосторонний грудной сколиоз IV степени (111° по Cobb). Задний правосторонний реберный горб. Фото до операции (a), рентгенограмма позвоночника в прямой проекции ( $\delta$ ) и компьютерная томограмма (3D-реконструкция) ( $\epsilon$ ) до операции; рентгенограммы в двух проекциях ( $\epsilon$ ) и фото пациентки после операции ( $\delta$ )

Таблица 1 Распределение больных по виду сколиоза и величине сколиотической деформации

Вид сколиоза, количество больных	Величина деформации, °		
	30-45	55-75	90-110
Идиопатический прогрессирующий правосторонний грудной сколиоз. Задний правосторонний реберный горб	7	5	4
Идиопатический прогрессирующий сколиоз S-образной формы. Задний правосторонний реберный горб	6	5	4

## Определение

Апикальный (вершинный) позвонок — наиболее горизонтально расположенный, наиболее ротированный, наиболее отстоящий от средней крестцовой линии и наиболее деформированный позвонок сколиотической дуги.

<u>Критерий включения</u>: больные идиопатическим сколиозом в возрасте от 14 до 18 лет до лечения с деформацией от 40 до 110°.

<u>Критерии исключения</u>: пациенты с наличием врожденной патологии позвоночника и спинного мозга, сколиозом другой этиологии, старше 18 лет.

Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Все больные подписали информированное согласие на публикацию данных без идентификации личности.

Статистическую обработку параметров плотности проводили с помощью программы Attestat. Для подтверждения выводов о различиях между полученными результатами в двух группах, учитывая малые выборки, применяли U-критерий Манна — Уитни. Критический уровень значимости (р) при про-

верке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Исследование проведено на томографе GE OPTIMA CT660 USA, для сканирования использовались срезы толщиной 0,625 мм. Изучены общая и локальная плотность позвонка в аксиальной и фронтальной плоскостях, плотность позвонка по вогнутой и выпуклой поверхностям. Измерение плотности позвонков на аксиальных срезах проводили по всей площади поперечного сечения позвонка. Для этого на аксиальном срезе тело всего позвонка обводили замкнутой линией, внутри которой измеряли плотность и площадь.

Кроме того, исследовали и локальную плотность позвонка в отдельных его участках, а также отдельно плотность компактного слоя и губчатой кости. Применяли также 3D-реконструкции (рис.  $2, a - \beta$ ).

# Результаты и их обсуждение

При подготовке к операции выполняли рентгеновское исследование позвоночника в двух проекциях, проводили bending test и пробу на вытяжение, компьютерную томографию. Фотографировали заключительный этап операции и результат лече-

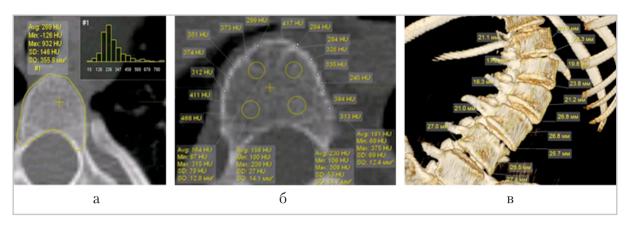


Рис. 2. Компьютерные томограммы грудного отдела позвоночника больной 16 лет идиопатическим S-образным сколиозом с деформаций в Th  $55^{\circ}$  — L75° (a,  $\delta$  — аксиальные срезы, определение плотности тела позвонка с построением гистограммы, определение плотности компактного слоя и локальной плотности тела позвонка по вогнутой и выпуклой поверхности. Форма позвонков в поясничном отделе позвоночника у больной с деформацией  $75^{\circ}$  (3D-реконструкция) ( $\theta$ )

ния перед выпиской из стационара. Поскольку основной задачей исследования было детальное исследование апикального позвонка методом МСКТ, подробно анализировали эти данные. Данные рентгенографии использовались для предварительного распределения больных по величине деформации, типу сколиоза, мобильности деформации и представлены в разделе «Материалы и методы».

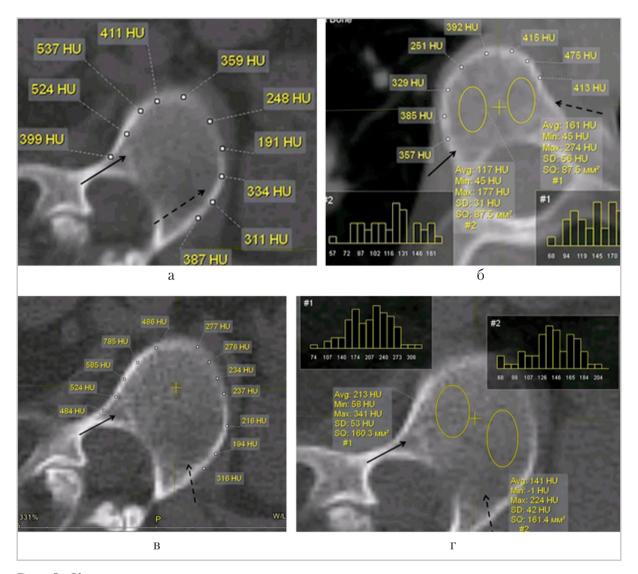
Общая плотность позвонка в основной дуге при С-образном сколиозе составляла в среднем  $286,6\pm45,7$  HU. Локальная плотность губчатой кости с выпуклой стороны в грудном отделе была на  $43,7\pm12,8$  HU меньше, чем с вогнутой, в поясничном при S-образном сколиозе меньше на  $76,8\pm12,8$  HU.

Результаты изучения плотности компактного слоя позвонка на аксиальном срезе и локального измерения плотности губчатой кости по выпуклой и вогнутой сторонам в грудном и поясничном отделах показали более высокие показатели по вогнутой стороне у всех больных S-образным сколиозом (рис. 3,  $a-\epsilon$ ).

Исследование плотности компактного слоя в апикальном позвонке во фронтальной плоскости также явило значительное отличие показателей по выпуклой и вогнутой сторонам. У пациентки с S-образным сколиозом IV степени при деформации  $Th - 90^{\circ}$ , Th-L - 110° по Cobb плотность компактного слоя по вогнутой поверхности в два раза превышала плотность по выпуклой стороне. Максимальная плотность отмечена в центре компактного слоя (рис. 4, а). При 3D-реконструкции зона максимальной плотности хорошо визуализировалась в области апикального позвонка (рис. 4, 6).

Данные о плотности компактного слоя апикального позвонка в грудном и поясничном отделах в аксиальной плоскости на выпуклой и вогнутой сторонах у пациентов с S-образной деформацией представлены в табл. 2.

Плотность апикального позвонка на выпуклой стороне в аксиальной плоскости в грудном отделе у пациентов с S-образной деформацией при ве-



личине ее Th  $90-110^\circ$  на 15~% превышала плотность на вогнутой стороне, при деформации Th  $55-75^\circ$  — на 28~%, Th  $35-40^\circ$  — на 81~%. В поясничном отделе плотность апикального позвонка в аксиальной плоскости при величине деформации Th-L  $90-110^\circ$  по вогнутой стороне на 92~% превышала плотность по выпуклой поверхности, при величине деформации Th-L  $55-75^\circ$  —

на 116 %, при деформации Th-L 30- $45^{\circ}$ — на 104 %.

Анализ данных с построением диаграмм позволил более подробно анализировать различия плотности и их достоверность. Так, в поясничном отделе при величине деформации S-образного сколиоза Th 90 — Th–L 110° плотность апикального позвонка по выпуклой и вогнутой сторонам отличалась досто-

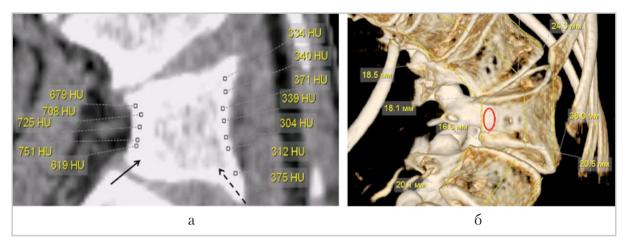


Рис. 4. Компьютерные томограммы поясничного отдела позвоночника (фронтальная плоскость) больной Z., 16 лет. Идиопатический прогрессирующий сколиоз S-формы IV степени (Th  $-90^\circ$ , Th $-L-110^\circ$  по Cobb). Задний правосторонний реберный горб. Измерение плотности по выпуклой (пунктирная стрелка) и вогнутой сторонам (стрелка) деформации апикального позвонка (а), 3D-реконструкция (б), зона максимальной плотности выделена красным овалом

Таблица 2
Плотность компактного слоя апикального позвонка в грудном и поясничном отделах в аксиальной плоскости на выпуклой и вогнутой сторонах у пациентов с S-образной деформацией (HU)

		Отдел поз	воночника		
Величина де-	Грудной		Поясничный		
формации	Выпуклая	Вогнутая	Выпуклая	Вогнутая	
	сторона	сторона	сторона	сторона	
$35{-}40^{\circ}$	$146,2 \pm 7,8$	$265,3 \pm 25,2 \dagger$	$154.8 \pm 6.2$	319,3 ± 26,8*	
55-75°	$299,0 \pm 19,8$	383,3 ± 26,7†	$243,2 \pm 64,6$	526,5 ± 65,4**	
90-110°	$405,3 \pm 118,9$	$467,3 \pm 47,9$	$345,2 \pm 23,9$	696,8 ± 48,3**	

<sup>\*</sup> p < 0.05; \*\* p < 0.01 — отличия плотности по выпуклой и вогнутой сторонам в группах Th  $35-40^\circ$ ; Th  $55-75^\circ$  и Th–L —  $90-110^\circ$  в поясничном отделе позвоночника;

верно (р < 0,01), тогда как в грудном отделе отличия были недостоверными (р > 0,05). При величине деформации Th  $55^{\circ}$  — L  $75^{\circ}$  показатели плотности отличались достоверно и для поясничных позвонков (р < 0,01), и позвонков в грудном отделе (р < 0,05). При постро-

ении общих диаграмм получили более четкую картину отличий плотностей выпуклой и вогнутой сторон поясничных и грудных позвонков в зависимости от величины деформации (рис. 5, a,  $\delta$ ).

Вторая группа пациентов, у которых изучена плотность апикально-

<sup>† —</sup> р < 0,05 — отличия плотности по выпуклой и вогнутой сторонам в группах Th 35—  $40^\circ$ ; Th 55– $75^\circ$  в грудном отделе позвоночника

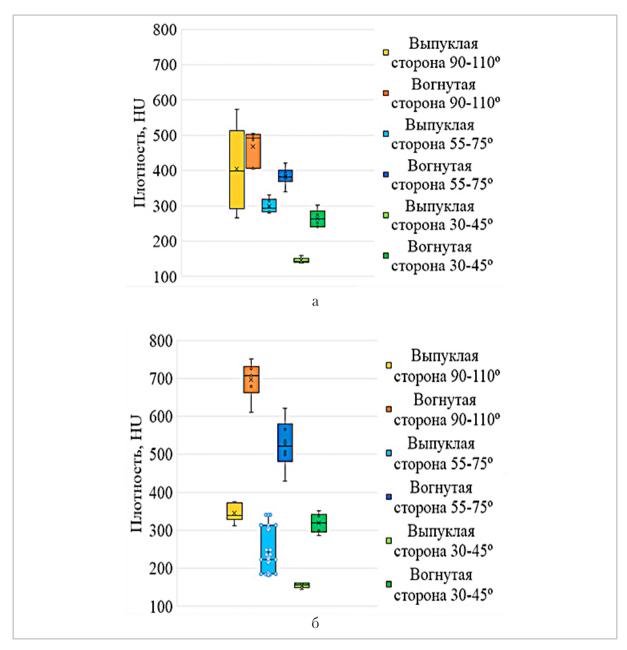


Рис. 5. Диаграммы сравнения плотности (HU) поясничных (а) и грудных (б) позвонков у больных S-образным сколиозом по выпуклой и вогнутой сторонам при различной величине деформации

*Примечание*. В графике цвет обозначает среднее значение, горизонтальная линия — эксклюзивная медиана, прямоугольник показывает межквартильный размах, а вертикальные линии — планки погрешностей.

го позвонка, — больные с С-образным грудным сколиозом. Данные о плотности компактного слоя апикального позвонка в грудном отделе в аксиальной

плоскости на выпуклой и вогнутой сторонах у пациентов с С-образной деформацией позвоночника представлены на рис. 6.

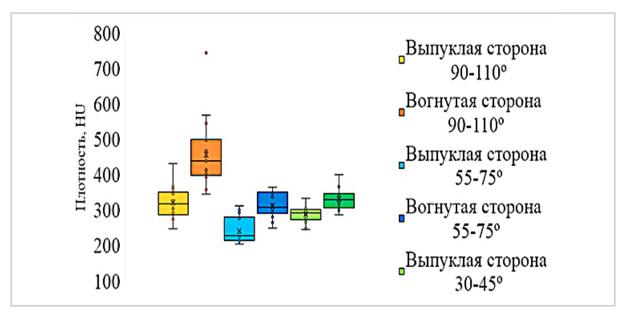


Рис. 6. Диаграмма сравнения плотности (HU) грудных позвонков у больных С-образным сколиозом по выпуклой и вогнутой сторонам при различной величине деформации *Примечание*. В графике цвет обозначает среднее значение, горизонтальная линия — эксклюзивная медиана, прямоугольник показывает межквартильный размах, а вертикальные линии — планки погрешностей.

Плотность компактного слоя апикального позвонка у больных С-образным сколиозом по вогнутой стороне при деформации Th 90–110° в сравнении с выпуклой стороной была на 42,1 % больше. При деформации Th 55–75°— только на 15 %, при Th 35–40°— на 29 %. Проведено изучение плотности губчатой кости в центральном отделе апикального позвонка при измерении ее от выпуклой к вогнутой стороне по линии, занимающей путь в 60 % от минимального значения плотности компактного слоя до максимального его показателя на выпуклой стороне (рис. 7, *a*, *б*).

В таблице 3 представлены данные о показателях изменения плотности губчатого вещества тела позвонка в грудном отделе при С- и S-образном сколиозе по линии, занимающей 60 % (линия Б) от протяженности расстояния от минимального значения плот-

ности компактного слоя на выпуклой стороне до максимального его показателя на вогнутой стороне (линия А), и в поясничном отделе при S-образном сколиозе от максимального значения плотности компактного слоя до минимального его показателя на выпуклой стороне в зависимости от величины деформации.

Плотность губчатой кости в средней части позвонка при измерении ее на аксиальном срезе в грудном отделе увеличивалась от минимальной (на выпуклой стороне) к максимальной (на вогнутой поверхности) на величину, зависящую от величины деформации (максимально при деформации 90–110°). В поясничном отделе при S-образном сколиозе плотность уменьшалась от максимального значения плотности компактного слоя на вогнутой стороне до минимального его показателя на выпуклой

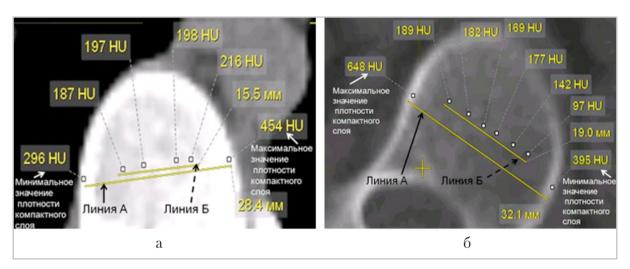


Рис. 7. Схема измерения плотности губчатой кости в теле апикального позвонка в грудном отделе от выпуклой к вогнутой стороне по линии, занимающей путь в 60 % (линия Б) протяженности линии от минимального значения плотности компактного слоя до максимального его показателя на выпуклой стороне (линия А) (а); от вогнутой к выпуклой стороне в поясничном отделе при S-образном сколиозе по линии, занимающей путь в 60 % (линия Б) протяженности расстояния от максимального значения плотности компактного слоя до минимального его показателя на выпуклой стороне (линия А) (б)

Таблица 3 Градиент изменения плотности губчатого вещества тела позвонка в грудном отделе при С- и S-образном сколиозе

Вид и локализация сколиоза	Величина деформации, %		
	$3045^{\circ}$	55-75°	90-120°
С-образный: увеличение плотности от минимальной к максимальной	15	22	76
S-образный (грудной отдел): увеличение плотности от минимальной к максимальной	38	60	60
S-образный (поясничный отдел): умень- шение плотности от максимальной к минимальной	41 <b>~</b>	64	72

стороне в зависимости от величины деформации (на 72.0~% при деформации 90-110°).

Применение современных методов лучевой диагностики значительно расширило представление об изменениях позвонков, параспинальных мышц,

спинного мозга у больных идиопатическим сколиозом, при этом компьютерной томографии принадлежит особая роль, поскольку кроме качественных характеристик метод позволяет изучить и количественные показатели, характеризующие структурные изменения

в различных отделах деформированных позвонков [4, 6, 10, 15].

Большое количество рентгенологических исследований посвящено анатомическим и рентгеноморфологическим особенностям ножек дуги позвонка, поскольку именно они определяют выбор инструментария при использовании транспедикулярной фиксации [1, 7].

Оценка изменений тела позвонка также крайне важна, однако данной теме посвящено сравнительно небольшое количество публикаций [1, 4, 8, 10].

В работе С. J. Adam, G. N. Askin (2009) методом компьютерной томографии изучен латеральный (справа налево) профиль плотности кости на средней высоте тела каждого позвонка.

Результаты показали заметную асимметрию плотности кости на вершине сколиотической дуги и краниальнее или каудальнее нее. В апикальном позвонке средняя плотность компактной кости по вогнутой поверхности была на 23,5 % выше, чем на выпуклой стороне (без указания величины деформации), а плотность губчатой кости на протяжении 60 % расстояния от выпуклой до вогнутой стороны увеличилась на 13,8 % [5]. Поскольку в нашем исследовании отдельно анализировалась плотность компактной и губчатой кости у больных С- и S-образным сколиозом при различной величине деформации, получен гораздо больший объем информации. Плотность компактного слоя апикального позвонка на выпуклой стороне в аксиальной плоскости в грудном отделе у пациентов с S-образной деформацией при величине ее Th 90-110° на 15 % превышала плотность на вогнутой стороне (p > 0.05), при деформации Th  $55-75^{\circ}$  — на 28 %, Th  $35-40^{\circ}$  — на 81 % (p < 0.01). То есть чем меньше величина деформации, тем больше разница плотностей. Мы связываем это с более выраженными изменениями апикального позвонка при деформациях более 55–75° (клиновидность, торсия, уменьшение высоты), что объясняет меньшую разницу показателей. По нашим данным выявлена прямая зависимость между плотностью компактной кости по выпуклой и вогнутой сторонам в зависимости от величины деформации как при S-образном сколиозе, так и при С-образном, но при С-образном сколиозе показатели в группах отличались на меньшую величину.

По данным Т. Makino et al. (2017), плотность позвонков (HU) у 13 пациенток детского возраста (12,1  $\pm$  1,3), в основном со вторым типом идиопатического сколиоза по Lenke, в области основной дуги составила 220,1 ± 25,2 НО, в области компенсаторной – 209,5  $\pm 23,5$  (p < 0,001). Следует отметить, что плотность губчатой кости измерялась авторами в области круга, в центре позвонка, на определенном расстоянии от компактного слоя в трех плоскостях [10]. Мы измеряли общую плотность как всего позвонка, так и губчатой кости, полностью выделяя по контуру зону губчатой кости. Кроме того, измеряли локальную плотность губчатой кости по выпуклой и вогнутой сторонам. Это позволяло получить более точные данные с учетом величины деформации.

### Заключение

Результаты работы показали, что состояние апикального позвонка, его плотностные показатели находятся в прямой зависимости от величины деформации с достоверными отличиями по выпуклой и вогнутой поверхностям (р < 001; 0,01) за исключением деформации 90–110°

в грудном отделе (p > 0.05). Плотность губчатой кости в средней части позвонка при измерении ее на аксиальном срезе в грудном отделе увеличивалась от минимальной (на выпуклой стороне) к максимальной (на вогнутой поверхности) на величину, зависящую от величины деформации (максимально при деформации  $90-110^{\circ}$  — на 76,0%). В поясничном отделе при S-образном сколиозе плотность уменьшалась от максимального значения плотности компактного слоя на вогнутой стороне до минимального его показателя на выпуклой стороне в зависимости от величины деформации (максимально на 72 % при деформации  $90-110^{\circ}$ ).

# Список литературы

- 1. Виссарионов С. В., Кокушин Д. Н., Филиппова А. Н., Баиндурашвили А. Г., Барт В. А., Хусаинов Н. О. Анатомо-антропометрические особенности костных структур тел позвонков у детей с идиопатическим сколиозом типа Lenke III // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25. № 1. С. 92–103. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-92-103.
- 2. Зайдман А. М. Что же такое идиопатический сколиоз? // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 4. С. 104—110. DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.104-110.
- 3. Зейналов Ю. Л., Губин А. В., Дьячкова Г. В., Дьячков К. А. Количественная оценка рентгеноморфологических особенностей позвонков при идиопатическом сколиозе: материалы III съезда травматологов-ортопедов Республики Казахстан и VII Евразийского конгресса травматологов-ортопедов, 3–4 окт. 2019 г., г. Нур-Султан // Травматология жэне ортопедия. 2019. № 3/4. С. 272–277.

- 4. Михайловский М. В., Садовой М. А., Новиков В. В., Васюра А. С., Садовая Т. Н., Удалова И. Г. Современная концепция раннего выявления и лечения идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 3. С. 13–18. DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.3.13-18.
- 5. *Adam C. J.*, *Askin G. N.* Lateral bone density variations in the scoliotic spine // Bone. 2009. V. 45. No. 4. P. 799–807. DOI: 10.1016 /j.bone.2009.06.023.
- Brink R. C., Schlösser T. P. C., Colo D., Vincken K. L., van Stralen M., Hui S. C. N., Chu W. C. W., Cheng J. C. Y., Castelein R. M. Asymmetry of the vertebral body and pedicles in the true transverse plane in adolescent idiopathic scoliosis: A CT-Based Study. Spine Deform. 2017. V. 5. No. 1. P. 37–45. DOI: 10.1016/j. jspd.2016.08.006.
- 7. *Gao B., Gao W., Chen C., Wang Q., Lin S., Xu C., Huang D., Su P.* What is the difference in morphologic features of the thoracic pedicle between patients with adolescent idiopathic scoliosis and healthy subjects? A CT-based Case-control Study // Clin. Orthop. Relat. Res. 2017. V. 475. No. 11. P. 2765–2774. DOI: 10.1007/s11999-017-5448-9.
- 8. Labrom F. R., Izatt M. T., Claus A. P., Little J. P. Adolescent idiopathic scoliosis 3D vertebral morphology, progression and nomenclature: a current concepts review. Eur. Spine J. 2021. DOI: 10.1007/s00586-021-06842-z.
- Li X. F., Li H., Liu Z. D., Dai L. Y. Low bone mineral status in adolescent idiopathic scoliosis. Eur. Spine J. 2008. V. 17. No. 11. P. 1431–1440. DOI: 10.1007/s00586-008-0757-z.
- 10. Makino T., Sakai Y., Kashii M., Takenaka S., Sugamoto K., Yoshikawa H., Kaito T. Differences in vertebral morphology

- around the apical vertebrae between neuromuscular scoliosis and idiopathic scoliosis in skeletally immature patients: a three-dimensional morphometric analysis // BMC Musculoskelet. Disord. 2017. V. 18. No. 1. P. 459. DOI: 10.1186/s12891-017-1801-0.PMID: 29145830.
- 11. Negrini S., Donzelli S., Aulisa A. G., Czaprowski D., Schreiber S., de Mauroy J. C., Diers H., Grivas T. B., Knott P., Kotwicki T., Lebel A., Marti C., Maruyama T., O'Brien J., Price N., Parent E., Rigo M., Romano M., Stikeleather L., Wynne J., Zaina F. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. Scoliosis Spinal Disord. 2018. V. 13. P. 3. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8.
- 12. Peng Y., Wang S. R., Qiu G. X., Zhang J. G., Zhuang Q. Y. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. Chin. Med. J. (Engl). 2020. V. 133. No. 4. P. 483–493. DOI: 10.1097/CM9.00000000000000652. PMID: 31972723.
- 13. Sarioglu O., Gezer S., Sarioglu F. C., Koremezli N., Kara T., Akcali O., Ozaksoy D., Balci A. Evaluation of vertebral bone mineral density in scoliosis by using quantitative computed tomography. Pol. J. Radiol. 2019. V. 84. P. e131–e135. DOI: 10.5114/pjr.2019.84060.
- 14. Vavruch L., Forsberg D., Dahlström N., Tropp H. Vertebral Axial Asymmetry in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Spine Deform. 2018. V. 6. No. 2. P. 112–120. e1. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.09.001.
- 15. Zaidi Q., Danisa O. A., Cheng W. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation: A Review of Current Literature. Spine (Phila Pa 1976). 2019. V. 44. No. 4. P. E239–E244. DOI: 10.1097/BRS.00000000000002813.

### References

- 1. Vissarionov S. V., Kokushin D. N., Filippova A. N., Baindurashvili A. G., Bart V. A., Khusainov N. O. Anatomo-antropometricheskie osobennosti kostnykh struktur tel pozvonkov u detey s idiopaticheskim skoliozom tipa Lenke III. Travmatologiya i Ortopediya Rossii. 2019. V. 25. No. 1. P. 92–103 (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-92-103.
- Zaydman A. M. Chto zhe takoe idiopaticheskiy skolioz? Khirurgiya Pozvonochnika. 2016. V. 13. No. 4. P. 104–110 (in Russian). DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.104-110.
- 3. Zeynalov Yu. L., Gubin A. V., Dyachkova G. V., Diachkov K. A. Kolichestvennaya otsenka rentgenomorfologicheskikh osobennostey pozvonkov pri idiopaticheskom skolioze: Materialy III Sezda travmatologov-ortopedov Respubliki Kazakhstan i VII Evraziyskogo Kongressa travmatologov-ortopedov, 3–4 okt. 2019 g., g. Nur-Sultan. Travmatologiya zhene Ortopediya. 2019. No. 3/4. P. 272–277 (in Russian).
- 4. *Mikhaylovskiy M. V., Sadovoy M. A., Novikov V. V., Vasyura A. S., Sadovaya T. N., Udalova I. G.* Sovremennaya kontseptsiya rannego vyyavleniya i lecheniya idiopaticheskogo skolioza. Khirurgiya Pozvonochnika. 2015. V. 12. No. 3. P. 13–18. (in Russian) DOI: http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.3.13–18.
- 5. *Adam C. J.*, *Askin G. N.* Lateral bone density variations in the scoliotic spine. Bone. 2009. V. 45. No. 4. P. 799–807. DOI: 10.1016/j.bone.2009.06.023.
- 6. Brink R. C., Schlösser T. P. C., Colo D., Vincken K. L., van Stralen M., Hui S. C. N., Chu W. C. W., Cheng J. C. Y., Castelein R. M. Asymmetry of the vertebral body and pedicles in the true transverse plane in adolescent idiopathic scoliosis:

- A CT-Based Study. Spine Deform. 2017. V. 5. No. 1. P. 37–45. DOI: 10.1016/j. jspd.2016.08.006.
- 7. Gao B., Gao W., Chen C., Wang Q., Lin S., Xu C., Huang D., Su P. What is the Difference in Morphologic Features of the Thoracic Pedicle Between Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis and Healthy Subjects? A CT-based Casecontrol Study. Clin. Orthop. Relat. Res. 2017. V. 475. No. 11. P. 2765–2774. DOI: 10.1007/s11999-017-5448-9.
- 8. Labrom F. R., Izatt M. T., Claus A. P., Little J. P. Adolescent idiopathic scoliosis 3D vertebral morphology, progression and nomenclature: a current concepts review. Eur. Spine J. 2021. DOI: 10.1007/s00586-021-06842-z.
- Li X. F., Li H., Liu Z. D., Dai L. Y. Low bone mineral status in adolescent idiopathic scoliosis. Eur. Spine J. 2008. V. 17. No. 11. P. 1431–1440. DOI: 10.1007/s00586-008-0757-z.
- 10. Makino T., Sakai Y., Kashii M., Takenaka S., Sugamoto K., Yoshikawa H., Kaito T. Differences in vertebral morphology around the apical vertebrae between neuromuscular scoliosis and idiopathic scoliosis in skeletally immature patients: a three-dimensional morphometric analysis. BMC Musculoskelet. Disord. 2017. V. 18. No. 1. P. 459. DOI: 10.1186/s12891-017-1801-0.PMID: 29145830.
- 11. Negrini S., Donzelli S., Aulisa A. G., Czaprowski D., Schreiber S., de Mauroy J. C., Diers H., Grivas T. B., Knott P.,

- Kotwicki T., Lebel A., Marti C., Maruyama T., O'Brien J., Price N., Parent E., Rigo M., Romano M., Stikeleather L., Wynne J., Zaina F. 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. Scoliosis Spinal Disord. 2018. V. 13. P. 3. DOI: 10.1186/s13013-017-0145-8.
- 12. Peng Y., Wang S. R., Qiu G. X., Zhang J. G., Zhuang Q. Y. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. Chin. Med. J. (Engl). 2020. V. 133. No. 4. P. 483–493. DOI: 10.1097/CM9.00000000000000652. PMID: 31972723.
- 13. Sarioglu O., Gezer S., Sarioglu F. C., Koremezli N., Kara T., Akcali O., Ozaksoy D., Balci A. Evaluation of vertebral bone mineral density in scoliosis by using quantitative computed tomography. Pol. J. Radiol. 2019. V. 84. P. e131–e135. DOI: 10.5114/pjr.2019.84060.
- 14. Vavruch L., Forsberg D., Dahlström N., Tropp H. Vertebral Axial Asymmetry in Adolescent Idiopathic Scoliosis. Spine Deform. 2018. V. 6. No. 2. P. 112–120.e1. DOI: 10.1016/j.jspd.2017.09.001.
- 15. Zaidi Q., Danisa O. A., Cheng W. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation: A Review of Current Literature. Spine (Phila Pa 1976). 2019. V. 44. No. 4. P. E239–E244. DOI: 10.1097/BRS.000000000000002813.

# Сведения об авторах

**Зейналов Юсиф Латифович,** кандидат медицинских наук, Клиника Военно-медицинского управления Службы государственной безопасности Азербайджанской Республики, ортопед-вертебролог отделения травматологии и ортопедии.

Адрес: АZ1000, г. Баку, пос. Бадамдар, Сабаильский р-н, ул. Мектебли, дом 1.

Тел.: + 7 (945) 038-88-10. Электронная почта: z.l.yusif@rambler.ru

ORCID.org/0000-0002-6390-0423

**Zeynalov Yusif Lati**f, Ph. D. Med., Clinic of the Military Medical Department of the State Security Service of the Republic of Azerbaijan, orthopedic spine surgeon of the Department of Traumatology and Orthopedics.

Address: 1, ul. Mektebli, Baku, pos. Badamdar, Sabail district. 1AZ1000, Republic of Azerbaijan.

Phone: +7 (945) 038-88-10. E-mail: z.l.yusif@rambler.ru

**Дьячкова Галина Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.

Тел.: +7 (3522) 45-26-14. Электронная почта: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

**Diachkova Galina Viktorovna,** M. D. Med., Professor National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia, Head of the Laboratory of X-ray and Ultrasound Diagnostic Methods.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia.

Phone: +7 (3522) 45-26-14. E-mail: dgv2003@list.ru

**Бурцев Александр Владимирович,** доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Γ. А. Илизарова» Минздрава России, и. о. директора. Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, д. 6.

Тел.: +7 (3522) 45-47-47. Электронная почта: bav31rus@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-8968-6528

**Burtsev Alexander Vladimirovich,** M. D. Med., National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia, acting Director.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia.

Phone: +7 (3522) 45-47-47. E-mail: bav31rus@mail.ru

**Дьячков Константин Александрович,** доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, главный научный сотрудник лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, заведующий отделением лучевой диагностики.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Тел.: +7 (3522) 45-37-49.Электронная почта: dka doc@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8490-3052

**Diachkov Konstantin Alexandrovich,** Ph. D. Med., National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia, the leading scientific researcher of the Laboratory of X-ray and Ultrasound Diagnostic Methods, Head of Radiology Department.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia.

Phone: +7 (3522) 45-37-49. E-mail: dka\_doc@mail.ru

Сутягин Илья Вячеславович, аспирант, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Тел.: +7 (3522) 45-26-14. Электронная почта: pr sutyagin@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-3998-6781

Sutyagin Ilya Vyacheslavovich, National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia.

Phone: +7 (3522) 45-26-14. E-mail: pr sutyagin@bk.ru

**Ларионова Татьяна Адиславовна,** кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, старший научный сотрудник лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики.

Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.

Тел.: +7 (3522)45-44-95. Электронная почта: lar\_rad@mail.ru ORCID.org/0000-0002-0724-1339

**Larionova Tatyana Adislavovna,** Ph. D. Med., National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics named after academician G. A. Ilizarov Ministry of Healthcare of Russia, the senior research associate of the Laboratory of X-ray and Ultrasound Diagnostic Methods.

Address: 6, ul. M. Ulianova, Kurgan, 640014, Russia.

Tel.: +7 (3522) 45-44-95. E-mail: lar rad@mail.ru

# Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 27.06.2021 г. Дата одобрения статьи после рецензирования: 01.07.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 08.07.2021 г.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-28-37

# Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в оценке опухолей Вильмса: корреляция с гистологическими данными. Пилотное исследование

Э. Э. Манжурцева\*, <sup>1</sup>, В. А. Лопатина<sup>1</sup>, П. Е. Меньщиков<sup>1, 2</sup>, Г. В. Терещенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва <sup>2</sup> Philips «Здравоохранение», Москва

# Реферат

Целью исследования является оценка различия в значениях измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) в зависимости от степеней злокачественности опухоли Вильмса. Исследование включает в себя 64 пациента с верифицированной опухолью Вильмса после курса химиотерапии, перед проведением хирургического лечения. Пациенты были обследованы на томографах с индукцией магнитного поля 3,0 и 1,5 Тл. Сбор данных ИКД (мм²/с) проводился с использованием специализированного программного обеспечения. Статистический анализ выполнялся с помощью программного пакета Graphpad Prism. По результатам данного исследования были получены средние значения ИКД для гистологических типов опухоли Вильмса, распределенных по клиническим группам риска:  $0.4 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  низкой степени злокачественности,  $1.1 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  средней степени злокачественности и  $0.6 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  высокой степени злокачественности. Помимо этого, для средней степени злокачественности значения ИКД были разделены по группам в зависимости от клеточного состава:  $1 \pm 0.2 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  регрессивного и смешанного типа;  $0.9 \pm 0.2 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  эпителиального типа;  $1.3 \pm 0.4 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c} - \text{для}$  стромального типа. Таким образом, диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томогра-

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (916) 113-39-45. Электронная почта: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru ORCID.org/0000-0002-0014-9345

**Manzhurtseva Evelina Eduardovna,** junior researcher, Radiologist, Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (916) 113-39-45. E-mail: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

© Э. Э. Манжурцева, В. А. Лопатина, П. Е. Меньщиков, Г. В. Терещенко.

<sup>\*</sup> Манжурцева Эвелина Эдуардовна, младший научный сотрудник, врач-рентгенолог рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

фия (МРТ) может стать полезным инструментом при первичной оценке и дифференциальной диагностике пациентов с опухолью Вильмса.

**Ключевые слова:** измеряемый коэффициент диффузии, количественная оценка, магнитно-резонансная томография, опухоль Вильмса, педиатрия.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Wilms Tumors: Correlation with Histological Data. Pilot Study

E. E. Manzhurtseva\*, 1, V. A. Lopatina1, P. Ye. Men'shchikov1, 2, G. V. Tereshchenko1

- <sup>1</sup> Dmitry Rogachev National Medical Research Center Of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology
- <sup>2</sup> Philips Healthcare, Moscow, Russia

# **Abstract**

The aim of the study is to assess the difference in apparent diffusion coefficient (ADC) values depending on the degrees of malignancy of Wilms' tumor. The study includes 64 patients with verified Wilms tumor after a course of chemotherapy, before undergoing surgical treatment. The patients were examined using scanners with magnetic field induction of 3.0 and 1,5 T. ADC data collection (mm²/s) was carried out using specialized software. Statistical analysis was performed using the Graphpad Prism software package. Based on the results of this study, average ADC values were obtained for histological types of Wilms' tumors distributed by clinical risk groups:  $0.4 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the low grade of malignancy,  $1.1 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the average grade of malignancy and  $0.6 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the high grade. In addition, for the average grade of malignancy, the ADC values were divided into groups depending on the cellular composition —  $1 \pm 0.2 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the regressive and mixed type;  $0.9 \pm 0.2 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the epithelial type;  $1.3 \pm 0.4 \times 10^{-3}$  mm²/s — for the stromal type. Thus, diffusion-weighted MRI can be a useful tool in the initial assessment and differential diagnosis of patients with Wilms tumor.

**Key words:** Apparent Diffusion Coefficient, Quantitative Assessment, Magnetic Resonance Imaging, Wilms Tumor, Pediatrics.

# Актуальность

Опухоли почек у детей составляют около 6 % от всех злокачественных опухолей детского возраста, из которых нефробластома/опухоль Вильмса составляет более 90 % [10]. Частота встречаемости опухоли Вильмса от 0,4 до 1 случая на 100 тыс. детей в год. Диагностируется данная опухоль чаще всего у детей в возрасте от 2 до 5 лет [3]. Маль-

чики и девочки болеют с одинаковой частотой [3]. В 2 % случаев имеет семейный характер [3]. В 10,0 % случаев опухоли Вильмса связаны с врожденными генетическими синдромами и пороками развития [3]. У 4–7 % пациентов с опухолью Вильмса билатеральное поражение почек [1]. Опухоль Вильмса развивается из эмбриональных клеток

почки, представляет собой сочетание трех компонентов: эпителиального, бластемного, стромального, которые присутствуют в опухолях в различных пропорциях [14]. По методическим рекомендациям Международного общества детской онкологии (International Society of Paediatric Oncology, или SIOP) лечение пациентов старше 6 месяцев включает предоперационную химиотерапию и последующую резекцию опухоли [11]. Дальнейшее лечение основано на постоперационной гистологической классификации группы низкого, среднего и высокого риска [13]. Отнесение к разным группам риска базируется на количественной оценке изменений, вызванных химиотерапией, и процентном соотношении жизнеспособных компонентов опухоли (эпителиальных, бластемных, стромальных), а также на наличие или отсутствии анаплазии [13, 14]. К группе низкого риска относится тотально некротизированная нефробластома; к группе промежуточного риска стромальный, эпителиальный, смешанный, регрессивный типы и фокальная анаплазия; к группе высокого риска бластемный тип и диффузная анаплазия [13, 14]. Инициальная биопсия опухоли не рекомендуется, в связи с чем возможность охарактеризовать гистологический тип опухоли неинвазивным методом до терапии имеет большое клиническое значение.

Визуализация играет огромную роль при постановке диагноза. Методика получения диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) позволяет количественно оценить броуновское движение молекул воды в клетках опухоли с помощью измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) [1]. В тканях опухолей,

а также при наличии отека или воспаления наблюдается ограничение скорости диффузии. Согласно литературным диффузионно-взвешенная данным, МРТ (ДВ-МРТ) показала многообещающие результаты в оценке опухолей с использованием карт со значениями ИКД [12, 15]. Исследования демонстрируют, что с помощью значений ИКД можно отличать доброкачественные от злокачественных солидных опухолей [4, 7]. Таким образом, благодаря своей особенности ДВ-МРТ может охарактеризовать клеточный состав опухоли, а также жизнеспособность ее клеток после проведения химиотерапии [9].

В литературе представлено недостаточно данных об изменении значений ИКД в зависимости от степени злокачественности опухоли Вильмса. Вместе с тем существует несколько пилотных исследований, в которых показано изменение значений ИКД на фоне химиотерапии в зависимости от гистологического типа опухоли, а также представлена сильная линейная взаимосвязь ИКД с бластемным и стромальным компонентами опухоли Вильмса [2, 6].

**Цель:** оценка различия в значениях измеряемых коэффициентов диффузии (ИКД) в зависимости от степеней злокачественности опухоли Вильмса.

# Материалы и методы

Ретроспективно за период с 2018 по 2020 г. были оценены результаты МРТ-исследования 64 пациентов в возрасте от 2 месяцев до 16 лет (медиана возраста — 5 лет) с верифицированной опухолью Вильмса после курса химиотерапии, перед проведением хирургического лечения. Отношение мальчиков к девочкам составило 1:1,3. Пациенты были разделены на группы согласно ги-

стологическим типам опухоли Вильмса, основанным на классификации SIOP, в которой гистология оценивается после химиотерапии со стратификацией на низкую, среднюю и высокую степень злокачественности (табл.).

Перед началом исследования было получено разрешение на его проведение от локального этического комитета ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России. Критериями включения в исследование были возраст до 18 лет и наличие образования почки с подтвержденной гистологией. Критерием невключения был возраст старше 18 лет. Критерии исключения – наличие абсолютных противопоказаний к проведению МРТ (кардиостимулятор, наличие ферромагнитных имплантов, не допускающих проведение исследования, и т. п.) и отказ подписывать информированное согласие.

Все пациенты были обследованы на томографах Philips Achieva с индукцией магнитного поля 3,0 Тл и GE Signa с индукцией магнитного поля 1,5 Тл с использованием поверхностных 8-канальных катушек для сканирования тела. Исследование состояло из стандартного МРТ брюшной полости с контрастным усилением. ДВИ входили в стандартный пакет исследования и включали в

себя получение карт диффузии (DWI 3b) по 3 b-факторам (50; 600; 800). Далее с использованием портала рабочей станции Philips (ISP 9.0, Philips, Netherlands) проводилось картирование ДВИ и сбор данных ИКД (мм²/с). Выбор зон интереса (ROI) выполнялся в образовании почки в солидном компоненте одинаковой площадью 100 мм².

Помимо этого, при наличии ДВИ и ИКД-карт адекватного качества в исследование были включены пациенты из базы данных ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, отправленных на официальный референс.

После проведения предоперационного МРТ брюшной полости проводилось хирургическое вмешательство в размере нефрэктомии, или туморонефрэктомии. Гистологический материал направлялся на исследование и проводилось стадирование по гистологическим степеням злокачественности.

Поиск взаимосвязи между значениями ИКД и гистологическими степенями риска опухоли Вильмса осуществлялся с помощью статистического программного пакета Graphpad Prism. Была проведена проверка всех количественных данных на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро — Уилка в каждой из групп.

# Разделение пациентов на группы согласно степени злокачественности опухоли Вильмса

Степень злокачественности	Число пациентов	Медиана возраста
Низкая	10	6
Высокая	42	3,5
Средняя	12	4

Данные подчинялись нормальному закону, поэтому описательная статистика оформлена в виде среднего значения и стандартного отклонения. Для проверки статистических различий использовался дисперсионный анализ (ANOVA).

# Результаты и обсуждение

Все данные были проанализированы, исключенных из анализа не было.

Были получены средние значения ИКД для всех гистологических типов опухоли Вильмса:  $0.4 \times 10^{-3} \, \mathrm{mm^2/c} - \mathrm{для}$  низкого риска,  $1.1 \times 10^{-3} \, \mathrm{mm^2/c} - \mathrm{для}$  промежуточного риска и  $0.6 \times 10^{-3} \, \mathrm{mm^2/c} - \mathrm{для}$  высокого риска (рис. 1). Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) показали наличие статистически значимых различий между значениями ИКД для трех гистологических типов (F = 117,4, p < 0,0001).

Поскольку группа промежуточного риска гистологически более неоднородна, она была разделена на подгруппы, такие как: регрессивный тип (n = 15), стромальный тип (n = 13), эпителиальный тип (n = 8) и смешанный тип (n = 6). Среднее значение ИКД для промежуточного риска — 1,1  $\pm$  0,3  $\times$  10<sup>-3</sup> мм²/с; 1  $\pm$  0,2  $\times$  10<sup>-3</sup> мм²/с — для регрессивного и смешанного типа; 0,9  $\pm$  0,2  $\times$  10<sup>-3</sup> мм²/с — для эпителиального типа; 1,3  $\pm$  0,4  $\times$  10<sup>-3</sup> мм²/с — для стромального типа.

Рассмотрим по одному примеру из каждой группы. На рисунке 2 представлены ДВ-МРТ и ИКД-карта мальчика 5 лет с гистологически верифицированной опухолью Вильмса с диффузной анаплазией, ИКД = 0,78 × 10<sup>-3</sup> мм²/с. На рисунке 3 представлены ДВ-МРТ и ИКД-карта 3-летней девочки с регрессивным типом опухоли Вильмса, ИКД =

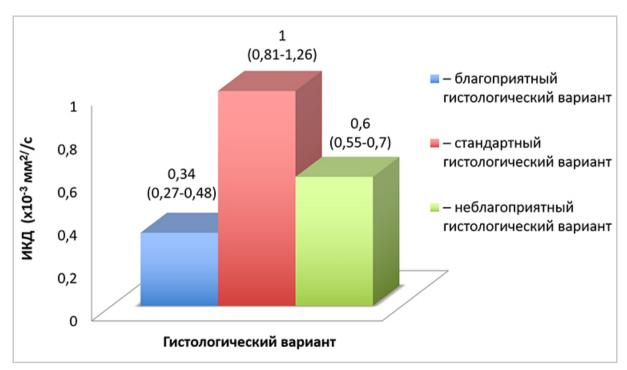


Рис. 1. Средние значения и диапазон значений ИКД для трех типов риска нефробластом: низкого риска — благоприятный гистологический вариант, промежуточного риска — стандартный гистологический вариант, высокого риска — неблагоприятный гистологический вариант

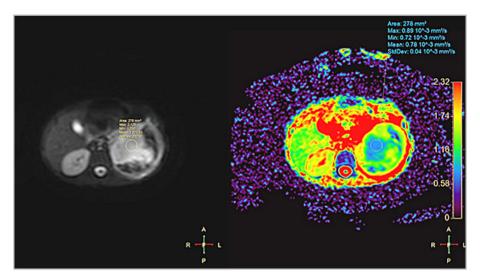


Рис. 2. ДВИ и ИКД-карта пациента с гистологически верифицированной опухолью Вильмса с диффузной анаплазией,  $ИКД = 0.78 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{c}$ 

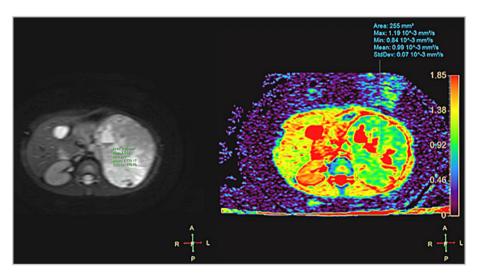


Рис. 3. ДВИ и ИКД-карта пациентки с гистологически верифицированным регрессивным типом опухоли Вильмса, ИКД =  $0.99 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с

 $0.99 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ . На рисунке 4 представлены ДВ-МРТ и ИКД-карта мальчика 6 лет с некротизированным типом опухоли Вильмса, ИКД =  $0.43 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{c}$ .

В мультицентровом исследовании Andreas M. Hötker с соавт. (2020) были выявлено, что с помощью ДВ-МРТ можно дифференцировать доброкачественный нефробластомоз и подтипы опухоли Вильмса. Наиболее низкий

ИКД был у бластемного типа опухоли Вильмса, медиана —  $0.95 \times 10^{-3}$  мм $^2$ /с. При эпителиальном типе —  $0.99 \times 10^{-3}$  мм $^2$ /с, при стромальном —  $1.24 \times 10^{-3}$  мм $^2$ /с, при диффузной анаплазии —  $1.27 \times 10^{-3}$  мм $^2$ /с [5]. Данные отличаются от наших, возможно, по причине различных методик подсчета значений ИКД. В нашей работе мы выбирали зону интереса в солидной части опухоли, тог-

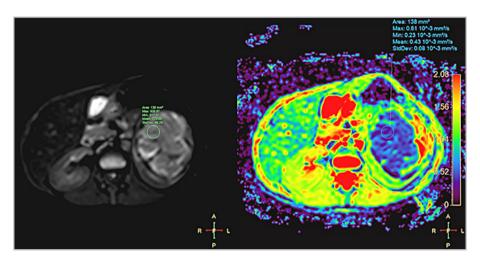


Рис. 4. ДВИ и ИКД-карта пациента с гистологически верифицированным некротизированным типом опухоли Вильмса, ИКД =  $0.43 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с

да как в мульти-центровом исследовании Andreas M. Hötker с соавт. значения ИКД определялись во всей опухоли, включая кистозный компонент.

Чуть ранее, в 2016 г., было опубликовано исследование Annemieke S. Littooij с соавт., в котором также проводилась оценка ИКД во всем объеме опухоли [8]. Область интереса была обведена от руки на ИКД-картах, для определения контура опухоли использовали постконтрастные и Т2-взвешенные изображения. Из дальнейшего анализа были исключены области, представляющие собой некроз, кровоизлияние и кистозные элементы. Результаты исследования подтвердили необходимость данных исключений, что также сделали мы в своей работе, выбрав для исследования только солидную часть опухоли. По результатам данного исследования удалось найти среднее значение ИКД  $(1,362 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{c})$  в стромальном типе опухоли Вильмса после преоперационной химиотерапии. ИКД имел чувствительность 100,0 % и специфичность 78,9 % [8]. Данные согласуются со средним значением ИКД стромального типа опухоли Вильмса, полученного в нашем исследовании,  $-1.3 \times 10^{-3} \, \text{мм}^2/\text{c}$ .

## Заключение

Были получены средние значения ИКД и диапазон значений ИКД для гистологических типов опухолей Вильмса, объединенных в клинические группы риска. Полученные значения достоверно различаются между группами риска нефробластом, что является крайне обнадеживающим фактом в перспективе возможной неинвазивной количественной оценки опухоли Вильмса в педиатрической практике по данным МРТ. Диффузионно-взвешенная МРТ может быть полезным инструментом как при первичной оценке, так и при дифференциальной диагностике пациентов с опухолью Вильмса. Полученные результаты являются первыми в рамках зарегистрированного на https://clinicaltrials.gov/ с номером NCT0481475 научно-клинического исследования, проводимого в ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

# Список литературы / References

- 1. De Backer A., Lamote J., Keuppens F., Willems G., Otten J. Bilateral Wilms' tumor: in situ cooling of the kidney facilitates curative excision of tumors, with preservation of renal function. Journal of pediatric surgery. 1995. V. 30. No. 9. P. 1338–40.
- 2. Chen L., Liu M., Bao J., Xia Y., Zhang J., Zhang L., Wang J. The correlation between apparent diffusion coefficient and tumor cellularity in patients: a meta-analysis. PloS one. 2013. V. 8. No. 11. P. e79008.
- 3. Erginel B., Vural S., Ak n M., Karada . A., Sever N., Y ld z A., Dokucu A. Wilms' tumor: a 24-year retrospective study from a single center. Pediatric hematology and oncology. 2014. V. 31. No. 5. P. 409–14.
- 4. Gawande R. S., Gonzalez G., Messing S., Khurana A., Daldrup-Link H. E. Role of diffusion-weighted imaging in differentiating benign and malignant pediatric abdominal tumors. Pediatric radiology. 2013. V. 43. No. 7. P. 836–45.
- 5. Hötker A. M., Lollert A., Mazaheri Y., Müller S., Schenk J. P., Mildenberger P. C., Staatz G. Diffusion weighted MRI in the assessment of nephroblastoma: results of a multi-center trial. Abdominal Radiology. 2020. No. 0123456789.
- Humphries P. D., Sebire N. J., Siegel M. J., Olsen Ø. E. Tumors in pediatric patients at diffusion-weighted MR imaging: apparent diffusion coefficient and tumor cellularity. Radiology. 2007. V. 245. No. 3. P. 848–54.
- Kocaoglu M., Bulakbasi N., Sanal H. T., Kismet E., Caliskan B., Akgun V., Tayfun C. Pediatric abdominal masses: diagnostic accuracy of diffusion weighted MRI. Magnetic resonance imaging. 2010. V. 28. No. 5. P. 629–36.

- 8. Littooij A. S., Sebire N. J., Olsen Ø. E. Whole-Tumor Apparent Diffusion Coefficient Measurements in Nephroblastoma: Can It Identify Blastemal Predominance? 2017. V. 45. No. 5. P. 1316–1324.
- 9. Malayeri A. A., El Khouli R. H., Zaheer A., Jacobs M. A., Corona-Villalobos C. P., Kamel, I. R., Macura K. J. Principles and applications of diffusion-weighted imaging in cancer detection, staging, and treatment follow-up. Radiographics: a review publication of the Radiological Society of North America, Inc. 2011. V. 31. No. 6. P. 1773–91.
- Pastore G., Znaor A., Spreafico F., Graf N., Pritchard-Jones K., Steliarova-Foucher E. Malignant renal tumours incidence and survival in European children (1978-1997): report from the Automated Childhood Cancer Information System project. European journal of cancer (Oxford, England: 1990). 2006. V. 42. No. 13. P. 2103–14.
- 11. *Pietras W.* Advances and changes in the treatment of children with nephroblastoma. Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University. 2012. V. 21. No. 6. P. 809–820.
- 12. Sathyakumar K., Mani S., Pathak G. H., Prabhu K., Chacko A. G., Chacko G. Neuroimaging of pediatric infratentorial tumors and the value of diffusion-weighted imaging (DWI) in determining tumor grade. Acta radiologica (Stockholm, Sweden: 1987). 2021. V. 62. No. 4. P. 533–540.
- 13. Vujani G. M., Sandstedt B., Harms D., Kelsey A., Leuschner I., de Kraker J., SIOP Nephroblastoma Scientific Committee. Revised International Society of Paediatric Oncology (SIOP) working classification of renal tumors of childhood. Medical and pediatric

- oncology. 2002. V. 38. № 2. P. 79–82.
- 14. *Vujani G. M., Sandstedt B.* The pathology of Wilms' tumour (nephroblastoma): the International Society of Paediatric Oncology approach. Journal of clinical pathology. 2010. V. 63. No. 2. P. 102–9.
- 15. Zhang H., Pan J., Shen Y., Bai X., Wang Y., Wang H. & Ye H. High signal renal tumors on DWI: the diagnostic value of morphological characteristics. Abdominal Radiology. 2019. V. 44. No. 1. P. 239–246.

# Сведения об авторах

Манжурцева Эвелина Эдуардовна, младший научный сотрудник, врач-рентгенолог рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (916) 113-39-45. Электронная почта: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

**Manzhurtseva Evelina Eduardovna,** junior researcher, Radiologist, Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (916) 113-39-45. E-mail: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

**Лопатина Вера Алексеевна,** лаборант-исследователь рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (495)-287-65-70 (доб. 4501). Электронная почта: vera.lopatina@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-3093-8086

**Lopatina Vera Alekseevna,** research assistant, Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 4501). E-mail: vera.lopatina@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-3093-8086

**Меньщиков Петр Евгеньевич**, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Специалист по поддержке научных исследований Philips «Здравоохранение»

Адрес: 123022, г. Москва, ул. Сергея Макеева, 13, 4-й этаж; БЦ «Марр Плаза».

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 4508). Электронная почта: petr.menshchikov@philips.com

ORCID.org/0000-0001-8193-6991

**Menshchikov Petr Evgenievich,** PhD, Researcher, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Research Support Specialist, Philips Healthcare. Address: 13, Sergei Makeev, 123022, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 4508). E-mail: petr.menshchikov@philips.com

ORCID.org/0000-0001-8193-6991

**Терещенко Галина Викторовна,** кандидат медицинских наук, заведующая рентгенологическим отделением ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 1220). Электронная почта: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0001-7317-7104

**Tereshchenko Galina Viktorovna,** PhD. Med., Head of the Radiology Department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 1220). E-mail: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru ORCID.org/0000-0001-7317-7104

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 30.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 01.07.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 03.07.2021 г.

# Что такое

# Hayчное сотрудничество c Philips?



Компания Philips поддерживает научно-практические исследования более чем в 10 лечебных учреждениях по всей России, в число которых входят такие центры, как НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева (г. Москва), ГБУЗ Морозовская ДГКБ (г. Москва), Международный Томографический центр (г. Новосибирск), НМИЦ детской травматологии и ортопедии имени Г.И. Турнера (г. Санкт-Петербург), Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова (г. Москва) и др.

Врачи ежегодно представляют результаты этих исследований на крупнейших мировых и Российских конгрессах, а также публикуют их в высокорейтинговых журналах.

В рамках научного сотрудничества лечебное учреждение может получать углубленный доступ к передовым инновациям Philips, а также поддержку исследовательского проекта на всех этапах реализации со стороны команды Philips Clinical Science.

«Инновационные технологии Philips открывают принципиально новые пути фундаментальных исследований в области медицины. Мы понимаем это и содействуем развитию научно-клинической деятельности. Исследовательские проекты затрагивают самые насущные вопросы здравоохранения, а их результаты успешно внедряются в ежедневную клиническую практику. Вот почему Philips поддерживает их на всех этапах реализации, – отмечает Дмитрий Куприянов, специалист по научным исследованиям Philips.

Совместные проекты научно-исследовательских центров и компании Philips легли в основу создания специального портала. На нем собраны результаты исследований, обзоры инновационных методов диагностики и визуализации, а также практические рекомендации по их применению на практике. Платформа уже доступна для всех желающих



Для получения дополнительной информации, пожалуйста, направьте запрос по адресу ClinicalScienceRCA@philips.com

Приглашаем Вас к научному сотрудничеству с Philips!

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-39-53

# Приоритет проведения исследования печени на свободном дыхании на 3,0 Тл магнитно-резонансном томографе у детей с тяжелой перегрузкой железом

Э. Э. Манжурцева\*, <sup>1</sup>, Г. В. Терещенко<sup>1</sup>, Д. А. Куприянов<sup>1, 2</sup>, Г. А. Новичкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва <sup>2</sup> Philips «Здравоохранение», Москва

#### Реферат

Целью исследования являлось сравнение информативности и особенностей сканирования импульсных последовательностей ЗТл-mGRE на задержке дыхания и ЗТл-uTE на свободном дыхании в определении содержания железа в печени у детей с различными степенями перегрузки железом. 108 пациентам в возрасте от 3 до 17 лет с вторичной перегрузкой железом на фоне регулярных гемотрансфузий было проведено МРТ-исследование на ЗТл МР-томографе с использованием специализированных последовательностей для получения релаксометрических карт, на основании которых определялось содержание железа в печени: ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE. Была выполнена оценка качества изображений, полученых при помощи последовательностей ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE путем определения соотношения сигнал-шум (SNR). Было получено, что SNR ЗТл-uTE был выше в 8 раз, чем SNR ЗТл-mGRE. Помимо этого было выявлено, что для пациентов с перегрузкой железом менее 25 мг/г последовательности ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE показали одинаковую эффективность в определении железа в печени (r = 0,99, p = 0,54). Концентрацию железа в печени у пациентов с крайне тяжелой перегрузкой железом удалось посчитать только по релаксометрическим картам ЗТл-uTE вследствие высокой ошибки апроксимации результатов при получении карт ЗТл-mGRE. Полученные данные демонстрируют возможность исполь-

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (916) 113-39-45. Электронная почта: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

Manzhurtseva Evelina Eduardovna, junior researcher, Radiologist, Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (916) 113-39-45. E-mail: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

© Э. Э. Манжурцева, Г. В.Терещенко, Д. А. Куприянов, Г. А. Новичкова.

<sup>\*</sup> Манжурцева Эвелина Эдуардовна, младший научный сотрудник, врач-рентгенолог рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

зования последовательности  $3\text{T}_n$ -mGRE для определения концентрации железа в печени ниже  $25\,\mathrm{mr/r}$ . Однако при крайне тяжелой перегрузке железом целесообразнее использовать последовательность  $3\mathrm{T}_n$ -uTE.

**Ключевые слова:** магнитно-резонансная томография, перегрузка железом, Т2\*-картирование, магнитно-резонансная релаксометрия, количественная оценка.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# Secondary Iron Overload in Pediatric Hematology: the Priority of Free-Breathing Liver Study at 3.0 T Magnetic Resonance Scanner in Children with Severe Iron Overload

E. E. Manzhurtseva\*, 1, G. V. Tereshchenko1, D. A. Kupriyanov2, G. A. Novichkova1

- <sup>1</sup> Dmitry Rogachev National Medical Research Center Of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology
- <sup>2</sup> Philips Healthcare, Moscow, Russia

#### **Abstract**

The aim of the study was to compare the effectiveness and scanning features of iron detection in the liver based on 3T MR scanner data using a breath holding and free breathing sequences in children with iron overload. 108 patients aged of 3 to 17 years with secondary iron overload associated with the regular blood transfusions underwent an MRI study on a 3.0 T MR scanner using specialized sequences for obtaining relaxometric maps: 3T-mGRE and 3T-uTE. The quality of the images received by the 3T-mGRE and 3T-uTE sequences was assessed by determining the signal-to-noise ratio (SNR). The SNR of 3T-uTE was found to be 8 times higher than the SNR of 3T-mGRE. In addition, it was found that for patients with an iron overload less than 25 mg/g the 3T-mGRE and 3T-uTE sequences showed the same efficacy in iron detection in the liver (r = 0.99, p = 0.54). The concentration of iron in the liver in patients with extremely severe iron overload could be calculated only using 3T-uTE relaxometric maps due to the high approximation error of the results obtaining by 3T-mGRE maps. These data demonstrate the possibility of using the 3T-mGRE sequence to determine the concentration of iron in the liver below 25 mg/g. However, with extremely severe iron overload, it is better to use the 3T-uTE sequence.

**Key words:** Magnetic Resonance Imaging, Iron Overload, T2\*-Mapping, Magnetic Resonance Relaxometry, Quantitative Assessment.

#### Актуальность

Перегрузка железом (МКБ-10: Е83.1 – нарушения обмена железа) ведет к серьезным проблемам со здоровьем у пациентов, находящихся на регулярной трансфузионной терапии. Перегрузка железом — это состояние, обусловлен-

ное аномальным накоплением железа в печени, сердце, селезенке, гипофизе, поджелудочной железе, паращитовидных железах и гонадах, что приводит к токсичности и дисфункции данных органов и может приводить к возникно-

вению таких заболеваний, как кардиомиопатия, цирроз печени, диабет, артрит, гипогонадизм и др. [5]. При таких заболеваниях крови, как в-талассемия, апластическая анемия, серповидноклеточная анемия, миелодиспластический синдром и др., необходимы регулярные переливания крови с целью предотвращения развития жизнеугрожающих осложнений [12, 13]. Поскольку метаболизм железа отличается от метаболизма других металлов, а именно отсутствует физиологический механизм его выведения из организма, множественные гемотрансфузии приводят к токсическому накоплению железа в органах-мишенях, а особенно в печени. Для выведения избыточного количества железа из организма применяется хелаторная терапия, для определения эффективности которой требуется постоянный мониторинг железа в организме [2].

В последние два десятилетия для измерения концентрации железа в печени стали использовать метод магнитно-резонансной томографии (МРТ), который в отличие от общепринятого метода биопсии печени является неинвазивным, легко воспроизводимым и доступным [7]. Гемосидерин обладает парамагнитными свойствами и вызывает локальные возмущения магнитного поля, что увеличивает скорость релаксации протонов [7]. Следовательно, чем больше содержание железа в ткани, тем меньше значение T2\* [1].

Существует несколько методик оценки содержания железа в печени при помощи МРТ [1, 4, 10]. Одна из них основана на оценке концентрации железа в печени путем измерения скорости поперечной релаксации в ткани печени R2\* [8]. Сопоставление значений концентрации железа по данным биопсии и МРТ в

режиме Т2\* на 1,5 Тл MP-томографе показало отличную линейную корреляцию для перегрузки железом не более 25 мг/г сух. веса [1]. Однако технологии не стоят на месте, и в клинической практике все больше используются томографы с напряженностью магнитного поля 3,0 Тл.

Согласно литературным данным, для диагностики перегрузки железом чаще всего используют 1,5 Тл МР-томографы, поскольку на 3 Тл МР-томографах затухание сигнала происходит быстрее [4]. Тем не менее для обследования пациентов с перегрузкой железом выше 25 мг/г необходимо использовать последовательности с большим динамическим диапазоном, которые доступны для 3,0 Тл МР-томографов, что говорит о необходимости создания достоверных методик подсчета на 3,0 Тл [6]. Использование томографа с индукцией магнитного поля 3,0 Тл позволяет применять быстрые последовательности с малыми значениями времени эха, что дает возможность с более высокой точностью определять концентрацию железа в паренхиме печени у пациентов с высокой степенью перегрузки железом [9].

Главный недостаток метода МРТ в педиатрии — это необходимость проведения исследования маленьким пациентам с использованием анестезиологического пособия. В клинической практике для получения Т2\* релаксометрических карт используется последовательность мультиградиентного эха-mGRE, которая требует от пациента задерживать дыхание. Основываясь на нашем опыте, пациенты до 7 лет за редким исключением способны методично задерживать дыхание на 8-12 с. Как следствие, для данной группы пациентов использование последовательности mGRE без применения анестезиологического пособия невозможно ввиду наличия большого количества артефактов от дыхания, затрудняющих обработку данных релаксометрических карт [11].

Последовательности с ультракоротким временем эха-uTE — позволяют проводить исследование печени на свободном дыхании, а ввиду малых значений времени эха подходят для мониторинга концентрации железа в печени у пациентов с тяжелой перегрузкой железом [15].

**Цель:** сравнение информативности и особенностей сканирования импульсных последовательностей ЗТл-mGRE на задержке дыхания и ЗТл-uTE на свободном дыхании в определении содержания железа в печени у детей с различными степенями перегрузки железом.

#### Материалы и методы Характеристика исследуемой группы

В исследовании принимали участие 108 пациентов в возрасте от 2 до 17 лет (медиана -8 лет), находившихся на лечении в Национальном медицинском исследовательском центре детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава России в период с 2017 по 2020 г. с диагнозами: бета-талассемия (n = 55), анемия Даймонда – Блекфана (n = 16), наследственная гемолитическая анемия неуточненная (n = 16), дизэритропоэтическая анемия 1-го типа (n = 7), приобретенная апластическая анемия (n = 14). Соотношение между мальчиками и девочками составило 2:1. Перед началом исследования было получено разрешение на его проведение от локального этического комитета Национального медицинского исследовательского центра детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава России. Родители всех пациентов предоставили письменное информированное согласие на участие в исследовании.

На основании классификации степеней гемосидероза печени пациенты были распределены на 4 группы: І группа ( $\{Fe\} \le 2,0 \text{ мг/г}\} - 16$  пациентов, ІІ ( $\{Fe\} = 2 - 7,0 \text{ мг/г}\} - 28$  пациентов, ІІІ ( $\{Fe\} = 7,01 - 15,0 \text{ мг/г}\} - 30$  пациентов, ІV ( $\{Fe\} \ge 15,1 \text{ мг/г}\} - 34$  больных. Пациенты с IV грейдом сидероза были разделены на подгруппы, основываясь на тяжести перегрузки железом: а (менее  $25 \text{ мг/г}\} - 28 \text{ человек}$ , b (более  $25 \text{ мг/г}\} - 11 \text{ человек}$ .

#### Протокол сканирования

Всем пациентам было проведено исследование на MP-томографе Philips Achieva с индукцией магнитного поля 3,0 Тл, с использованием поверхностной 16-канальной катушки для сканирования тела.

Сканирование проводилось на свободном дыхании с использованием программы ультракороткого градиентного эха (uTE – ultra-fast gradient echo). Сравнение данных пациентов проводилось с данными сканирования на задержке дыхания с использованием последовательности быстрого градиентного эха (mGRE – multi-phase fast gradient echo) путем создания множественных эхосигналов. Последовательность ЗТл-иТЕ выполнялась на свободном дыхании, углом наклона вектора намагниченности 25°, 8 эхосигналами, радиальным заполнением k-пространства (рис. 1), временем повтораТ R≈16мс, временем эхаТ Е=0,14мс,  $\Delta TE \approx 0.9$  мс и разрешением  $0.8 \times 0.8 \times$ 4 мм. Последовательность 3Тл-mGRE выполнялась с 12-секундной задержкой дыхания, углом наклона вектора намагниченности 25°, 8 эхосигналами, де-

картовым заполнением k-пространства (рис. 2), временем повтора TR ≈ 75 мс. временем эха ТЕ = 1 мс, ТЕ ≈ 0,9 мс и разрешением  $1.5 \times 1.5 \times 7$  мм.

#### Анализ изображений

Анализ Т2\*-карты был проведен автоматически с помощью программного приложения на базе IDL 6.3 (рис. 3).

Средние значения Т2\* были измерены в областях интереса одинакового размера в паренхиме печени на уровне 10 межреберья для обеих исследуемых метолик для всех пашиентов.

Качество изображения оценивалось путем измерения соотношения сигналшум (SNR) по следующей формуле:

$$SNR = SI$$
 (печень) /  $SD$  (фон),

где SI (печень) — значение измеренной интенсивности сигнала в области интереса в паренхиме печени, SD (фон) стандартное отклонение фонового шума.

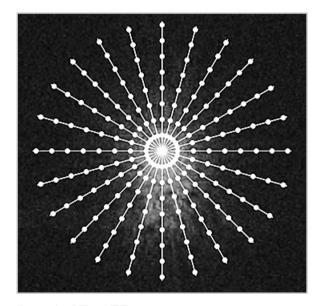


Рис. 1. ЗТл-иТЕ, радиальное заполнение k-пространства, TR = 16 мс, TE = 0.14 мс,  $\Delta TE = 0.9$  мс; разрешение  $0.8 \times 0.8 \times 4$  мм; на свободном дыхании

#### Статистическая обработка

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программного пакета GraphPad Prism 8.0.1 (GraphPad, США) и Office Excel 2018 (Microsoft, США). Среднее значение Т2\* и стандартное отклонение (SD) были рассчитаны для каждой области интереса. Среднее значение для каждого случая использовалось как оптимальная величина T2\*, а SD использовалось как мера неопределенности. Для всех пациентов было получено графическое соответствие между значениями Т2\*. Для определения нормальности распределения были использованы тест Шапиро — Уилка и гистограмма распределения частот. Для данных, не подчиняющихся нормальному закону, был применен Т-критерий Вилкоксона и корреляционный анализ по Спирмену. Порог статистической значимости был установлен на уровне 0,001.

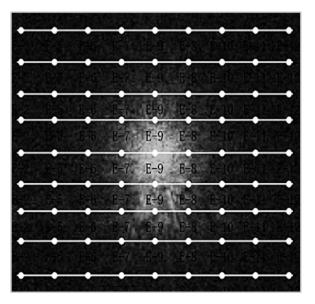


Рис. 2. ЗТл-mGRE, декартовое заполнение k-пространства, TR = 350 мс, TE = 0.9 мс,  $\Delta$  TE = 0,9 мс; разрешение 1,5 × 1,5 × 7 мм; задержка дыхания 12 с

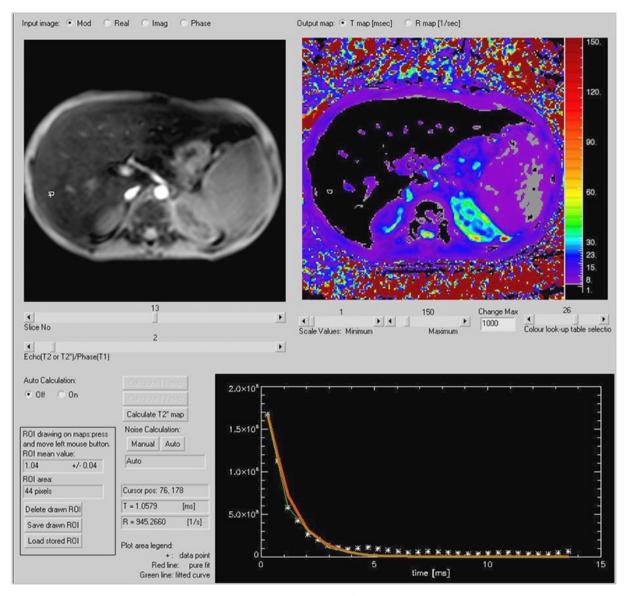


Рис. 3. Интерфейс программного приложения на базе IDL 6.3

### Результаты и их обсуждение

Все пациенты успешно прошли MPTисследование без осложнений. Все данные были проанализированы, исключенных из анализа не было.

Первым этапом было проведение оценки качества изображений, полученных при помощи импульсных последовательностей ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE путем определения SNR. Было получено, что SNR исследуемых импульсных

последовательностей отличались между собой с высоким уровнем значимости. Согласно значениям медиан и межквартильному размаху соотношение сигналшум импульсной последовательности ЗТл-иТЕ оказался выше в 8 раз, чем у импульсной последовательности ЗТл-mGRE, что говорит о более высоком качестве расчетных изображений, полученных с использованием импульсной последовательности ЗТл-иТЕ (рис. 4).

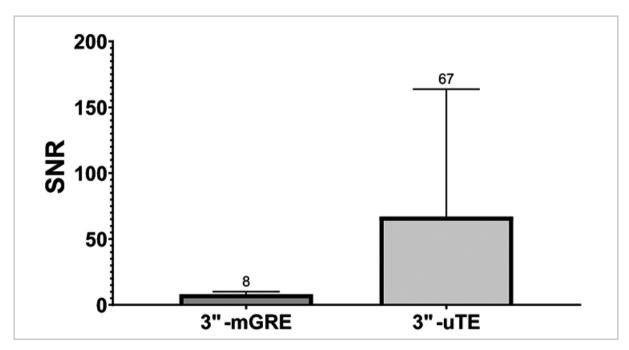


Рис. 4. SNR импульсных последовательностей ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE. Планки погрешностей отражают межквартильный размах. Значения медиан указаны над планками погрешностей

### Значения T2\* печени для импульсных последовательностей 3Tл-mGRE и 3Tл-uTE для четырех распределенных по клинической классификации группах сидероза печени

Группа паци- ентов согласно классифика- ции сидероза печени	Медиана значений Т2* для 3Тл-mGRE, мс	Интерквар- тильный размах (25 %, 75 %) значений Т2* для 3Тл-mGRE, мс	Медиана зна- чений Т2* для ЗТл-иТЕ, мс	Интерквартильный размах (25 %, 75 %) значений Т2* для ЗТл-uTE, мс)
Группа 1	10,7	8,5-11,9	10,9	8,4-11,3
Группа 2	3,1	2,6-3,8	3,0	2,8-3,8
Группа 3	1,1	0,95-1,4	1,1	0,92-1,3
Группа 4	0,73	0,6-0,86	0,7	0,6-0,8

В таблице продемонстрированы интерквартильные интервалы и медианы значений Т2\* печени, полученные методиками на задержке дыхания и свободном дыхании для четырех распределенных

по клинической классификации группах сидероза печени. На рисунке 5 (*a*, *б*) представлены примеры картирования, выполненные методиками на свободном дыхании с использованием импульсной

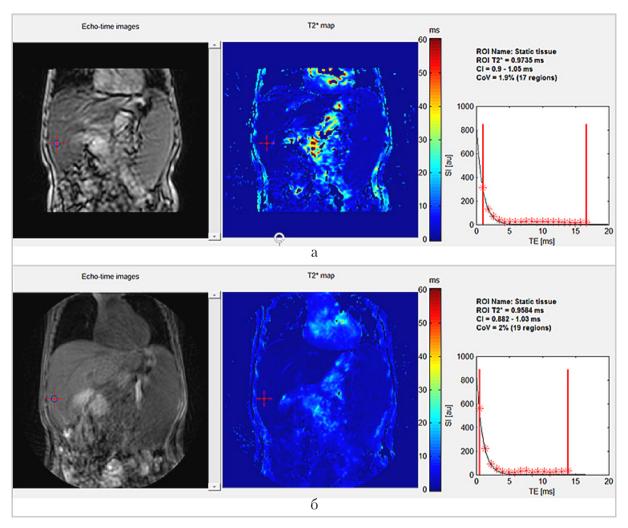


Рис. 5. Т2\*-карта печени, a — сканирование на задержке дыхания с использованием импульсной последовательности 3Тл-mGRE;  $\delta$  — сканирование на свободном дыхании с использованием импульсной последовательности 3Тл-uTE

последовательности ЗТл-uTE и на задержке дыхания с использованием импульсной последовательности ЗТл-mGRE.

Были выявлены зависимости между значениями  $T2^*$ , полученные с использованием импульсных последовательностей 3Tл-mGRE и 3Tл-uTE для всех групп пациентов согласно клинической классификации степеней перегрузки железом (рис. 6,  $a-\epsilon$ ).

Коэффициент корреляции в 1-й группе составил r = 0.86 (n = 16, R2 = 0.74; p < 0.001, ДИ = 95%).

Во 2-й группе — r = 0.99 (n = 28, R2 = 0.98; p < 0.001, ДИ = 95 %).

В 3-й группе — r = 0,96 (n = 30, R2 = 0,92; p < 0,001, ДИ = 95 %).

Количество пациентов с тяжелой перегрузкой железом, относящихся к 4-й группе, составило 31,0 % от общего числа обследуемых.

В 4-й группе получили умеренную связь, коэффициент корреляции составил r=0.6 ( $n=34,\ R2=0.36;\ p<0.001,\ ДИ=95\%$ ). При интерпретации значений, полученных на задержке

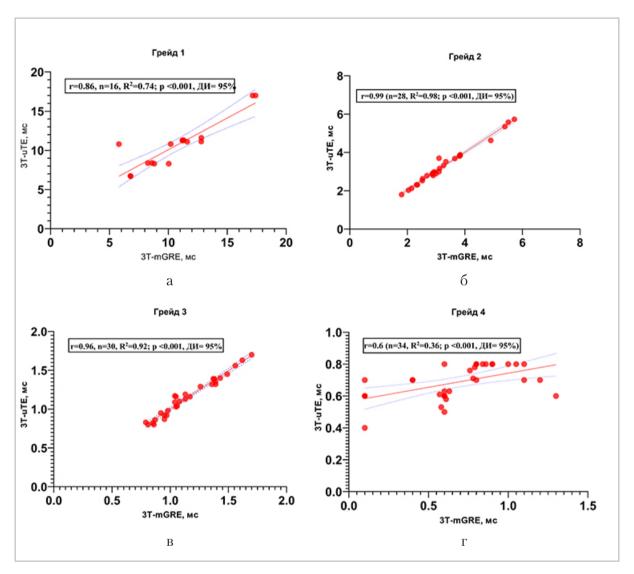


Рис. 6. Зависимости между значениями Т2\*, полученные с использованием импульсных последовательностей ЗТл-mGRE и ЗТл-uTE, для четырех групп пациентов согласно клинической классификации степеней перегрузки железом: a — результаты в 1-й группе, б — результаты во 2-й группе, e — результаты в 3-й группе, z — результаты в 4-й группе

дыхания, у 28% пациентов из данной группы с перегрузкой железом выше 25 мг/г наблюдалась высокая средняя ошибка.

На рис. 7 представлен пример картирования с высокой средней ошибкой у пациента с крайне тяжелой перегрузкой железом. У 7 % пациентов из 4-й группы было получено выпадение МР-сигнала (рис. 8).

При исследовании на свободном дыхании вследствие маленького времени эха выпадения сигнала у пациентов из четвертой группы не наблюдалось.

Многие исследователи, как и мы в данной работе, сталкивались с выпадением МР-сигнала при оценке концентрации железа в печени у пациентов с перегрузкой железом выше 20-25 мг/г [9, 15].

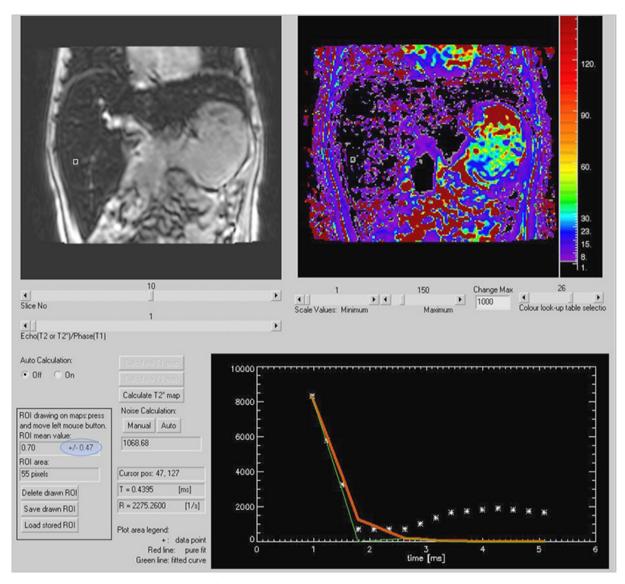


Рис. 7. Высокая средняя ошибка значения  $T2^*$  на карте, полученной с использованием импульсной последовательности 3Tл-mGRE, у пациента с тяжелой перегрузкой железом

В 2018 году Eamon K. Doyle с соавт. опубликовали работу, выполненную на 23 пациентах, в которой была использована аналогичная последовательность 3Тл-uTE на свободном дыхании [6]. В данной работе авторы столкнулись проблемой заниженных результатов Т2\*-картирования, полученных с использованием импульсной последовательности на свободном дыхании для пациентов без перегрузки,

а также с легкой и средней перегрузкой железом печени [6]. Существует и несколько других публикаций, подтверждающих возможность использования данной методики, однако все они были выполнены на маленькой выборке [9, 14]. В нашей работе на большей выборке пациентов мы не выявили статистически достоверных различий между результатами картирования (значениями T2\*) у пациентов как

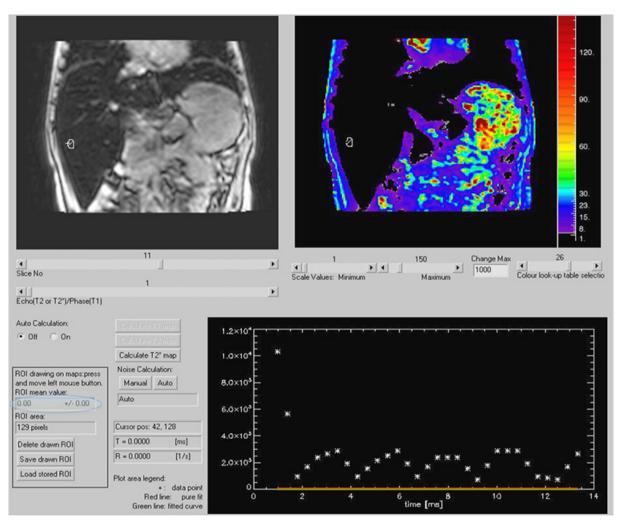


Рис. 8. Выпадение MP-сигнала на карте, полученной с использованием импульсной последовательности 3Tл-mGRE, у пациента с крайне тяжелой перегрузкой железом

без перегрузки, так и с легкой и средней перегрузкой железом печени.

Данный протокол сканирования помог в оптимизации исследований пациентов в возрасте от 2 до 7 лет, а в некоторых случаях позволил отказаться от использования анестезиологического пособия.

Наше исследование демонстрирует, что благодаря чувствительности последовательности ЗТл-uTE к высокой перегрузке железом печени стало возможно более точное определение концентрации железа в печени у детей. Проведение

MPT на свободном дыхании позволит в дальнейшем сократить время и глубину наркоза, что является крайне важным в педиатрической практике [3, 8].

#### Заключение

Исследуемая в данной работе импульсная последовательность ЗТл-uTE позволяет получать хорошее качество расчетных изображений Т2\* на томографе с индукцией магнитного поля 3,0 Тл для пациентов как с высокой степенью перегрузки железом, так и для пациентов с низкой и средней степенями перегруз-

ки железом. Радиальное картирование с ультракоротким эхо на свободном дыхании существенно облегчает проведение исследования у детей младшего возраста под анестезиологическим пособием и в ряде случаев может позволить отказаться от проведения исследования под наркозом.

#### Список литературы

- 1. Назарова Э. Э., Куприянов, Д. А., Новичкова, Г. А., Терещенко, Г. В. Неинвазивная диагностика перегрузки железом методом магнитно-резонансной гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2020. Т. 19. № 3. С. 158–163.
- 2. Назарова Э. Э., Терещенко Г. В., Абакумов М. А., Сманцер В. А., Куприянов Д. А., Сметанина, Н. С. Методика проведения Т2\*-картирования печени у пациентов с вторичной перегрузкой железом // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2017. Т. 16. № 3. С. 23–27.
- 3. Ahmad R., Hu H. H., Krishnamurthy R. & Krishnamurthy R. Reducing sedation for pediatric body MRI using accelerated and abbreviated imaging protocols. // Pediatric radiology. 2018. V. 48. No. 1. P. 37–49.
- 4. Alam M. H., Auger D., McGill L. A., Smith G. C., He T., Izgi C., Pennell D. J. Comparison of 3 T and 1.5 T for T2\* magnetic resonance of tissue iron. Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance, 2016. V. 18 No. 1. P. 40.
- Brissot P. Optimizing the diagnosis and the treatment of iron overload diseases.
   // Expert review of gastroenterology & hepatology, 2016. V. 10 No. 3. P. 359–370.
- 6. Doyle E. K., Toy K., Valdez B., Chia J. M., Coates T., Wood J. C. Ultra short echo time images quantify high liver iron. //

- Magnetic resonance in medicine, 2018. V. 79 No. 3: P. 1579–1585.
- 7. Hernando D. et al. Quantification of liver iron with MRI: state of the art and remaining challenges // Journal of Magnetic Resonance Imaging, 2014. V. 40 No. 5. P. 1003–1021.
- 8. Jaimes C., Kirsch J. E., Gee M. S. Fast, free-breathing and motion-minimized techniques for pediatric body magnetic resonance imaging // Pediatric radiology, 2018. V. 48 No. 9. P. 1197—1208.
- 9. Krafft A. J., Loeffler R. B., Song R., Tipirneni Sajja A., McCarville M. B., Robson, M. D., Hillenbrand C. M. Quantitative ultrashort echo time imaging for assessment of massive iron overload at 1.5 and 3 Tesla // Magnetic resonance in medicine. 2017. V. 78. No. 5. P. 1839–1851.
- Labranche R., Gilbert G., Cerny M., Vu K. N., Souli res D., Olivi D., Tang A. Liver Iron Quantification with MR Imaging: A Primer for Radiologists. RadioGraphics, 2018. V. 38 No. 2. P. 392–412.
- 11. Nazarova E. E., Tereshchenko G. V., Kupriyanov D. A., Smetanina N. S., Novichkova G. A. Free-breathing T2\* mapping for MR myocardial iron assessment at 3 T. European radiology experimental. 2020. V. 4. P. 1–9.
- 12. *Origa R*. Thalassemia. Genetics in Medicine, 2017. 19 (6). P. 609.
- 13. *Porter J. B., Garbowski M.* The pathophysiology of transfusional iron overload. Hematology/oncology clinics. 2014. V. 28. No. 4. P. 683–701.
- 14. Tipirneni-Sajja A., Krafft A. J., McCarville M. B., Loeffler R. B., Song R., Hankins J. S., Hillenbrand C. M. Radial ultrashort TE imaging removes the need for breath-holding in hepatic iron overload quantification by R2\* MRI. Am. J. of Roentgenol. 2017. V. 209 No. 1. P. 187–194.

#### References

- 1. Nazarova E. E., Kupriyanov D. A., Novichkova G. A., Tereshchenko G. V. Noninvasive assessment of iron overload by magnetic resonance imaging. Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology. 2020 V. 19 No. 3. P. 158–163 (in Russian).
- 2. Nazarova E. E., Tereshchenko G. V., Abakumov M.A., Smantser V.A., Kupriyanov D.A., Smetanina, N. S. MRI T2\*-mapping for liver iron assessment in pediatric patients with secondary iron overload. Pediatric Hematology/Oncology and Immunopathology. 2017 V. 16 No. 3. P. 23–27 (in Russian).
- 3. Ahmad R., Hu H. H., Krishnamurthy R., & Krishnamurthy R. Reducing sedation for pediatric body MRI using accelerated and abbreviated imaging protocols. Pediatric radiology, 2018. V. 48. No. 1. P. 37–49.
- 4. Alam M. H., Auger D., McGill L. A., Smith G. C., He T., Izgi C. & Pennell D. J. Comparison of 3 T and 1.5 T for T2\* magnetic resonance of tissue iron. J. of Cardiovascular Magnetic Resonance. 2016. V. 18. No. 1. P. 40.
- 5. *Brissot P.* Optimizing the diagnosis and the treatment of iron overload diseases. Expert review of gastroenterology & hepatology, 2016. V. 10. № 3: P. 359–370.
- 6. Doyle E. K., Toy K., Valdez B., Chia J. M., Coates T., Wood J. C. Ultra short echo time images quantify high liver iron. Magnetic resonance in medicine, 2018. V. 79. No. 3. P. 1579–1585.
- 7. Hernando D. et al. Quantification of liver iron with MRI: state of the art and remaining challenges. Journal of Magne-

- tic Resonance Imaging, 2014. V. 40. No. 5. P. 1003–1021.
- 8. Jaimes C., Kirsch J. E. and Gee M. S. Fast, free-breathing and motion-minimized techniques for pediatric body magnetic resonance imaging. Pediatric radiology, 2018. V. 48. No. 9. P. 1197–1208.
- 9. Krafft A. J., Loeffler R. B., Song R., Tipirneni Sajja A., McCarville M. B., Robson, M. D. & Hillenbrand C. M. Quantitative ultrashortechotime imaging for assessment of massive iron overload at 1.5 and 3 Tesla. Magnetic resonance in medicine, 2017. V. 78. No. 5. P. 1839–1851.
- Labranche R., Gilbert G., Cerny M., Vu K. N., Souli res D., Olivi D & Tang A. Liver Iron Quantification with MR Imaging: A Primer for Radiologists. RadioGraphics. 2018. V. 38. No. 2. P. 392–412.
- 11. Nazarova E. E., Tereshchenko G. V., Kupriyanov D. A., Smetanina N. S. & Novichkova G. A. Free-breathing T2\* mapping for MR myocardial iron assessment at 3 T. Eur. radiology experimental. 2020. V. 4: P. 1–9.
- 12. *Origa R*. Thalassemia. Genetics in Medicine, 2017. 19 (6). P. 609.
- Porter J. B. and Garbowski M. The pathophysiology of transfusional iron overload. Hematology/oncology clinics. 2014. V. 28. No. 4. P. 683–701.
- 14. Tipirneni-Sajja A., Krafft A. J., McCarville M. B., Loeffler R. B., Song R., Hankins J. S., Hillenbrand C. M. Radial ultrashort TE imaging removes the need for breath-holding in hepatic iron overload quantification by R2\* MRI. American Journal of Roentgenology. 2017. V. 209. No. 1. P. 187–194.

#### Сведения об авторах

**Манжурцева Эвелина Эдуардовна,** младший научный сотрудник, врач-рентгенолог рентгенологического отделения ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

#### Оригинальные статьи Original articles

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (916) 113-39-45. Электронная почта: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

Manzhurtseva Evelina Eduardovna, junior researcher, Radiologist, Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (916) 113-39-45. E-mail: evelina.manzhurceva@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-0014-9345

**Терещенко Галина Викторовна,** кандидат медицинских наук, заведующая рентгенологическим отделением ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 1220). Электронная почта: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0001-7317-7104

Tereshchenko Galina Viktorovna, PhD. Med., Head of the Radiology Department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 1220). E-mail: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0001-7317-7104

**Куприянов Дмитрий Алексеевич,** кандидат физико-математических наук,научный сотрудник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Старший специалист по поддержке научных исследований Philips «Здравоохранение».

Адрес: 123022, г. Москва, ул. Сергея Макеева, 13, 4-й этаж; БЦ «Марр Плаза».

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 4508). Электронная почта: dmitry.kupriyanov@philips.com

ORCID.org/0000-0002-5662-896X

**Kupriyanov Dmitry Alekseevich,** PhD, Researcher, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Senior Research Support Specialist, Philips Healthcare.

Address: 13, Sergei Makeev, 123022, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 4508). E-mail: dmitry.kupriyanov@philips.com

ORCID.org/0000-0002-5662-896X

Новичкова Галина Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 6106). Электронная почта: galina.novichkova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-2322-5734

**Novichkova Galina Anatolyevna,** M. D. Med., Professor, General Director of the Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 6106). E-mail: galina.novichkova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0002-2322-5734

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 29.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 16.07.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 22.07.2021 г.

# Информация для авторов статей

В этом году журнал «Радиология — практика» стал электронным изданием. С июля 2021 г. все материалы для публикации принимаются только на сайте www. radp.ru с помощью кнопки «Отправить статью».

Вопросы, связанные с отправкой, можно решить с ответственным секретарем журнала— доктором медицинских наук, профессором Егоровой Еленой Алексеевной, e-mail: eegorova66@gmail.com.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-54-68

# Роль серошкального ультразвукового исследования в диагностике постнатального перекрута яичка у детей

Е. Б. Ольхова\*, 1, 2, М. В. Топольник<sup>2</sup>, А. Ю. Рудин<sup>2</sup>, В. И. Руненко<sup>2</sup>, И. В. Мельник<sup>3</sup>

- <sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России
- <sup>2</sup> ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы
- <sup>3</sup> Клинический госпиталь «Лапино» ООО «ХАВЕН» группа компаний «Мать и дитя»

#### Реферат

Перекрут яичка является тяжелым вариантом постнатальной патологии гонад у детей. Быстрота развития необратимых ишемических нарушений определяет не только медицинскую, но и социальную значимость проблемы и обуславливает необходимость точной и быстрой диагностики и скорейшего оказания пациенту адекватной помощи. Единственным объективным методом диагностики перекрута яичка у детей является УЗИ. При этом особенности детского организма — малые размеры объекта исследования, низкие скорости интратестикулярного кровотока и беспокойное поведение во время исследования — резко снижают диагностическую ценность допплеровского исследования или делают его технически невозможным. Таким образом, серошкальное УЗИ является первым этапом диагностики этой сложной неотложной патологии, основываясь на результатах которого можно с большой точностью диагностировать перекрут яичка. В публикации обобщен собственный опыт 110 эхографических наблюдений постнатального перекрута яичка у детей старше 2 мес, все случаи верифицированы интраоперационно. Предложен количественный метод оценки деформации перекру-

\* Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения г. Москвы.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: + 7(495) 611-01-77. Электронная почта: elena-olchova@bk.ru

ORCID 0000-0003-3757-8001

**Olkhova Elena Borisovna,** M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: elena-olchova@bk.ru

ORCID 0000-0003-3757-8001

© Е. Б. Ольхова, М. В. Топольник, А. Ю. Рудин, В. И. Руненко, И. В. Мельник.

ченного яичка и доказана его статистическая достоверность. Представлены варианты серошкальных изменений структуры поврежденной гонады и определена их прогностическая значимость. Публикация содержит обзор литературы и обширно иллюстрирована.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, дети, перекрут яичка.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# The Role of Gray-Scale Ultrasound in the Diagnosis of Postnatal Testicular Torsion in Children

E. B. Olkhova\*, 1, 2, M. V. Topolnik², A. Yu. Rudin², V. I. Runenko², I. V. Melnik³

- <sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia
- <sup>2</sup> Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir of the Department of Healthcare of Moscow
- <sup>3</sup> Clinical hospital «Lapino» LLC HAVEN Company group Mother and Child

#### **Abstract**

Testicular torsion is a severe variant of postnatal gonad pathology in children. The speed of development of irreversible ischemic disorders determines not only the medical, but also the social significance of the problem and determines the need for accurate and rapid diagnosis and prompt provision of adequate care to the patient. The only objective method for diagnosing testicular torsion in children is ultrasound. At the same time, the characteristics of the child's body: the small size of the object of study, low rates of intratesticular blood flow and restless behavior during the study sharply reduce the diagnostic value of the Doppler study or make it technically impossible. Thus, seroshkal ultrasound is the first stage of diagnosis of this complex emergency pathology, based on the results of which it is possible to diagnose testicular torsion with great accuracy. The publication summarizes our own experience of 110 echographic observations of postnatal testicular torsion in children older than 2 months, all cases were verified intraoperatively. A quantitative method for estimating the deformity of a twisted testicle is proposed and its statistical reliability is proved. The options presented for gray-scale changes in the structure of damaged gonads and determined their prognostic significance. The publication contains a review of the literature and is extensively illustrated.

Key words: Ultrasonography, Children, Testicular Torsion.

## Актуальность

По быстроте и тяжести развивающихся нарушений тестикулярной гемодинамики перекрут яичка (ПЯ) может считаться самой тяжелой неотложной патологией органов мошонки у детей. Учитывая относительно высокую ча-

стоту постнатального ПЯ (3,8–4,5 на 100 000 детского населения) и возможную тяжесть отдаленных последствий, становится очевидной не только медицинская, но и социальная значимость проблемы [5, 6, 16, 21, 23]. Частота ор-

хиэктомий при ПЯ достигает 25–40 %, а в отдаленные сроки атрофия пострадавшего яичка развивается еще у части пациентов, определяя социальную значимость проблемы. Так, по данным J. B. Bass et al., 2018, утрата гонады после перекрута занимает 3-е место среди всех судебных исков в хирургической практике, при этом средний ущерб оценивается в 60 000 \$ [5].

Ввиду высокой чувствительности тестикулярной ткани к ишемии огромное значение для благоприятного исхода заболевания имеют незамедлительное обращение пациентов за специализированной медицинской помощью, скорейшая точная диагностика и экстренное оказание выполнения деторсии.

Практически единственным методом лучевой диагностики ПЯ является УЗИ, которое должно выполняться с применением высокочастотного сканирования и допплеровской оценки тестикулярного кровотока. Однако до сих пор УЗИ у детей с подозрением на ПЯ применяется далеко не всегда, и низкая частота выявления патологии подчас просто обескураживает [1, 13, 26]. Так, по данным M. Gopal et al., 2020, УЗИ было выполнено всего 10 % обратившихся мальчиков с подозрением на ПЯ, при этом 72 % врачей выявили ПЯ по данным УЗИ менее чем в 50 % случаев, треть — только у 10 % [11].

Во многих случаях доступ к высокоразрешающей ультразвуковой технике есть не всегда, а ургентность ситуации предполагает максимально быстрое обследование, которое зачастую выполняется врачами лечебных специальностей, которые часто ограничены В-режимом. Помимо этого малые размеры яичек у детей, очень низкая

скорость интратестикулярного кровотока и беспокойное поведение пациентов резко снижают диагностическую ценность допплеровского исследования, а иногда делают его технически невозможным. Поэтому представляется целесообразным в первую очередь подробно проанализировать возможности серошкального сканирования, возможности которого до сих пор окончательно не изучены.

**Цель:** уточнение серошкальной эхографической семиотики перекрута яичка у детей, определение количественного параметра деформации яичка.

#### Материалы и методы

В исследование вошли 110 детей в возрасте от 2 мес до 17 лет 11 мес 29 сут за период 2006 — 2020 гг. Подавляющее большинство – 89 наблюдений (81%) – составили дети пре- и пубертатного периода (12–16 лет), на подростков 17 лет пришлось 4 (3,6 %), на детей 11 лет и младше пришлось 17 случаев (15,4%). Больше половины всех наблюдений (68 случаев, 62 %) составили мальчики 13–15 лет (рис. 1). Преобладание детей подросткового возраста среди пациентов ПЯ отмечено всеми исследователями, при этом второй пик постнатальных перекрутов приходится на младенцев первого-второго годов жизни [8, 24].

Дети с перекрутом крипторхированного яичка и с антенатальным перекрутом в исследование не включены. Во всех случаях эхографическая картина верифицирована интраоперационно. Первое УЗИ выполнялось непосредственно при поступлении пациента.

Исследование всегда выполнялось как на стороне поражения, так и на контрлатеральной стороне с определе-

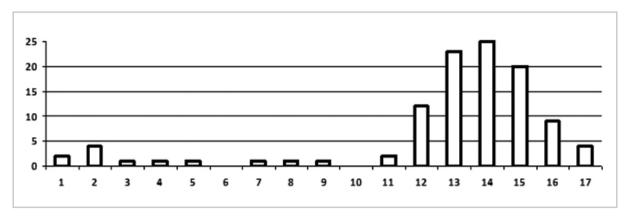


Рис. 1. Распределение пациентов по возрасту: ось абсцисс — возраст в годах, ось ординат количество наблюдений

нием следующих количественных и качественных показателей:

- длина и толщина яичка на стороне поражения;
- длина и толщина яичка на контрлатеральной стороне;
- эхогенность паренхимы пораженного яичка в сравнении с контрлатеральным;
- наличие нитевидной, анэхогенных форм включений в паренхиме пораженного яичка, радиально расходящихся от средостения;
- наличие неравномерной эхогенности паренхимы пораженного яичка («географическое» яичко);
- непрямолинейный ход семенного канатика (whirpool-sign);
- наличие выпота в оболочках пораженного яичка;
- увеличение размеров придатка яичка (отек);
- утолщение мягких тканей мошонки на стороне поражения.

Из технических особенностей сканирования следует отметить визуализацию обоих яичек в режиме 2 полей, что позволяло максимально наглядно сопоставить пораженное яичко с неизмененным контрлатеральным.

Немедленная обработка данных включала в себя расчет авторского «коэффициента округления» (k<sub>a</sub>) для каждого яичка по формуле

$$k_{o} = \frac{длина яичка - толщина яичка}{длина яичка}$$

В последующим проведено сравнение полученных коэффициентов на стороне поражения и на контрлатеральной стороне. Расчет этого объективного параметра не требует специального программного обеспечения, элементарно прост и может быть выполнен с использованием подручных средств непосредственно во время или по окончании исследования.

#### Результаты и обсуждение

Перекрут яичка чаще наблюдался слева (65/110, 61%), что вполне согласуется с литературными данными [24, 27]. Рядом авторов отмечена достоверная сезонная зависимость с четким преобладанием ПЯ в зимний период [8, 18]. В собственном исследовании сезонная зависимость не подтверждена, в то же время в летние месяцы достоверно выше процент детей с прогностически неблагоприятными резко выраженными диффузными изменениями паренхимы пораженного яичка, что может быть связано с более поздним обращением из-за пребывания детей вне дома: в загородных местах отдыха, курортных регионах и пр. Так, зимой неблагоприятные данные дооперационного УЗИ в виде выраженных диффузных изменений паренхимы яичек имели место в 43 % случаев (13/30), весной — в 29,2 % (7/24), летом — в 54,8 % (17/31) и осенью в 33,3 % (8/24). В зимний период максимальное количество поздних обращений приходилось на декабрь: 50 % (7/14) обратившихся.

В основном это происходило из-за нежелания обращаться в стационар в предновогоднее время и критического откладывания времени обращения (рис. 2).

Эхографическая оценка состояния яичка в первые 6–12 ч (до 24 ч) после перекрута наиболее сложна, поскольку выраженных изменений эхоструктуры паренхимы яичка еще нет. В то же время именно в этот временной период диагностика должна быть максимально точной и быстрой, поскольку шанс на сохранение гонады имеется только при раннем обращении пациента. По данным многих исследований, вероятность сохранения гонады при вмешательстве в

первые 6 ч от начала болевого синдрома достигает 97–100 % [4, 6, 12, 20, 22, 27].

Именно поэтому первые 6 ч от момента перекрута называют золотыми часами [15, 17, 18].

В сроки 7-12 ч от момента перекрута частота сохранности яичка составляет 79,3 %, 13–18 ч — около 50–60 %, 19–24 ч — 42,5 %, 1–2 суток — 10–24 %, 2 суток — 7,4 %.

Попытки оперативного лечения в сроки более 3 суток от момента перекрута обречены на неуспех, во всех случаях либо выполняется орхиэктомия, либо яичко подвергается атрофии [22].

При серошкальном УЗИ в ранние сроки от момента возникновения перекрута определяется только изменение формы яичка: оно становится более округлым, чем контрлатеральное. Этот факт в принципе известен, но попыток количественной оценки изменения формы перекрученных яичек не найдено [3, 8]. Имеется только 1 исследование, в котором показано увеличение объема перекрученного яичка и придатка, при этом объем придатка нарастает быстрее, чем объем яичка [19]. Одновременно появляется незначительное количество выпота в оболочках яичка. толщина слоя которого обычно составляет 2-5 мм, и невыраженное утолще-

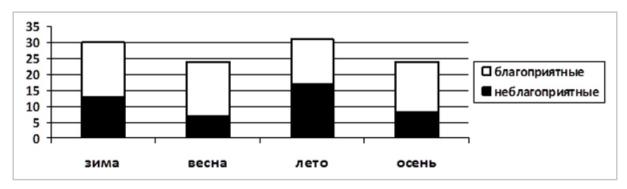


Рис. 2. Распределение прогностически неблагоприятных эхографических изменений яичек в зависимости от времени года

ние мягких тканей мошонки на стороне поражения за счет отека. Таким образом, именно изменение формы яичка становится одним из основных, пусть и косвенных, эхосимптомов перекрута яичка. Всего из 110 собственных наблюдений перекрута яичка такая эхографическая картина имела место в 67 случаях (61 %, рис. 3, a,  $\delta$ ).

Только в 5 случаях заключение эхографического исследования было сомнительным, в остальных случаях УЗИ позволило точно дифференцировать патологию. Ложноположительных случаев не было.

Чисто качественная оценка формы, как «округление» яичка при перекруте, недостаточна для объективизации патологического процесса. Именно для объективизации изменения формы яичка предложен авторский «коэффициент округления»  $k_{\scriptscriptstyle 0}$ . Расчет показателя k<sub>o</sub> показал, что он достоверно ниже на стороне поражения. В среднем для непораженного яичка (п = 109, у одного ребенка был перекрут единственного яичка)  $k_0$  составил 0,478  $\pm$  0,007 [0,344– 0.612], для пораженного  $-0.373 \pm 0.01$ 

[0,216-0,444], (р < 0,05). Для значения k<sub>o</sub> < 0,34 специфичность признака составила 100 %.

Только в двух наблюдениях  $k_{\scriptscriptstyle 0}$  на стороне поражения и на контрлатеральной стороне были одинаковыми. Во всех остальных случаях разница показателей составляла в абсолютном значении от 0,06 до 0,3.

Выраженные серошкальные изменения паренхимы яичка при длительной тяжелой ишемии — всегда крайне серьезный прогностический признак, и с этим согласны практически все исследователи, занимающиеся проблемой диагностической информативности УЗИ при ПЯ у детей [1, 3, 7, 12, 14].

В собственном исследовании таких наблюдений было 43. При этом расчет k<sub>0</sub> показал, что деформация яичка нарастает и форма яичка становится близкой к шарообразной. В двух случаях k<sub>0</sub> составил 0, что, собственно, и соответствует круглой форме. В среднем при выраженных изменениях паренхимы яичка  $k_0$  составил  $0.222 \pm 0.017$ [0 - 0.444], что достоверно ниже, чем при сохранении эхоструктуры яичка

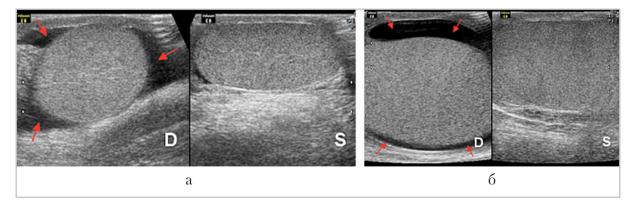


Рис. 3. Перекрут яичка (разные дети): a — яичко на стороне поражения (D) округлой формы по сравнению с контрлатеральным (S), эхоструктура паренхимы яичка не изменена. В незначительно утолщенных оболочках яичка определяется небольшое количество жидкостного содержимого (стрелки);  $\delta$  — другой ребенок, 6 часов от момента перекрута, пораженное яичко, обозначения те же

(р < 0,05). Интересно, что разница значений  $k_o$  в 0,1 и более между пораженным и контрлатеральным яичками среди наблюдений с неизмененной паренхимой яичек встречалась в 41/66 случаях (62,1 %), в то время как среди пациентов с выраженными диффузными изменениями паренхимы яичек разница значений  $k_o$  в 0,1 и более наблюдалась в 36/44 случаях (83,7 %), р < 0,05.

Возможны 3 варианта выраженных диффузных и диффузно-очаговых изменений паренхимы яичек при перекруте семенного канатика.

В первую очередь — диффузное равномерное понижение эхогенности паренхимы яичка с исчезновения дифференцировки структур яичка (рис. 4, a,  $\delta$ ). Динамическое наблюдение за такой гонадой в отдаленные сроки после деторсии во всех случаях выявило формирование склеротических изменений яичка.

Другим эхографическим вариантом нарушения структурности паренхимы яичка можно назвать появление анэхогенных нитевидной формы включений («черные нити») в паренхиме яич-

ка. Они обычно дифференцируются на фоне малоструктурной гипоэхогенной паренхимы яичка в радиальном направлении от средостения яичка. Обычно такая эхоструктура яичка наблюдается при давности перекрута трое суток и более (рис. 5, a,  $\delta$ ). Такая эхографическая находка также может считаться прогностически очень серьезной (неблагоприятной): атрофические изменения гонады неизбежны, с чем согласны и другие исследователи [3]. В исследовании С. Е. Afsarlar (2019), такая эхографическая картина называется фрагментацией яичка.

Третьим вариантом эхографического представительства паренхимы яичка в поздние сроки после перекрута является ее неструктурность, мозаичность, диффузно-очаговые изменения в виде чередования гипо- и гиперэхогенных участков неправильной формы («географическое» яичко, рис. 6, *a*, *б*). Эти изменения также прогностически неблагоприятны, во всех случаях после деторсии яичко склерозировалось, постепенно уменьшаясь в размерах в течение двух мес после перекрута [1, 3, 7, 12, 14].

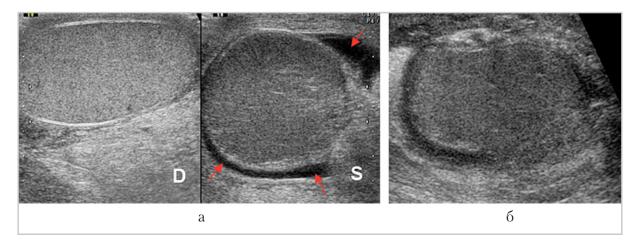


Рис. 4. Диффузное понижение эхогенности паренхимы перекрученного яичка (D — правое яичко, S — левое яичко, cmpenku — выпот): a — правое и левое яички в режиме 2 полей;  $\delta$  —другой ребенок, пораженное яичко

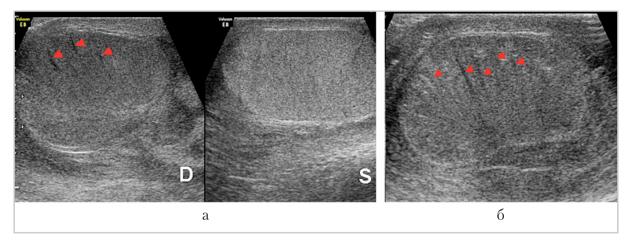


Рис. 5. Появление в паренхиме пораженного яичка нитевидной формы анэхогенных включений (стрелки), направленных радиально от синуса (D — правое яичко, S — левое яичко): a — правое и левое яички в режиме двух полей;  $\delta$  — другой ребенок, пораженное яичко

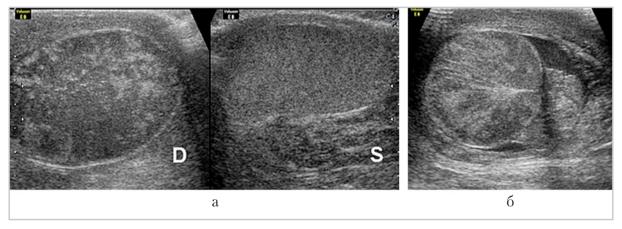


Рис. 6. «Географическое» яичко в сроки более трех сут от момента перекрута (позднее обращение пациентов, D — правое яичко, S —левое яичко): a — правое и левое яички в режиме двух полей;  $\delta$  — другой ребенок, пораженное яичко

Подобная эхографическая картина описана многочисленными авторами, при этом показано, что выраженная гетерогенность паренхимы яичка, появление «пятнистости» яичка (testicular patching) является абсолютно неблагоприятным эхографическим признаком. Интересное исследование было предпринято Р. Samson (2017). Авторы на значительном количестве наблюдений (147 ПЯ) предприняли попытку количественной оценки гетерогенности па-

ренхимы яичек и доказали значимость этого эхосимптома с высокой степенью научной обоснованности.

Использовалась специальная компьютерная программа, позволяющая количественно оценить эхогенность отдельных участков паренхимы яичка, а затем, также с помощью специального программного обеспечения, выполнили статистическую обработку материала. К недостаткам этого исследования можно отнести его малую воспроизво-

димость и невозможность получения количественной оценки гетерогенности паренхимы яичка непосредственно во время исследования. Интересно, что феномен «фрагментации» яичка по С. Е. Afsarlar (2019), или «черных нитей» в собственном исследовании, в работе Р. Samson (2017), не анализировался.

Интересны возрастные особенности: среди собственных наблюдений дети 0-11 лет составили всего 15,5 % (17/110), причем среди этой возрастной группы преобладали пациенты с выраженными необратимыми изменениями паренхимы яичек -70.6 % (12/17). Дети с 12 лет и старше при первичном УЗИ демонстрировали необратимые эхографически изменения пораженной гонады в 33,3 % (31/93) случаев. Эти данные вполне согласуются с выводами J. Goetz (2019), который показал, что в группе мальчиков препубертатного периода частота орхиэктомии при ПЯ составила 42,4 %, а среди мальчиков пубертатного периода -24,15 %, т. е. риск орхиэктомии при ПЯ снижается на 14 % с увеличением возраста пациента на один год. Одновременно отмечено, что у мальчиков препубертатного периода чаще была «абдоминальная» форма ПЯ, чем у более старших детей (27,3 против 10,3 % соответственно), что приводило к задержке диагностики. Преобладание жалоб на боли в животе и рвоту у мальчиков препубертатного периода с ПЯ определяет необходимость осмотра органов мошонки у всех мальчиков, обратившихся с абдоминальным болевым синдромом [9, 17, 21, 25].

В 82 случаях (75 %) в режиме серой шкалы удавалось достоверно зафиксировать непрямолинейный ход семенного канатика и наличие whirpool-sign (рис. 7). При этом нетромбированные застойные вены в В-режиме выглядели как извитые анэхогенные структуры шириной около 2-3 мм, формирующие картину полукольца. Собственно whirpool-sign лоцировался по-разному: как непосредственно около яичка, так и краниальнее, по ходу семенного канатика. Безусловно, наиболее демонстративно изображение whirpool-sign удается получить в цветовом допплеровском режиме, но и только серошкальное исследование при достаточных мануальных навыках и прицельном поиске позволяет дифференцировать whirpool-sign во многих случаях. Максимально сложно визуализировать whirpool-sign бывает у детей младшего (для обсуждаемой патологии) возраста, а также при тугом завороте, когда кровообращение в семенном канатике прекращается, whirpool-sign не дифференцируется в цветовом режиме из-за компрессии и спадения просвета







Рис. 7. Варианты эхографической визуализации whirpool-sign (красный контур) в В-режиме, разные дети

сосудов, что неизбежно приводит к исчезновению его четкого эхографического представительства и в В-режиме.

Типичной эхографической находкой при перекруте яичка является резко увеличенный в размерах придаток яичка, линейные размеры которого могут в 2-3 раза превосходить соответствующие размеры контрлатерального придатка (рис.  $8, a, \delta$ ). При этом размеры придатка могут достигать, а иногда и превышать размеры яичка. Контуры увеличенного придатка обычно становятся неровными, иногда нечеткими, эхогенность может быть неравномерно сниженной. Подобные серошкальные изменения придатка не являются патогномоничными для перекрута яичка и могут иметь место при эпидидимите. Во многих исследованиях, посвященных эхографической диагностике острых заболеваний мошонки у детей, именно острый орхоэпидидимит стоит первым в ряду заболеваний, с которыми надо эхографически дифференцировать ПЯ [2, 19, 26, 27].

Принципиальным различием является усиление при этом васкуляризации придатка в отличие от ишемии придатка при перекруте яичка. Данные литературы касательно изменений придатка яичка при ПЯ различны: так, по мнению Т. O. Abbas (2018), увеличение придатка при ПЯ нехарактерно и, скорее, свидетельствует против диагноза ПЯ [1]. Наоборот, в исследовании С. E. Afsarlar (2017), увеличение придатка признано типичным компонентом эхографической картины ПЯ, при этом появление в прилатке яичка мелких кистозных включений за счет венозного застоя и разрыва сосудов было связано с более высокой частотой нежизнеспособности яичек и большей степенью перекручивания [2].

Отдаленные результаты после перенесенного ПЯ изучены у 72 пациентов в сроки 1 нед — 2 года после операции. Во всех случаях (n = 31), когда до операции имелись выраженные диффузные изменения паренхимы перекрученного яичка (любой из представленных трех вариантов), отдаленный результат

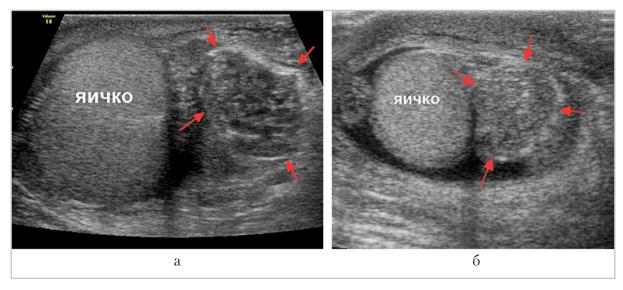


Рис. 8. Неспецифические серошкальные изменения придатка яичка (между стрелками) в виде увеличения его размеров и неравномерного понижения эхогенности паренхимы: a — перекрут яичка;  $\delta$  — эпидидимит

был неблагоприятным. Яичко быстро и значительно уменьшалось в размерах, паренхима его в отдаленные сроки становилась более эхогенной, чем на контрлатеральной стороне, в 20 % случаев форма становилась неправильной, еще в 30 % — округлой. В собственных наблюдениях склерозированные после перекрута яички уменьшались в объеме в 4-8 раз, что соответствует исследованию G. M. Grimsby (2018), в котором показано, что все яички, интраоперационно выглядевшие черными или геморрагическими, в дальнейшем подверглись атрофии с потерей более 80 % объема. В принципе склероз яичка может быть эхографически диагностирован при снижении его объема в 2 раза. По данным разных авторов, среди всех случаев атрофии яичка после ПЯ она развивалась в 54 % случаев в ближайшие два мес после перенесенного ПЯ, у остальных — в течение года после перенесенного ПЯ. Казуистически редко атрофические изменения развиваются в более поздние сроки [10, 14, 25].

В собственных наблюдениях варианты эхографического представительства атрофированных (склерозированных) яичек были различными (рис. 9, a,  $\delta$ ). Принципиальным было только значительное уменьшение размеров.

В случаях, когда дооперационные находки соответствовали прогностически неблагоприятным, уменьшение размеров яичка было значительным: линейные размеры сокращались примерно в два раза, что соответствовало примерно 8-кратному уменьшению объема. Эхоструктура паренхимы склерозированного яичка была различной: при нарушении дифференцировки паренхимы, исчезновении четко представленного средостения яичка паренхима становилась гиперэхогенной, часто — неоднородной. В некоторых случаях прослеживалось четкое, выраженное повышение эхогенности поверхности склерозированного яичка («скорлупа»), при этом оценка внутренней структуры яичка становилась практически невозможной. Форма склерозированного яичка была различной, от близкой к шарообразной до значительно вытянутой, неравномерно уплощенной. Контуры в ряде случаев становились неровными.

Если до операции эхографические изменения были менее выраженными («округление» формы без значительных изменений эхоструктуры паренхимы), то отдаленные результаты были благоприятными: только у 27,5 % (11/41) детей имелись умеренные изменения яичка в виде уменьшения его размеров.

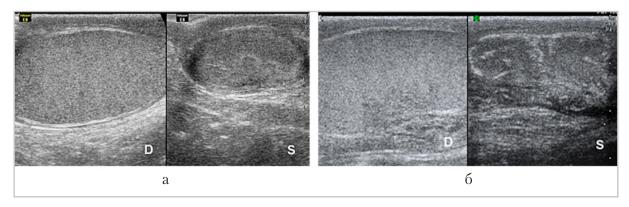


Рис. 9. Склероз яичек после перекрута, разные дети: D — правое яичко; S — левое яичко

#### Выводы

- 1. Методом УЗИ с высокой точностью можно дифференцировать перекрут яичка: в собственном исследовании Se составила 96 %, Sp 100 %.
- 2. В ранние сроки после ПЯ при отсутствии выраженных структурных изменений паренхимы яичка важнейшим эхографическим симптомом становится изменение формы яичка. Целесообразно применение авторского  $k_o$  для объективизации изменений. Для значения  $k_o < 0,34$  специфичность признака составила 100 % при чувствительности 72 %. Также 100 %-ная специфичность типична для уменьшения  $k_o$  на 0,1 и более на стороне поражения.
- 3. Выраженные диффузные изменения паренхимы яичка (снижение эхогенности на фоне отсутствия дифференцировки структур, «черные нити» или появление «географического» рисунка) всегда прогностически неблагоприятны.
- 4. Whirpool-sign может быть дифференцирован в В-режиме по ходу семенного канатика и обладает 100 %-ной специфичностью.
- 5. Увеличение придатка при ПЯ типично, но признак не является специфичным.

# Список литературы / References

- 1. Abbas T. O., Abdelkareem M., Alhadi A. et al. Suspected testicular torsion in children: diagnostic dilemma and recommendation for a lower threshold for initiation of surgical exploration. Res. Rep. Urol. 2018. V. 5. No. 10. P. 241–249.
- 2. Afsarlar C. E., Elizondo R., Yilmaz E. et al. Ultrasonographic findings in the

- epididymis of pediatric patients with testicular torsion. J. Pediatr. Urol. 2017. V. 13. No. 4. P. 393. e1 393. e6.
- 3. Afsarlar C. E., Cakmakci E., Demir E. et al. Novel prognostic grayscale ultrasonographic findings in the testis from a comprehensive analysis of pediatric patients with testicular torsion. J. Pediatr. Urol. 2019. V. 15. No. 5. P. 480.
- 4. Arap M.A., Vicentini F. C., Cocuzza M. et al. Late hormonal levels, semen parameters, and presence of antisperm antibodies in patients treated for testicular torsion. J. Androl. 2007. V. 28. No. 4. P. 528–532.
- 5. Bass J. B., Couperus K. S., Pfaff J. L. et al. A Pair of Testicular Torsion Medicolegal Cases with Caveats: The Ball's in Your Court. Clin. Pract. Cases Emerg. Med. 2018. V. 18. T. 2. No. 4. P. 283–285.
- 6. Casta eda-S nchez, Tully B., Shipman M. et al. Testicular torsion: A retrospective investigation of predictors of surgical outcomes and of remaining controversies. J. Pediatr. Urol. 2017. V. 13. No. 5. P. 516.
- 7. Chmelnik M., Schenk J.-P., Hinz U. et al. Testicular torsion: sonomorphological appearance as a predictor for testicular viability and outcome in neonates and children // Pediatr. Surg. Int. 2010. V. 26. No. 3. P. 281–286.
- 8. Feng Sh., Yang H., Lou Yi. et al. Clinical Characteristics of Testicular Torsion and Identification of Predictors of Testicular Salvage in Children: A Retrospective Study in a Single Institution. Urol. Int. 2020. V. 104. No. 11–12. P. 878–883.
- 9. Goetz J., Roewe R., Doolittle J. et al. A comparison of clinical outcomes of acute testicular torsion between prepubertal and postpubertal males. J. Pediatr. Urol. 2019. V. 15. No. 6. P. 610–616.
- 10. *Grimsby G. M., Schlomer B. J., Menon V. S. et al.* Prospective Evaluation of Predictors of Testis Atrophy After Surgery for Testis

- Torsion in Children // Urology. 2018. V. 116. P. 150–155.
- 11. Gopal M., O'Connor E., Donald L. Mc. et al. Affiliations expand Emergency scrotal exploration in children: Is it time for a change in mindset in the UK? // J. Pediatr. Urol. 2020. V. 1. S. 1477–5131. No. 20. P. 30658–30659.
- 12. Kaye J. D., Shapiro E. Y., Levitt S. B. et al. Parenchymal echo texture predicts testicular salvage after torsion: potential impact on the need for emergent exploration // J. Urol. 2008. V. 180. No. 4. Suppl. P. 1733–1736.
- 13. *Li X.*, *Gao Y.*, *Yin Zh.*, *Yang J.* Clinical features of testicular torsion and its misdiagnosis: analysis of 274 cases // Nan. Fang. Yi Ke Da Xue Xue Bao. 2019. V. 30 (39). No. 4. P. 490–494.
- 14. Lian B. S. Y., Ong C. C. P., Chiang L. W. et al. Factors Predicting Testicular Atrophy after Testicular Salvage following Torsion // Eur. J. Pediatr. Surg. 2016. V. 26. No. 1. P. 17–21.
- 15. Mellick L. B., Sinex J. E., Gibson R. W., Mears K. A Systematic Review of Testicle Survival Time After a Torsion Event // Pediatr. Emerg. Care. 2019. V. 35. No. 12. P. 821–825.
- 16. Nason G. J., Tareen F., McLoughlin D. et al. Scrotal exploration for acute scrotal pain: a 10-year experience in two tertiary referral paediatric units // Scand. J. Urol. 2013. V. 47. No. 5. P. 418–422.
- 17. Pogorelic Z., Neumann Ch., Jukic M. An unusual presentation of testicular torsion in children: a single centre retrospective study // Can. J. Urol. 2019. V. 26. No. 6. P. 10026–10032.
- 18. *Pogoreli Z., Mustapi K., Juki M. et al.* Management of acute scrotum in children: a 25-year single center experience on 558 pediatric patients // Can. J. Urol. 2016. V. 23. No. 6. P. 8594–8601.

- 19. *Prando D*. Torsion of the spermatic cord: the main gray-scale and doppler sonographic signs. Abdom. Imaging. 2009. V. 34. No. 5. P. 648–661.
- Ramachandra P., Palazzi K. L., Holmes N. M., Marietti S. Factors influencing rate of testicular salvage in acute testicular torsion at a tertiary pediatric center. West. J. Emerg. Med. 2015. V. 16. No. 1. P. 190–194.
- 21. Romao R. L. P., Anderson K. H., Lellan D. M., Anderson P. Point-of-care influences orchiectomy rates in pediatric patients with testicular torsion. J. Pediatr. Urol. 2019. V. 15 No. 4. P. 367. e1 367. e7.
- 22. Samson P., Hartman Ch., Palmerola R. et al. Ultrasonographic Assessment of Testicular Viability Using Heterogeneity Levels in Torsed Testicles. J. Urol. 2017. V. 197. No. 3. Pt. 2. P. 925–930.
- 23. *Sharp V. J., Kieran K., Arlen A. M.* Testicular torsion: diagnosis, evaluation, and management. Am. Fam. Physician. 2013. V. 15 (88) No. 12. P. 835–840.
- 24. *Tanaka K.*, *Ogasawara Y.*, *Nikai K. et al.* Acute scrotum and testicular torsion in children: a retrospective study in a single institution. J. Pediatr. Urol. 2020. V. 16. No. 1. P. 55–60.
- 25. *Tian X.-M.*, *Tan X.-H. et al.* Risk Factors for Testicular Atrophy in Children With Testicular Torsion Following Emergent Orchiopexy. Front. Pediatr. 2020. V. 11. No. 8. P. 584796.
- 26. Wang D., Deng J., Song D. et al. The misdiagnosis of testicular torsion (a report of 113 cases). Zhonghua Nan Ke Xue. 2004. V. 10. No. 11. P. 864–866.
- 27. Yu K.-J., Wang T.-M., Chen H.-W., Wang H.-H. The dilemma in the diagnosis of acute scrotum: clinical clues for differentiating between testicular torsion and epididymo-orchitis. Chang. Gung. Med. J. 2012. V. 35. No. 1. P. 38–45.

#### Сведения об авторах

Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: + 7(495) 611-01-77. Электронная почта: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

**Olkhova Elena Borisovna,** M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 9a. ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

**Топольник Маргарита Владимировна,** врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: topolnik.margo@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8664-4362

**Topolnik Margarita Vladimirovna**, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: topolnik.margo@mail.ru

ORCID 0000-0002-8664-4362

**Рудин Андрей Юрьевич,** врач отделения урологии ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: andrey-rudin@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8098-6441

Rudin Andrey Yurievich, urologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovava, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-54-75. E-mail: andrey-rudin@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8098-6441

**Руненко Владимир Игоревич,** заведующий отделением урологии ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы.

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: + 7(495) 611-01-77. Электронная почта: dexon@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8768-4171

Runenko Vladimir Igorevich, the Head of Department of the Urology Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovava, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-54-75. E-mail:

ORCID.org/0000-0002-8768-4171

**Мельник Инна Вячеславовна,** врач ультразвуковой диагностики, заведующая отделением ультразвуковой диагностики «УЗД 2» Клинического госпиталя «Лапино» ООО «ХАВЕН» группа компаний «Мать и дитя» Адрес: 143081, Московская область, Одинцовский район, 1-е Успенское шоссе, Лапино, д. 111

Тел.: + 7(495) 526-60-60. Электронная почта: vita\_76@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1362-6347

#### Оригинальные статьи Original articles

**Melnik Inna Vyacheslavovna,** ultrasound specialist, the Head of Ultrasound Departament 2, Clinical hospital «Lapino» LLC HAVEN Company group Mother and Child.

Address: 111, 1 Uspenskoe highway, Lapino, Moscow region, Odintsovskii district, 143081, Russia.

Phone number: +7 (495) 526-60-60. E-mail: vita\_76@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1362-6347

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 21.06.2021 г.

Дата одобрения после рецензирования: 01.07.2021 г.

Дата принятия статьи к публикации: 28.07.2021 г.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-69-81

# Роль допплеровского ультразвукового исследования в диагностике постнатального перекрута яичка у детей

Е. Б. Ольхова\*,1,2, С. Ю. Борисов², М. В. Топольник², А. Ю. Тагирова², С. В. Жумаситов², Т. В. Мукасеева²

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России

<sup>2</sup>ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира Департамента зуравоохранения города Москвы»

#### Реферат

Диагностическая значимость цветового допплеровского исследования тестикулярного кровотока при перекруте яичка изучается уже на протяжении около 40 лет, тем не менее прогностическая ценность полученных результатов неоднозначна, как неоднозначны и собственно визуализирующие возможности методики. Собственный опыт 110 наблюдений перекрута яичек у детей старше периода новорожденности позволяет сделать статистически достоверные выводы. Выполненные на аппаратуре преимум-класса исследования позволили оценить как возможности визуализации интратестикулярного сосудистого рисунка, так и whirpool-sign, а также представить примитивную модель собственно заворота, объясняющую невозможность визуализации whirpool-sign при максимально тугом завороте. Изучена динамика тестикулярного кровотока непосредственно после успешной и неуспешной мануальной деторсии и в отдаленные сроки после оперативной деторсии и орхипексии. Публикация содержит краткий анализ литературы и обширно иллюстрирована.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, дети, перекрут яичка.

\* Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения г. Москвы.

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: + 7(495) 611-01-77. Электронная почта: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

**Olkhova Elena Borisovna**, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

© Е. Б. Ольхова, С. Ю. Борисов, М. В. Топольник, А. Ю. Тагирова, С. В. Жумаситов, Т. В. Мукасеева.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# The Role of Doppler Ultrasound in the Diagnosis of Postnatal Testicular Torsion in Children

E. B. Olkhova\*, 1, 2, S. Yu. Borisov², M. V. Topolnik², A. Yu. Tagirova², S. V. Zhumasitov², T. V. Mukaseeva²

<sup>1</sup> Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia

#### **Abstract**

The diagnostic significance of the color Doppler study of testicular blood flow in testicular torsion has been studied for about 40 years, however, the prognostic value of the results obtained is ambiguous, as are the actual imaging capabilities of the technique. Our own experience of 110 observations of testicular torsion in children older than the neonatal period allows us to draw statistically reliable conclusions. Made on equipment premium-class research made it possible to evaluate how visualization intratesticular vascular pattern, and whirpool-sign and submit the primitive model of the actual inversion, explaining the impossibility of rendering whirpool-sign with the greatest tight inversion. The dynamics of testicular blood flow was studied immediately after successful and unsuccessful manual detorsion and in the long term after operative detorsion and orchopexy. The publication contains a brief analysis of the literature and is extensively illustrated.

**Key words:** Ultrasonography, Children, Testicular Torsion.

#### Актуальность

Несмотря на несколько десятилетий применения допплеровского УЗИ в оценке тестикулярного кровотока у детей с перекрутом яичка, полностью возможности методики остаются нераскрытыми. Так, малоизвестны критерии оценки тяжести нарушений тестикулярного кровотока при перекруте яичка, практически отсутствуют исследования количественных характеристик тестикулярного кровотока после мануальной деторсии. Нет детального описания эхографической картины различных вариантов whirpool-sign в зависимости от интенсивности перекрута.

**Цель:** уточнение допплеровской эхографической семиотики перекрута яичка у детей, возможностей УЗИ в контроле тестикулярного кровотока при мануальной деторсии и прогностического значения УЗИ в оценке отдаленных результатов.

#### Материалы и методы

В исследование вошли 110 детей 2 мес — 17 лет 11 мес 29 сут за период 2006— 2020 гг.

Дети с перекрутом крипторхированного яичка и с антенатальным перекрутом в исследование не включены.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department

Во всех случаях эхографическая картина верифицирована интраоперационно. УЗИ выполнялось непосредственно при поступлении пациента.

Исследование всегда выполнялось как на стороне поражения, так и на контрлатеральной стороне с определением следующих количественных и качественных показателей:

- наличие интратестикулярного сосудистого яичка на стороне поражения и качественное сравнение его интенсивности (если есть) с контрлатеральной стороной;
- наличие whirpool-sign при цветовом допплеровском исследовании, интенсивность окрашивания сосудов, входящих в его структуру;
- при попытке выполнения мануальной деторсии через 1 мин после манипуляции;
- повторная оценка интратестикулярного сосудистого рисунка;
- оценка прямолинейности хода семенного канатика, наличие или отсутствие whirpool-sign;
- при наличии технических возможностей количественная оценка показателей кровотока в интратестикулярных артериях на пораженной и контрлатеральной сторонах (стандартные показатели:  $V_{\rm max}$  и RI).

Из технических особенностей сканирования следует отметить визуализацию обоих яичек в режиме двух полей, что позволяло максимально наглядно сопоставить интенсивность сосудистого рисунка в паренхиме пораженного яичка с неизмененным контрлатеральным.

### Результаты и обсуждение

Из 67 случаев перекрута яичек, не сопровождавшихся выраженными изме-

нениями эхоструктуры паренхимы в В-режиме, интратестикулярный сосудистый рисунок достоверно прослеживался только в 9 наблюдениях (13,4 %, или 8 % от всех 110 наблюдений). Во всех 9 случаях отдаленный результат был благоприятным. Из 43 случаев перекрута с выраженными серошкальными изменениями паренхимы яичка интратестикулярный сосудистый рисунок не зафиксирован ни разу. Для большей наглядности оценка наличия/интенсивности интратестикулярного сосудистого рисунка на стороне поражения выполнялась в режиме двух полей (рис. 1,  $a, \delta$ ). В большинстве случаев (99/110, 90 %) интратестикулярный сосудистый рисунок не прослеживался, только в 11 случаях из 67 наблюдений перекрутов без выраженных диффузных изменений паренхимы яичка интратестикулярный сосудистый рисунок прослеживался достоверно, что позволяло расценивать ситуацию как неполный или нетугой перекрут. Эти данные вполне соответствуют результатам других исследований [1, 3, 9, 14]. Впрочем, принципиально на тактику ведения пациента это не влияет: показана деторсия в максимально короткие сроки. Все исследователи проблемы признают, что, несмотря на высокую Se и Sp, бывают как ложноотрицательные, так и ложноположительные результаты [1-4, 15].

Исследованию «нетугих» или интермиттирующих ПЯ посвящен рад исследований, авторы которых единодушно приходят к выводу, что даже неполные перекруты вовсе не безопасны и небезразличны для тестикулярной ткани, хотя тестикулярная ткань может выдержать большую длительность такого перекрута. Так, инфаркт яичка наступает в сроки 4–5 сут при перекруте

на  $90^{\circ}$ , 3-4 сут — при перекруте на  $180^{\circ}$ и 2-3 сут при перекруте на  $270^{\circ}$  [6, 7, 8, 14]. Варианты интермиттирующего ПЯ могут быть недоступными для эхографической визуализации. Так, описано наблюдение интермиттирующего ПЯ на протяжении 14 лет, когда пациент многократно самостоятельно выполнял деторсию, и в конце концов успешное оперативное вмешательство избавило его от скротальных болей [17]. Для транзиторных нетугих ПЯ считается типичным горизонтальное расположение яичка, кратковременные эпизоды болей (до 30!) и отсутствие типичного WS, в то же время оперативная орхопексия признана единственно верным способом лечения, поскольку в 30-61 % случаев интермиттирующие ПЯ приводят к типичному ПЯ с высоким риском инфаркта и некроза яичка [11, 12, 13, 16, 17].

Цветовое допплеровское исследование позволяет достоверно дифференцировать ПЯ от (орхо)эпидидимита. Серошкальное исследование в обоих случаях выявляет значительное увеличение размеров придатка яичка и неравномерное понижение его эхогенности.

Также возможно небольшое количество выпота в оболочках и отек оболочек яичка. При цветовом допплеровском исследовании при (орхо)эпидидимите прослеживается значительное усиление сосудистого рисунка в придатке, тогда как при ПЯ сосудистый рисунок в придатке отсутствует (рис.  $2, a, \delta$ ).

Такие результаты применения цветового допплеровского исследования были получены всеми специалистами, занимающимися данной проблемой [1, 3, 6, 14, 18].

Наиболее демонстративным эхопризнаком ПЯ, обладающим 100 %-ной специфичностью, при перекруте яичка является whirpool-sign (WS), который имеет вид полного или полукольца, окрашенного в разные цвета соответственно разному направлению кровотока во фрагментах перекрученного семенного канатика. Диаметр такого сосудистого кольца обычно составляет 14-18 мм, а диаметр сосудов, измеряемых «по потоку», составляет около 1,5-2,5 мм, что, впрочем, не может считаться достоверным в силу физических причин (рис. 3, a-6).

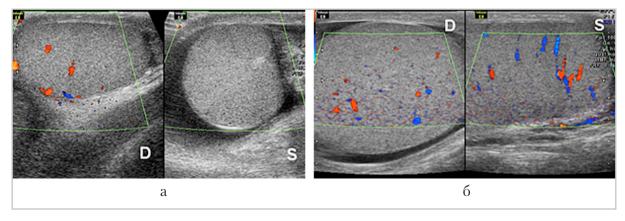


Рис. 1. Интенсивность интратестикулярного сосудистого рисунка при перекруте яичка (D — правое яичко; S — левое яичко): a — отсутствие сосудистого рисунка (перекрут левого яичка);  $\delta$  — снижение интенсивности интратестикулярного сосудистого рисунка на стороне перекрута (перекрут правого яичка)

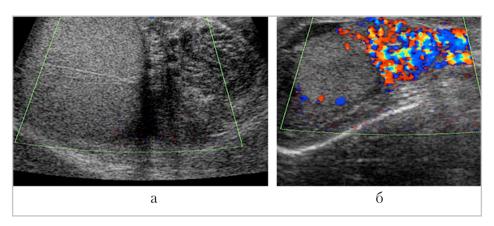
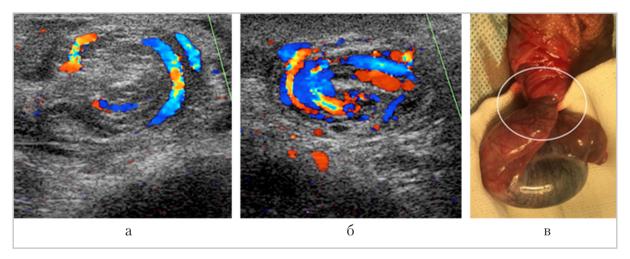


Рис. 2. Цветовое допплеровское сканирование в дифференциальной диагностике ПЯ и орхоэпидидимита:  $a-\Pi Я; \delta-$  орхоэпидидимит



Как и при серошкальном исследовании, WS может лоцироваться как непосредственно около яичка, так и на расстоянии до 2 см от него в проекции семенного канатика. Обнаружение WS достаточно для эхографической диагностики перекрута яичка независимо от наличия других эхографических симптомов, как серошкальных, так и допплеровских. С этим мнением согласны многочисленные исследователи, которые, впрочем, считают WS-симптом малочувствительным [3, 5, 10, 16, 18].

Частота визуализации WS при ПЯ достигает только 46-75 %. По данным J. M. Dowall et al. (2018), при исключении из исследования новорожденных Se повышается до 92 %. Специфичность WS почти абсолютна — 99 %.

В собственных наблюдениях WS при прицельном поиске обнаруживался в 82 % случаев. Наиболее сложным в плане обнаружения WS были дети младшего возраста (первые годы жизни) и дети с уже возникшими необратимыми изменениями яичек. Также необходи-

мо отметить большое значение личного опыта врача.

При отсутствии четко визуализированного WS возможно зафиксировать ситуацию, когда сосудистый рисунок резко «обрывается» у входа в мошонку, непосредственно около яичка (рис.  $4, a, \delta$ ).

Отсутствие визуализации WS может свидетельствовать как об отсутствии необходимых мануальных навыков врача, выполняющего исследование, так и о критическом перекруте, когда движение крови в сосудах семенного канатика прекращается и зафиксировать его в допплеровском режиме становится невозможно.

Визуализировать же «пустой» WS, т. е. собственно перекрут компримированных сосудов без кровотока в их просвете, удается очень редко, поскольку такая структура крайне плохо дифференцируется от окружающих мягких тканей. Выполненная из фрагментов системы для инфузионной терапии модель ПЯ демонстрирует вариант типичного и критического перекрутов (рис. 4, в, г).

Допплерография сосудов семенного канатика в принципе не является обязательным компонентом УЗИ, поскольку сложна технически (беспокойное поведение ребенка на фоне выраженного болевого синдрома) и не дает принципиально новой информации. Обычно на артерии в структуре WS удается зарегистрировать высокорезистивный артериальный кровоток с RI около 1,0, что свидетельствует об отсутствии проходимости артерии дистальнее места измерения и фактически об отсутствии перфузии яичка.

Другим вариантом кровотока в WS является низкоскоростной низкорезистивный паттерн с выраженным удли-

нением времени акселерации по типу «стенотической стены». Такой вариант кровотока можно получить при лоцировании фрагмента сосуда дистальнее места препятствия потоку крови. Обычно при этом удается зарегистрировать интратестикулярный паренхиматозный кровоток малой интенсивности.

До 20 % составляют случаи, когда спектральные характеристики артериального потока в сосудах whirpool-sign близки к нормальным. Последний вариант встречался при нетугом перекруте, когда удавалось зафиксировать ослабленный интратестикулярный рисунок (рис. 5,  $a- \theta$ ).

В принципе исследований, посвященных допплерографии сосудов семенного канатика при ПЯ у детей, крайне мало, что связано в первую очередь с техническими трудностями выполнения исследования. В основном авторы отмечают повышение RI как в сосудах семенного канатика, так и на интратестикурярных артериях [2, 3, 16].

В настоящее время признано целесообразным выполнение мануальной деторсии яичка в кратчайшие сроки после поступления ребенка и диагностики ПЯ. В собственной практике хирургом выполняется раскручивание яичка с немедленным (примерно через 1 минуту) ультразвуковым контролем. Основным эхографическим критерием эффективной деторсии является восстановление прямолинейного хода семенного канатика с достоверным допплеровским окрашиванием его сосудов.

Дополнительными эхографическими признаками является появление интратестикулярного сосудистого рисунка, при этом его интенсивность в 80 % (36/45) случаев успешной деторсии превышает интенсивность сосуди-

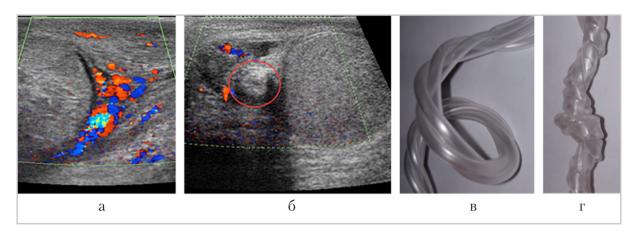


Рис. 4. Отсутствие достоверной визуализации WS при перекруте яичка: a — «обрыв» допплеровского окрашивания сосудов семенного канатика около яичка;  $\delta$  — «пустой» WS обведен красным контуром;  $\delta$  — модель перекрута яичка;  $\epsilon$  — модель критического перекрута яичек

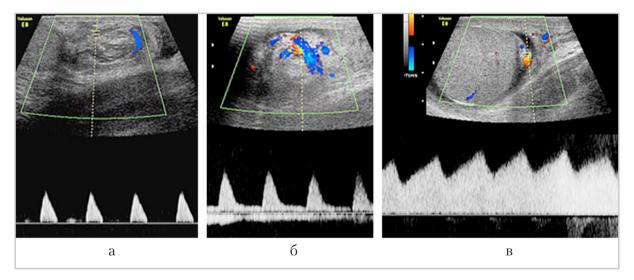


Рис. 5. Варианты спектральных характеристик кровотока в артериях семенного канатика при перекруте:  $a, \delta$  — высокорезистивный поток; s — низкорезистивный поток с резким удлинением времени акселерации

стого рисунка контрлатеральной гонады. При выполнении допплерографии на сосудах семенного канатика и яичка после деторсии подтверждалось достоверное повышение скорости кровотока и снижение его резистивных характеристик по сравнению с контрлатеральной стороной (рис. 6, a-z).

Примерно в 1/3 случаев деторсия была неполной, при этом интратести-

кулярный сосудистый рисунок в яичке восстанавливался и даже становился более интенсивным, чем на контрлатеральной стороне, но RI на интратестикулярных артериях оставался высоким и сохранялась непрямолинейность хода семенного канатика при отчетливом допплеровском окрашивании сосудов в его структуре (рис. 7,  $a-\epsilon$ ).

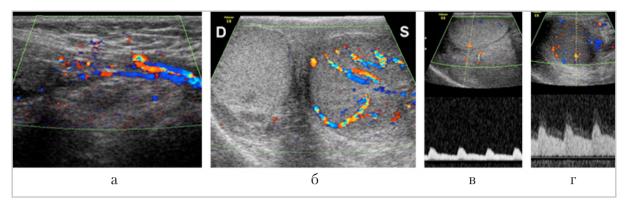


Рис. 6. Эхографические признаки успешной мануальной деторсии левого яичка (D — правое яичко; S — левое яичко): a — восстановление прямолинейного хода семенного канатика и сосудистого рисунка в нем;  $\delta$  — усиление интратестикулярного сосудистого рисунка слева; s — допплерография на интратестикулярной артерии справа; z — допплерография на интратестикулярной артерии слева на тех же параметрах сканирования

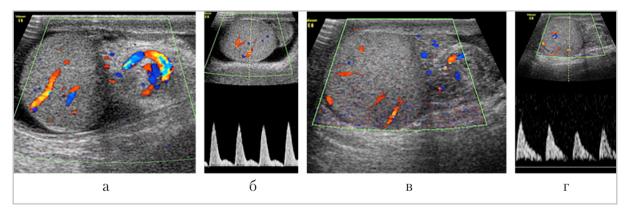


Рис. 7. Эхографические признаки неполной мануальной деторсии яичка: a,  $\delta$  — мальчик 13 лет, сосудистый рисунок в паренхиме яичка прослеживается, но сохраняются WS и высокие показатели периферического сопротивления в интратестикулярных артериях;  $\epsilon$ ,  $\epsilon$  — аналогичное наблюдение, мальчик 12 лет

В редких случаях попытки мануальной деторсии были безуспешными. Решение о целесообразности мануальной деторсии принималось хирургами в зависимости от длительности заболевания и наличия/отсутствия выраженных (прогностически неблагоприятных) серошкальных изменений яичка при УЗИ.

После хирургической деторсии и орхипексии эхографический контроль состояния яичка целесообразно

выполнять через двое суток. Признаками благоприятного течения послеоперационного периода можно считать восстановление интратестикулярного сосудистого рисунка на фоне нормальной структуры яичка. Возможно только сохранение минимального изменения формы яичка в сторону его округления.

Если же структура яичка остается мозаичной, «географической», то даже в случае восстановления интратестику-

лярного сосудистого рисунка прогноз для гонады неблагоприятный: через 2-3 мес после операции фиксируется ее атрофия с резким уменьшением размеров, повышением эхогенности паренхимы с обеднением интраорганного сосудистого рисунка (рис. 8, a-6).

Во всех случаях, когда до операции изменения в В-режиме соответствовали картине «черных нитей» или диффузному понижению эхогенности паренхимы с ее деструктуризацией, восстановления интратестикулярного сосудистого рисунка после операции не происходило. В паренхиме пораженного яичка иногда наблюдались лишь единичные цветовые пиксели. Во всех случаях после выполнения оперативной деторсии имело место восстановление прямолинейности хода семенного канатика.

Отдаленные результаты после деторсии яичка эхографически изучены у 72 пациентов в сроки от 7 сут до 2 лет после деторсии. У 26 пациентов при первичном обращении были зафиксированы выраженные изменения структуры паренхимы пораженного яичка,

во всех случаях развился некроз гонады. В первые 7 суток после деторсии сохранялись выраженные диффузные и/или диффузно-очаговые изменения паренхимы гонады при серошкальном УЗИ. На фоне этих изменений даже восстановление интратестикулярного сосудистого рисунка не обеспечивало сохранности яичка – оно подвергалось склерозированию в сроки около 2-3 мес. К этому времени яичко значительно уменьшалось в размерах, форма его была разнообразной (округлой, бобовидной, неправильной), паренхима – малоструктурной. Интратестикулярный сосудистый рисунок либо был значительно обеднен по сравнению с контрлатеральной стороной, либо не прослеживался (рис. 9, a - e).

Именно в эти сроки можно было эхографически судить об окончательном результате перенесенного заболевания и исходе лечения.

# Выводы

1. Сохранность интратестикулярного сосудистого рисунка в пораженном

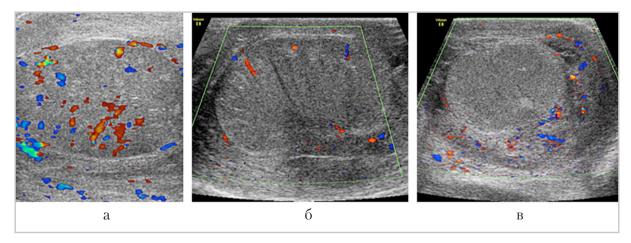


Рис. 8. Варианты неблагоприятного течения послеоперационного периода: a — «географическое» яичко с выраженным интратестикулярным сосудистым рисунком;  $\delta$  — феномен «черных нитей» со скудным интратестикулярным сосудистым рисунком;  $\epsilon$  — гипоэхогенное неструктурное яичко с отсутствием интратестикулярного сосудистого рисунка

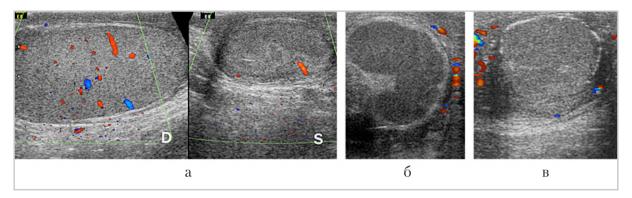


Рис. 9. Склероз яичек после деторсии (D — правое яичко, S — левое яичко): a — 2 мес после ПЯ слева у мальчика 15 лет, интратестикулярный сосудистый рисунок резко обеднен;  $\delta$ ,  $\delta$  — другие дети, 3 мес. после ПЯ, различные эхографические варианты, интратестикулярный сосудистый рисунок не прослеживается

- яичке при ПЯ является прогностически благоприятным признаком. Отсутствие интратестикулярного сосудистого рисунка в пораженном яичке при ПЯ диагностически значимо, но самостоятельного прогностического значения не имеет.
- 2. Отсутствие или наличие сосудистого рисунка в увеличенном придатке является дифференциальнодиагностическим признаком между ПЯ и (орхо)эпидидимитом соответственно.
- 3. Достоверная визуализация WS у пациентов с подозрением на ПЯ является патогномоничным эхопризнаком со 100 % специфичностью. Чувствительность симптома значительно ниже (менее 80 %) за счет пациентов раннего возраста, случаев позднего обращения и малого опыта врача, выполняющего УЗИ.
- 4. Самостоятельного прогностического значения в оценке потенциальной жизнеспособности яичка WS не имеет.
- 5. УЗИ с допплеровской оценкой кровотока является высокоинформативным методом контроля эф-

- фективности мануальной деторсии. Успешная мануальная деторсия яичка сопровождается восстановлением прямолинейности хода сосудов семенного канатика с исчезновением WS и появлением интенсивного интратестикулярного сосудистого рисунка на стороне поражения.
- 6. Сохранение выраженных диффузно-очаговых изменений паренхимы пораженного яичка через 2 суток после оперативной деторсии и орхопексии является неблагоприятным прогностическим признаком даже при восстановлении интратестикулярного сосудистого рисунка.

# Список литературы / References

- 1. Adams Ch. R. M., Del Gaizo A. J. The utility of scrotal ultrasonography in the emergent setting: beyond epididymitis versus torsion. Emerg. Radiol. 2018. V. 25. No. 4. P. 341–348.
- 2. Afsarlar C. E., Ryan Sh. L., Donel E., Baccam T. H., Jones B., Chandwani B., Au J., Huang G. O., Gonzales E. T., Janzen N., Tu D., Seth A., Roth D. R., Koh Ch. J. Standardized process to improve patient

- flow from the Emergency Room to the Operating Room for pediatric patients with testicular torsion. J. Pediatr. Urol. 2016. V. 12. No. 4. P. 233.e1–4.
- 3. Altinkilic B., Pilatz A., Weidner W. Detection of normal intratesticular perfusion using color coded duplex sonography obviates need for scrotal exploration in patients with suspected testicular torsion. J. Urol. 2013. V. 189. No. 5. P. 1853–1858.
- 4. Bandarkar A. N., Blask A. R. Testicular torsion with preserved flow: key sonographic features and value-added approach to diagnosis. Pediatr. Radiol. 2018. V. 48. No. 5. P. 735–744.
- 5. Dowall J. M., Adam A., Gerber L., Enyuma C. O. A., Aigbodion S. J., Buchanan S., Laher A. E. The ultrasonographic «whirl-pool sign» in testicular torsion: valuable tool or waste of valuable time? A systematic review and meta-analysis. Emerg. Radiol. 2018. V. 25. No. 3. P. 281–292.
- Galina P., Dermentzoglou V., Baltogiannis N., Zarifi M. Sonographic appearances of the epididymis in boys with acute testicular torsion but preserved testicular blood flow on color Doppler. Pediatr. Radiol. 2015. V. 45 No. 11. P. 1661–1671.
- Guo X., Sun L., Lei W., Li Sh., Guo H. Management of testicular torsion <360° in children: a single-center, retrospective study // J. Int. Med. Res. 2020. V. 48. No. 4. 300060519895861.
- 8. Hayn M. H., Herz D. B., Bellinger M. F., Schneck F. X. Intermittent torsion of the spermatic cord portends an increased risk of acute testicular infarction. J. Urol. 2008. V. 180. No. 4. Suppl. P. 1729–1732.
- 9. Kaye J. D., Shapiro E. Y., Levitt S. B., Friedman St. C., Gitlin J., Freyle J., Palmer L. S. Parenchymal echo texture predicts testicular salvage after torsion:

- potential impact on the need for emergent exploration. J. Urol. 2008. V. 180. No. 4. Suppl. P. 1733–1736.
- 10. Materny J., Dymny M., Lesiewska L., Gawrych E. Assessment of the validity of Doppler sonography in the diagnosis of acute scrotum in boys Pomeranian. J. Life Sci. 2015. V. 61. No. 2. P. 163–166.
- 11. Munden M. M., Williams J. L., Zhang W., Crowe J. E., Munden R. F., Cisek L. J. Intermittent testicular torsion in the pediatric patient: sonographic indicators of a difficult diagnosis // AJR Am. J. Roentgenol. 2013. V. 201. No. 4. P. 912–918.
- Obi A. O. Intermittent testicular torsion. Niger. J. Clin. Pract. 2017. V. 20. No. 10. P. 1273–1276.
- 13. Patoulias D., Farmakis K., Kalogirou M., Patoulias I. Transient testicular torsion: from early diagnosis to appropriate therapeutic intervention (a prospective clinical study) // Folia Med. Cracov. 2017. V. 57. No. 2. P. 53–62.
- 14. *Prando D*. Torsion of the spermatic cord: the main gray-scale and doppler sonographic signs. Abdom. Imaging. 2009. V. 34. No. 5. P. 648–661.
- Tian X.-M., Tan X.-H., Shi Q.-L., Wen Sh., Lu P., Liu X., Li X.-L., He D.-W., Lin T., Wei G.-H. Risk Factors for Testicular Atrophy in Children With Testicular Torsion Following Emergent Orchiopexy. Front. Pediatr. 2020. V. 11. No. 8. P. 584796.
- Vijayaraghavan S. B. Sonographic differential diagnosis of acute scrotum: real-time whirlpool sign, a key sign of torsion.
   J. Ultrasound. Med. 2006. V. 25. No. 5. P. 563–574.
- 17. West J. M., Goates A. J., Brown J. A. A 26-Year-Old Male with a 14-Year History of Left Intermittent Testicular Torsion Treated with Self-Manual. Reduction. Curr. Urol. 2018. V. 11. No. 3. P. 166–168.

18. Yu K.-J., Wang T.-M., Chen H.-W., Wang H.-H. The dilemma in the diagnosis of acute scrotum: clinical clues for dif-

ferentiating between testicular torsion and epididymo-orchitis. Chang. Gung. Med. J. 2012. V. 35. No. 1. P. 38–45.

### Сведения об авторах

Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.

Тел.: + 7(495) 611-01-77. Электронная почта: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

**Olkhova Elena Borisovna**, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 9a, ul. Vucheticha, Moscow, 127206, Russia.

Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: elena-olchova@bk.ru

ORCID.org/0000-0003-3757-8001

**Борисов Сергей Юрьевич,** врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: borisovsergdoc@gmail.ru

ORCID.org/0000-0002-5176-3150

**Borisov Sergei Yurievich,** Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: borisovsergdoc@gmail.ru

ORCID.org/0000-0002-5176-3150

**Топольник Маргарита Владимировна,** врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: topolnik.margo@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-8664-4362

**Topolnik Margarita Vladimirovna**, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovava, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: topolnik.margo@mail.ru

ORCID 0000-0002-8664-4362

Жумаситов Салават Викторович, врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: vala199020slav@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4269-5811

**Zhumasitov Salavat Viktorovich,** Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: vala199020slav@yandex.ru ORCID 0000-0002-4269-5811

**Мукасеева Татьяна Викторовна,** врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира Лепартамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: tatiana-mukaseeva@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-2070-7607

Mukaseeva Tatyana Viktorovna, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: tatiana-mukaseeva@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-2070-7607

**Тагирова Анапиче Юзбеговна,** врач отделения ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ Святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3.

Тел.: +7 (499) 268-83-87. Электронная почта: adinatagirova@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-6167-4525

Tagirova Anapiche Yuzbegovna, Radiologist of Department of Ultrasound Diagnostic, Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaya, Moscow, 107014, Russia.

Phone number: +7 (499) 268-83-87. E-mail: adinatagirova@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-6167-4525

### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 24.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 27.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-82-90

# Визуализация поражений метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста

**Н. А.** Шолохова<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России

<sup>2</sup> ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы

# Реферат

Целью настоящего исследования явилось определение диагностических возможностей различных методов лучевой диагностики при поражениях метафизов и эпифизов костей у новорожденных и детей раннего возраста.

В исследовании приняли участие 108 детей в возрастной группе 5 дней — 12 месяцев с патологическими изменениями в области эпифиза и метафиза кости. Определены возможности и преимущества стандартной рентгенографии (СР), ультразвукового исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) в ранней и дифференциальной диагностике остеомиелитического процесса и эпифизеолиза. Установлена высокая чувствительность (97 %), специфичность (96 %) и точность (93 %) при УЗИ и чувствительность (94 %), специфичность (89 %) и точность (92 %) МРТ при постановке диагноза «остеомиелит» у пациентов данной возрастной группы.

Несмотря на высокие показатели УЗИ, прямой оценки состояния костного мозга метод дать не может. Ранняя оценка состояния костного мозга — прерогатива МРТ, хотя показатели диагностической информативности УЗИ достаточно высоки. В то же время возможности стандартной рентгенографии на

\* Шолохова Наталия Александровна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВП «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3. Тел.: +7 (495) 628-83-97. Электронная почта: sholohova@bk.ru ORCID.org/0000-0002-0412-4938

Sholokhova Natalia Aleksandrovna, Ph. D, Med., Assistant Professor of the of Radiology department Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia, the Head of the X-ray Department of the Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir the Department of Public Healthcare.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaia, Moscow, 107014, Russia. Phone number: +7 (495) 628-83-97. E-mail: sholohova@bk.ru ORCID.org/0000-0002-0412-4938

© Н. А. Шолохова.

этапах ранней диагностики воспалительных процессов дистальных отделов костей были ограничены в силу ряда факторов. Применение диагностических алгоритмов, включающих комбинацию методов в зависимости от сроков заболевания, в значительной степени сокращает сроки установления диагноза и снижает количество ложноотрицательных результатов при первичном обращении пациентов.

**Ключевые слова:** стандартная рентгенография, ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, эпифизы и метафизы костей, дети до года.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# Visualization of Lesions of Metaphyses and Epiphyses of Bones in Newborns and Young Children

N. A. Sholokhova<sup>1, 2</sup>

- <sup>1</sup>Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia
- <sup>2</sup> Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir of the Department of Healthcare of Moscow

### **Abstract**

The aim of this study was to determine the diagnostic capabilities of various methods of radiological diagnostics for lesions of the metaphyses and epiphyses of bones in newborns and young children.

The study involved 108 children in the age group 5 days – 12 months with pathological changes in the pineal gland and bone metaphysis. The possibilities and advantages of standard radiography (CR), ultrasound examination (US) and magnetic resonance imaging (MRI) in the early and differential diagnosis of the osteomyelitis process and epiphyseolysis have been determined. High sensitivity (98 %), specificity (99 %) and accuracy (98 %) for ultrasound and sensitivity (94 %), specificity (89 %) and accuracy (95 %) of MRI in diagnosing osteomyelitis in patients of this age groups. At the same time, the possibilities of standard radiography at the stages of early diagnosis of inflammatory processes in the distal parts of the bones were limited due to a number of factors. The use of diagnostic algorithms greatly facilitates the work of a radiologist and reduces the number of false negative results during the initial treatment of patients.

**Key words:** Standard Radiography, Ultrasound Examination, Magnetic Resonance Imaging, Epiphyses and Metaphyses of Bones, Children Under one Year Old.

# Актуальность

Диагностика поражений эпифизов и метафизов костей у детей раннего возраста представляет собой сложную задачу педиатрии.

В структуре заболеваемости детей до года сохраняется значительный

процент поражений дистальных отделов костей различной этиологии [1]. По статистическим данным, в последнее десятилетие отсутствует значимая тенденция к снижению частоты патологии [2].

Трудности диагностики поражений метаэпифизарных отделов костей связаны с анатомо-физиологическими особенностями детей раннего возраста. Большая часть проксимального отдела кости не оссифицирована, в силу чего традиционное рентгенологическое исследование обладает малой информативностью [1, 3]. В то же время для исключения травматических изменений рентгеновское обследование выполняется всем пациентам при поступлении.

До начала оссификации эпифизов ростковые метафизарные зоны морфологически и функционально незрелы, хондробласты имеют хаотичное расположение, а их упорядочивание и, как следствие, улучшение барьерных свойств кости происходит параллельно оссификации эпифиза (от центра зоны роста в направлении к периферии). Капиллярные сети метафиза и эпифиза сообщаются между собой, что является предпосылкой для быстрого распространения патологического процесса между этими двумя зонами.

Социальная значимость проблемы определяется возможной инвалидизацией пациента вследствие повреждения зон роста и точек окостенения у младенцев и последующего нарушения длины конечности.

На этом фоне повышается необходимость постоянного поиска оптимальных диагностических подходов, направленных на снижение лучевой нагрузки на растущий детский организм. Так, для визуализации состояния хрящевых структур и мягкотканных компонентов костно-суставной системы видится целесообразным более широкое использование магнитно-резонансной томографии (МРТ) как высокоинформативного метода, не несущего лучевой нагрузки [1].

**Цель:** сравнить диагностические возможности стандартной рентгенографии, УЗИ и МРТ при поражении эпифизов и метафизов костей у новорожденных и детей до года.

### Материалы и методы

Обследовано 108 пациентов (126 очагов поражения), возраст варьировал от 5 часов жизни до 12 месяцев. Большее количество детей поступили в возрасте от 7 до 29 дней жизни -67 (62,0%), существенно преобладали мальчики. Детей, поступивших в возрасте более 1 месяца, было меньше (41 %), из них 28 младенцев (68 %) были недоношенными. Проанализированы результаты УЗИ, цифровой рентгенографии, мультисрезовой компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ). В данной возрастной группе преобладали дети с острым гематогенным остеомиелитом различной локализации (94 %), врожденным эпифизеолизом и посттравматическим вывихом (6%).

УЗИ выполнялось всем детям на аппарате премиум-класса Voluson E-8.

Исследование младенцев выполнялось микроконвексными 4–8 и линейными 3–14 МГц датчиками. Сканирование метаэпифизарных областей выполнялось по отработанным методикам с применением доступов, наиболее информативных в плане обнаружения внутрисуставного выпота, нарушения конфигурации сустава, дислокации эпифизов и пр. УЗИ каждого сустава выполнялось из продольных и поперечных доступов с получением информативных сканов.

Рентгенография заинтересованной области и прилежащего сустава/суставов выполнена на аппарате Precision 500 D (GE). При первичном обращении

выполнялась стандартная рентгенография области предполагаемого поражения в методологически обоснованных проекциях.

Съемку конечностей у детей до года на столе с решеткой и малым фокусным пятном проводили по стандартным для возрастной группы параметрам.

Для исследования реанимационных пациентов применялся передвижной рентгеновский аппарат «МобиРен-4 МТ» (Россия).

МРТ области метаэпифизарных областей или всего тела выполнялась на томографе EXCELART Vantage Atlas-X (Toshiba) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тл. При исследовании всего тела были получены аксиальные и коронарные срезы, при необходимости сагиттальные срезы зоны интереса, в следующих режимах:

STIR TR = 6669 TE 30; PD TR 2850, ТЕ 36; DWI b-фактором 800 и 1000 с построением ИКД-карт; AX FLAIR TR 11118 TE 105; AX T2 TR 7000 TE 80; AX T1 TR 672 TE 15.

Сканирование метаэпифизарных областей выполнялось по отработанным методикам с применением анестезиологического пособия. Контрастное усиление производилось гадолиний содержащим контрастным препаратом.

# Результаты и их обсуждение

При первичном обращении всем пациентам одномоментно произведено обследование, состоявшее из стандартной рентгенографии и УЗИ заинтересованной области. В обязательном порядке обследован симметричный сегмент контрлатеральной конечности.

Представлены эхографические симптомы изменения мягких тканей при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и детей первых месяцев жизни (табл. 1).

В каждом конкретном случае закономерно встречалось несколько эхогра-

Таблица 1 Показатели диагностической информативности эхографических симптомов при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и детей раннего возраста

Эхографический симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Отек параартикулярных тканей	100	0	94	0	94
Утолщение синовальной оболочки	91	100	100	42	91
Выпот в сопряженном суставе	81	100	100	26	82
Утолщение надкостницы	33	100	100	9	37
Параоссальное скопление	15	100	100	7	21
Гнойный затек	10	100	100	7	19
Дефект метафиза	97	100	100	67	97
Изменения эпифизарного хряща	75	100	100	21	71
Нарушение конгруэнтности сустава	18	88	95	7	22
Нарушение целостности контура кости	0	0	0	0	0

Таблица 2 Общая характеристика рентгенологических признаков метаэпифизарных поражений у новорожденных и детей раннего возраста (n = 126, из них ОМ – 118)

Рентгенологический симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Очаг деструкции в метафизе	89	0	0	91	84
Периостальная реакция	81	90	100	67	81
Остеопороз	81	100	100	26	82
Изменение кортикального слоя	33	100	100	9	37
Нарушение соотношения сустава	10	78	35	12	66

Таблица 3 Общая характеристика MP-признаков метаэпифизарных поражений у новорожденных и детей раннего возраста (53 очага ОМ у 48 пациентов, 1 эпифезиолиз – всего 54 очага)

МР-симптом	Se	Sp	PVP	PVN	Acc
Очаг деструкции	100	100	100	100	100
Периостальная реакция	62	0	97	0	61
Отек костного мозга	100	100	100	100	100
Изменение кортикального слоя	100	0	98	0	98
Изменение структур сустава	96	0	98	0	94
Изменение мягких тканей	98	0	98	0	96

фических симптомов, количество которых зависело не только от локализации патологического процесса, но и от давности заболевания на момент поступления в стационар.

Так, параоссальные скопления и гнойные затеки встречались достоверно чаще у детей с длительностью заболевания на момент осмотра 5 сут и более (n = 21, 70 %).

Для остеомиелита младенцев наиболее часто встречающимися рентгенологическими признаками были очаг деструкции в метафизе или эпифизе (69 %), линейная периостальная реакция (88 %), остеопороз зоны поражения кости (77 %). Все встречающиеся изменения представлены в таблице 2. При подозрении на наличие мультифокального характера воспаления и несоответствии данных, выполненных ранее стандартной рентгенографии и УЗИ, производилась магнитно-резонанстная томография (табл. 3).

Как представлено в таблице 3, трабекулярный отек костного мозга при остеомиелите характеризуется низким сигналом в Т1ВИ и высоким сигналом на изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани (STIR), являлся превалирующим признаком. Данный симптом визуализировался в рентгенонегативной стадии у всех пациентов, в том числе наблюдался отек нескольких зон при мультифокальном поражении. Это позволило установить диагноз и начать консервативное и/или оперативное лечение гораздо раньше развития активной клинической и лабораторной картины.

# Результаты и их обсуждение

Эхографические изменения при метаэпифизарных поражениях у новорожденных и младенцев весьма разнообразны (рис.  $1, a, \delta$ ).

Для дебюта ОМ были характерны разнообразные изменения мягкотканного компонента заинтересованной области. Деструктивные изменения эпифизов и метафизов визуализировались только на 6–8-е сут. При эпифизеолизах и нарушениях соотношения в суставе костные изменения выявлялись во время поступления пациента.

Возможности ультразвуковой диагностики остеомиелита в этой возрастной группе принципиально выше, чем у старших детей, по причине незавершенной оссификации метаэпифизарных зон. На основании комбинированного применения стандартной рентгенографии, УЗИ и МРТ воспалительные изменения выявлены в 97 % случаев.

На ранних этапах остеомиелита рентгенологически не были выявлены патологические изменения структуры костной ткани (рис. 2, *a*). При травматических повреждениях и эпифизеолизе стандартная рентгенограмма, напротив, позволяла установить характер изменений уже на этапах первичного осмотра (рис. 2, *в*). В то же время МРТ предоставляла гораздо больший объем информации о состоянии мягкотканных структур и костного мозга ребенка (рис. 2, *б*)

МРТ у новорожденных и младенцев имела некоторые особенности и была ограничена необходимостью общей анестезии. При оценке исследования у новорожденных учитывалась МР-картина костного мозга детей младшего возраста. В собственном исследовании мы получали изображения в коронарной плоскости в режиме STIR (с подавле-

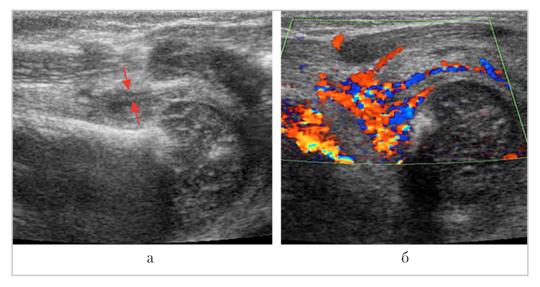


Рис. 1. Утолщение синовиальной оболочки сопряженного сустава у младенца в дебюте дистального метаэпифизарного ОМ плеча: a — утолщенная синовиальная оболочка (между стрелками) плечевого сустава;  $\delta$  — усиление сосудистого рисунка в мягкотканных элементах сустава



Рис. 2. Метаэпифизарный ОМ плечевой кости у ребенка 9 мес 21 день (a,  $\delta$  — один ребенок): a — рентгенологических признаков остеомиелита не выявлено;  $\delta$  — МР-томограмма правого плеча, STIR, скан во фронтальной плоскости — отек мягких тканей в нижней трети правого плеча и области локтевого сустава;  $\delta$  — другой ребенок: эпифизеолиз дистального эпифиза бедренной кости

нием сигнала от жировой ткани) или T2 FS (T2 – с подавлением сигнала от жировой ткани). Данный метод позволял уточнить локализацию очага воспаления и затем провести прицельное сканирование зоны интереса.

Использование контрастных препаратов способствовало более четкой локализации очага воспаления, а также уточнению распространения инфекционного процесса в зону эпифиза (богатого у младенцев хрящевой тканью). Постконтрастные последовательности более четко обозначили границы зоны активного кровоснабжения.

Таким образом, подводя итог применению MPT у младенцев и детей до года с метаэпифизарными поражениями, можно отметить высокую информативность метода при выявлении воспативность метода при вызвании воспативность метода при вызвании воспативность метода при вызвании в при вызвании в при вызвании воспативность метода при вызвании в при вы вызвании в при вызвании в при вызвании в при вызвании в при в при вы вы вызвании в при в при вызвании в при вызвании в при в

лительного процесса на ранних стадиях за счет визуализации изменений костного мозга, мягких тканей и внутрисуставных структур.

# Выводы

- 1. При поступлении новорожденного с подозрением на метаэпифизарный остеомиелит необходимо выполнение стандартного рентгенографического исследования области предполагаемого поражения для исключения травматического или преморбидного диспластического процесса.
- 2. После рентгенографии всем детям показано УЗИ области предполагаемого поражения. В зависимости от вероятных сроков начала заболевания следует прицельно искать

- изменения мягкотканных и/или костно-хрящевых сегментов зоны интереса.
- 3. УЗИ необходимо проводить в режиме двух полей со сравнением зоны интереса с симметричной областью контралатеральной конечности.
- 4. При сомнительных данных рентгенологического и ультразвукового методов, особенно в случаях предполагаемого поражения труднодоступных областей, а также при ухудшении состояния ребенка методом выбора является МРТ.

# Список литературы

- 1. Завадовская В. Д., Полковникова С. А., Масликов В. М. Особенности ультразвуковой картины острого гематогенного остеомиелита у детей раннего возраста // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2017. Т. 7. № 2. С. 94–101.
- 2. Ольхова Е. Б., Шолохова Н. А., Кирсанов А. С. Комплексная лучевая диагностика осложненной септикопиемической мультифокальной формы остеомиелита у новорожденного // Радиология практика. 2020. № 3 (81). С. 62–74.
- 3. Румянцева Г. Н., Горшков А. Ю., Сергеечев С. П., Михайлова С. И. Острый метаэпифизарный остеомиелит у детей раннего возраста, особенности течения и диагностики // Современные проблемы науки и образования (научный журнал). 2017. № 4. С. 7–14.
- 4. *Шолохова Н. А., Ганиева А. М., Лежнев* Д. А. Современное состояние вопроса комплексной лучевой диагностики остеомиелита у детей и подростков // Вестник СУРГУ. Медицина. 2019. № 4 (42). С. 8–14.
- 5. *Jaramillo D. et al.* Hematogenous osteomyelitis in infants and Children: Imaging

- of a Changing Disease. Radiology. Radiological Society of North America Inc., 2017. V. 283. No. 3. P. 629–643.
- 6. *Jaimes C. et al.* MR imaging of normal epiphyseal development and common epiphyseal disorders. Radiographics. Radiological Society of North America, 2014. V. 34. No. 2. P. 449–471.
- 7. *Lee Y. J. et al.* The imaging of osteomyelitis. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. AME Publishing Company, 2016. V. 6. No. 2. P. 184–198
- 8. *Kiechl-Kohlendorfer U., Griesmaier E.* Osteomyelitis. Neonatal Bacterial Infection. InTech. 2013.
- 9. *Lindsay A. J. et al.* Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? Pediatr. Radiol. Springer Verlag, 2019. V. 49. No. 3. P. 379–386.
- 10. *Rueda Mej a A. M. et al.* Imaging Diagnosis of Osteomyelitis in Children. ECR. 2015. P. 1–39.

### References

- 1. Zavadovskaya V. D., Polkovnikova S. A., Maslikov V. M. Osobennosti ul'trazvukovoy kartiny ostrogo gematogennogo osteomielita u detey rannego vozrasta. Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoy diagnostiki. 2017. T. 7. No. 2. P. 94–101 (in Russian).
- 2. Ol'khova E. B., Sholokhova N. A., Kirsanov A. S. Kompleksnaya luchevaya diagnostika oslozhnennoy septikopiemicheskoy mul'tifokal'noy formy osteomielita u novorozhdennogo. Radiologiya praktika. 2020. No. 3 (81). P. 62–74 (in Russian).
- 3. Rumyantseva G. N., Gorshkov A. Yu., Sergeechev S. P., Mikhaylova S. I. Ostryy metaepifizarnyy osteomielit u detey rannego vozrasta, osobennosti techeniya i diagnostiki. Sovremennye problemy nau-

- ki i obrazovaniya (nauchnyy zhurnal). 2017. No. 4. P. 7–14 (in Russian).
- 4. Sholokhova N. A., Ganieva A. M., Lezhnev D. A. Sovremennoe sostoyanie voprosa kompleksnoy luchevoy diagnostiki osteomielita u detey i podrostkov. Vestnik SURGU. Meditsina. 2019. No. 4 (42). P. 8–14 (in Russian).
- Jaramillo D. et al. Hematogenous osteomyelitis in infants and Children: Imaging of a Changing Disease. Radiology. Radiological Society of North America Inc., 2017. V. 283. No. 3. P. 629–643.
- Jaimes C. et al. MR imaging of normal epiphyseal development and common epiphyseal disorders. Radiographics. Radiological Society of North America, 2014. V. 34. No. 2, P. 449–471.

- 7. *Lee Y. J. et al.* The imaging of osteomyelitis. Quantitative Imaging in Medicine and Surgery. AME Publishing Company, 2016. V. 6. No. 2. P. 184–198.
- 8. *Kiechl-Kohlendorfer U., Griesmaier E.* Neonatal. Osteomyelitis. Neonatal Bacterial Infection. In Tech. 2013.
- 9. *Lindsay A. J. et al.* Extended field of view magnetic resonance imaging for suspected osteomyelitis in very young children: is it useful? Pediatr. Radiol. Springer Verlag, 2019. V. 49. No. 3. P. 379–386.
- 10. *Rueda Mejía A. M. et al.* Imaging Diagnosis of Osteomyelitis in Children. ECR. 2015. P. 1–39.

### Сведения об авторе

**Шолохова Наталия Александровна,** кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница Святого Владимира» Департамента здравоохранения города Москвы».

Адрес: 107014, г. Москва, ул. Рубцовско-Дворцовая, д. 1/3. Тел.: + 7 (495) 611-01-77. Электронная почта:sholohova@bk.ru ORCID.org/0000-0002-0412-4938

**Sholokhova Nataliya Aleksandrovna,** Ph. D. Med., Assistant Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow Healthcare Department.

Address: 1/3, ul. Rubtsovsko-Dvortsovaia, Moscow, 107014. Russia. Phone number: +7 (495) 611-01-77. E-mail: sholohova@bk.ru ORCID.org/0000-0002-0412-4938

### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 16.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 17.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.



Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.

### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Научная статья. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-91-98

# Кардиальные и висцеральные признаки соединительнотканной дисплазии у детей с ювенильным ревматоидным артритом по данным ультразвукового исследования

А. А. Юсуфов, И. А. Черкасова\*, Е. А. Лаврова, А. А. Плюхин

ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России

# Реферат

Для изучения кардиальных и висцеральных признаков соединительнотканной дисплазии у детей с ювенильным ревматоидным артритом были проведены комплексное ультразвуковое исследование органов брюшной полости и эхокардиография по стандартному протоколу 52 детям в возрасте от 5 до16 лет с диагнозом ювенильный ревматоидный артрит. Группу сравнения составили 26 пациентов с вегетативно-сосудистой дистонией. Частота висцеральных дисплазий (дуоденогастральный рефлюкс, гастроэзофагеальный рефлюкс и деформация желчного пузыря) среди детей с ювенильным ревматоидным артритом выше, чем в группе сравнения. Основным кардиальным проявлением дисплазии соединительной ткани у больных с ювенильным ревматоидным артритом является дополнительная хорда левого желудочка.

**Ключевые слова:** : ювенильный ревматоидный артрит, дисплазия соединительной ткани, ультразвуковая диагностика, дуоденогастральный рефлюкс, пролапс митрального клапана.

\* **Черкасова Ирина Алексеевна,** аспирант, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ Минздрава России.

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (904) 009-40-71. Электронная почта: ira-dogma@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-7690-1601

Cherkasova Irina Alekseevna, post-graduate student, assistant of the Department of Radiation Diagnostics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Tver State Medical University, Ministry of Health of Russia.

Address: 4, ul. Sovetskaya, Tver, Russia, 170100. Phone number: +7 (904) 009-40-71. E-mail: ira-dogma@mail.ru ORCID.org/0000-0002-7690-1601

© А. А. Юсуфов, И. А. Черкасова, Е. А. Лаврова, А. А. Плюхин.

#### **ORIGINAL ARTICLES**

Scientific article.

# Cardiac and Visceral Signs of Connective Tissue Dysplasia in Children with Juvenile Rheumatoid Arthritis According to Ultrasound Examination Data

A. A. Yusufov, I. A. Cherkasova\*, E. A. Lavrova, A. A. Plyukhin

Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia

### **Abstract**

To study the cardiac and visceral signs of connective tissue dysplasia in children with juvenile rheumatoid arthritis, a comprehensive ultrasound examination of the abdominal cavity organs and echocardiography examination were conducted according to the standard protocol in 52 children aged from 5 to 16 years with the diagnosis of juvenile rheumatoid arthritis. The reference group consisted of 26 patients with autonomic dysfunction (vegetative-vascular dystonia). The incidence of such visceral dysplasia types as duodenogastric reflux, gastroesophageal reflux, and gallbladder malformations among children with juvenile rheumatoid arthritis was shown higher than in the reference group. The main cardiac sign of connective tissue dysplasia in patients with juvenile rheumatoid arthritis are an excessive chord of the left ventricle.

**Key words:** Juvenile Rheumatoid Arthritis, Connective Tissue Dysplasia, Ultrasound Diagnostics, Duodenogastric Reflux, Mitral Valve Prolapse.

# Актуальность

Дисплазия соединительной ткани (ДСТ) — это генетически детерминированное состояние, характеризующееся дефектами волокнистых структур и основного вещества соединительной ткани, приводящее к нарушению формообразования органов и систем и имеющее проградиентное течение [1].

В настоящее время доказана роль ДСТ в развитии ювенильного ревматоидного артрита (ЮРА), а также в снижении качества и сокращении продолжительности жизни у пациентов с ЮРА [4]. В связи с этим у детей с ЮРА особенно важно определить наиболее часто встречающиеся варианты дисплазий для раннего выявления хронических заболеваний и снижения риска инвалидизации в старшем возрасте.

Несмотря на современные методы диагностики и лечения заболеваний пищеварительной системы, изменения со стороны желудочно-кишечного тракта остаются одной из ведущих проблем у детей с ревматическими заболеваниями, в частности с ЮРА [6, 8].

По данным литературы, основными проявлениями ДСТ у таких детей являются: деформация желчного пузыря, гастроптоз, гастроэзофагеальный и дуоденогастральный рефлюкс, долихосигма и др. [2, 3, 6].

Также у детей с ДСТ обсуждается высокий риск развития хронической па-

тологии сердечно-сосудистой системы, такой как жизнеугрожающие аритмии, тромбоэмболия, митральная недостаточность и внезапная смерть [5, 9]. На данный момент установлено, что среди кардиальных проявлений дисплазии наиболее часто встречаются: дополнительные эктопически крепящиеся хорды в полости левого и правого желудочков (ДХЛЖ, ДХПЖ), «физиологически» и клинически значимые пролапсы митрального и трикуспидального клапанов, миксоматозная дегенерация створок митрального клапана (МК), разрыхление передней створки МК [3, 11]. Но в то же время единого мнения о частоте выявления данных изменений у детей с ЮРА в отечественной и зарубежной литературе практически не встречается [3, 11].

Одним из основных неинвазивных методов выявления кардиальных и висцеральных дисплазий в настоящее время является ультразвук [10]. Тем не менее в современной литературе представлено недостаточно информации о распространенности проявлений дисплазии у детей с ЮРА, выявленных с помощью ультразвукового сканирования.

**Цель:** выявить наиболее часто встречающиеся кардиальные и висцеральные признаки соединительнотканной дисплазии у детей с ювенильным ревматоидным артритом по данным ультразвукового исследования.

# Материалы и методы

Проведено обсервационное аналитическое одномоментное исследование, в которое вошли 52 ребенка, находившихся на обследовании и лечении в ГБУЗ ДОКБ г. Твери в 2019–2021 годах.

Критерии включения в исследование: информированное согласие пациента или его законного представителя

на участие в исследовании. Возраст от 5 лет до 15 лет 11 месяцев 28 дней. Установленный диагноз: ювенильный ревматоидный артрит. Длительность заболевания от 3 месяцев до 8 лет. Отсутствие острых респираторных заболеваний и хронических заболеваний в стадии суби декомпенсации.

Критерии исключения: возраст младше 5 лет и старше 16 лет, стадия манифестации заболевания, сопутствующие генерализованные или специфические инфекции и пороки развития, наследственная патология и хронические заболевания в стадии суб- и декомпенсации.

Были сформированы 2 группы пациентов. В основную группу вошли 26 детей с диагнозом ЮРА (14 мальчиков и 12 девочек), с длительностью заболевания от 3 месяцев до 8 лет. Группу сравнения составили 26 пациентов в возрасте от 5 до 17 лет (15 мальчиков и 11 девочек) с диагнозом вегетативно-сосудистая дистония (ВСД). Исследование состояло из двух этапов.

На первом этапе для выявления абдоминальных проявлений ДСТ всем пациентам было проведено стандартное ультразвуковое сканирование органов брюшной полости на ультразвуковой системе TOSHIBA Aplio500 датчиком 3–14 мГц и PHILIPS IU 22 датчиком 7,5–12 мГц.

На втором этапе 18 пациентам с ЮРА в возрасте от 5 до 16 лет (10 мальчиков и 8 девочек) и длительностью заболевания от 5 месяцев до 8 лет, которые согласились принять участие в исследовании, была проведена эхокардиография (ЭхоКГ) для выявления наиболее частых кардиальных проявлений ДСТ. Группу сравнения составили 18 детей с ВСД (9 мальчиков и 9 девочек) в воз-

расте от 5 до 17 лет. Эхокардиографическое исследование проводилось на аппарате Mindray DC-8/EXP и TOSHIBA Aplio500 согласно стандартному протоколу.

Статистическая обработка по полученной информации проводилась при помощи программы Microsoft XL версии 10.0. В связи с ненормальным распределением выборки использовался непараметрический метод — критерий 2. Средние величины представлены в формате медианы (Ме) и интерквартильного размаха (25 и 75 перцентили). Различия принимались статистически значимыми при р < 0,05.

### Результаты и их обсуждение

В группе детей с ЮРА медиана длительности заболевания составила 2,5 года (1,0; 4,75), медиана возраста — 10 лет (7,25; 12,75). В группе сравнения медиана возраста составила 9 лет (7,0; 12,0). Таким образом, группы пациентов были полностью сопоставимы между собой по возрасту и полу.

При интерпретации протоколов ультразвукового сканирования органов брюшной полости у детей из основной группы и группы сравнения были выяв-

лены следующие проявления дисплазии со стороны ЖКТ, которые представлены в таблице 1.

Из анализа таблицы 1 следует, что ведущими изменениями со стороны ЖКТ у детей с ЮРА являются дуоденогастральный рефлюкс, гастроэзофагеальный рефлюкс и перегиб желчного пузыря, что совпадает с результатами предыдущих исследований [2, 3, 11]. Варианты перегиба желчного пузыря представлены на рисунке.

В настоящее время установлено, что данные изменения являются нарушением структуры соединительной ткани и приводят к расстройству гомеостаза, который способствует развитию морфофункциональных нарушений со стороны висцеральных и локомоторных органов [7].

На втором этапе после проведения ЭхоКГ среди обследуемых групп были выявлены следующие проявления ДСТ, которые представлены в таблице 2.

Исходя из полученных данных следует, что среди кардиальных проявлений ДСТ у детей с ЮРА чаще других встречается дополнительная эктопическая хорда левого желудочка. Данное наблюдение высказывается и в работах

Таблица 1
Проявления дисплазии со стороны ЖКТ в исследуемых группах, выявленные с помощью ультразвукового сканирования брюшной полости

Патологические изменения	Группы исследуем	Значения	
жкт	І группа, ЮРА	II группа, ВСД	<b>p</b> χ2
Дуоденогастральный рефлюкс	8 (30,7)	1 (3,8)	p < 0,05
Перегиб желчного пузыря	11 (42,3)	2 (7,6)	p < 0,05
Гастроэзофагеальный рефлюкс	2 (7,6)	2 (7,6)	p < 0,05
Колоноптоз	2 (7,6)	1 (3,8)	p > 0,05
Долихосигма	3 (11,5)	3 (11,5)	p > 0,05

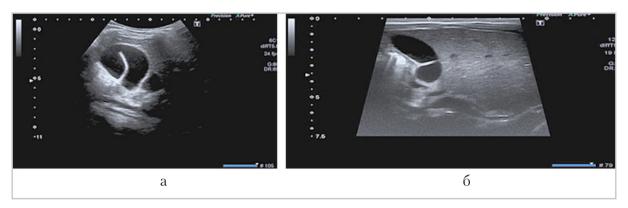


Рис. Сонограммы вариантов перегибов желчного пузыря у детей с ювенильным ревматоидным артритом: a — ребенок 6 лет;  $\delta$  — ребенок 10 лет

Таблица 2 Основные кардиальные дисплазии соединительной ткани у детей в исследуемых группах, выявленные с помощью ЭхоКГ

Кардиальные проявления	Группы исследуем	Значения	
дст	І группа, ЮРА	II группа, ВСД	<b>p</b> χ2
Пролапс митрального клапана 1–2-й степени	4 (22,2)	2 (11,1)	p > 0,05
Дополнительная эктопическая хорда левого желудочка	11 (61,1)	3 (16,6)	p < 0,05
Дополнительная эктопическая хорда правого желудочка	1 (5,5)	2 (11,1)	p > 0,05

других исследователей, однако процентное распределение показателей несколько отличается, с преобладанием среди кардиальных дисплазий ПМК [2; 3].

Схожая частота ПМК у детей с ЮРА (29,4%) была представлена в работе Л. А. Кутузова (2009) [3]. Однако ДХЛЖ в проведенном исследовании встречалась в 1,5–2 раза чаще по сравнению с результатами других исследователей в 2009 и 2013 годах [3, 9]. Таким образом, за последние 10 лет можно говорить об увеличении частоты проявлений кардиальных дисплазий у детей с ювенильным ревматоидным артритом.

Учитывая тот факт, что висцеральные и кардиальные проявления ДСТ приводят к развитию хронических забо-

леваний желудочно-кишечного тракта и сердечно-сосудистой системы в старшем возрасте, многие исследователи рекомендуют включать в план обследования детей с ЮРА эхокардиографию и ультразвуковое исследование органов брюшной полости в динамике [2, 5, 9]. Данные методы позволят достичь максимально раннего выявления нарушений функций внутренних органов и провести профилактику развития осложнений у детей с ювенильным ревматоидным артритом.

# Выводы

1. Ведущими проявлениями ДСТ со стороны ЖКТ у детей с ЮРА являются: дуоденогастральный реф-

- люкс, гастроэзофагеальный рефлюкс и перегиб желчного пузыря.
- 2. Одним из ведущих кардиальных проявлений ДСТ у детей с ЮРА является дополнительная эктопическая хорда левого желудочка.

# Список литературы

- Акатова Е. В., Вершинина М. В., Викторова И. А. и др. Национальные рекомендации Российского научного медицинского общества терапевтов по диагностике, лечению и реабилитации пациентов с дисплазиями соединительной ткани // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11. № 1. С. 8.
- 2. Арсентьев В. Г. Дисплазии соединительной ткани как конституциональная основа полиорганных нарушений у детей: Автореф. дис. ... докт. мед. наук. М.: Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И. П. Павлова, 2013. 14–16 с.
- 3. *Кутузова Л. А.* Синдром недифференцированной дисплазии соединительной ткани у больных ЮРА // Таврический медико-биологический вестник 2009. Т. 12. № 4 (48). С. 69–70.
- 4. *Макаров С. Ю.* Особенности клиники ювенильного артрита у детей с дисплазией соединительной ткани // Вестник совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2017. Т. 2. № 2 (17). С. 73.
- 5. Нечаева Г. И., Семенова Е. В. Сердечно-сосудистые риски у пациентов с системными заболеваниями соединительной ткани: возможности улучшения прогноза // Лечащий врач. 2017. № 6 (17). С. 10.
- 6. Иванова И. И., Гнусаев С. Ф., Апенченко Ю. С. и др. Особенности проявления

- заболеваний пищеварительного тракта у детей с дисплазией соединительной ткани // Вопросы современной педиатрии. 2012. № 11 (5). С. 50–55.
- 7. *Станжкина С. Н., Егорова Э. Е.* Статистика заболеваемости дисплазией соединительной ткани // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 6.
- 8. Чижевская И. М., Беляева Л. М. Состояние органов пищеварения у детей с системными заболеваниями соединительной ткани // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2020. № 65 (1). С. 65–70.
- 9. *Гнусаев С. Ф., Федерякина О. Б., Капустина Л. В. и др.* Тактика ведения детей с дисплазией соединительной ткани сердца // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2011. № 56 (6). С. 41–46.
- 10. *Кадурина Т. И., Гнусаев С. Ф. и др.* Наследственные и многофакторные нарушения соединительной ткани у детей. Алгоритмы диагностики, тактика ведения // Педиатрия. Журнал имени Г. Н. Сперанского. Приложение. 2014. № 93 (5). С. 7.
- 11. Boyarchuk O. R. Features of heritable disorders of connective tissue in children with an acute rheumatic fever and rheumatoid heart disease. Reumatologia. 2020. № 58 (1). P. 21–25.
- 12. *Gurion R., Lehman T. J. A., Moorthy L. N.* Systemic Arthritis in Children: A Review of Clinical Presentation and Treatment // International J.of Inflammation. 2012. Article ID 271569, 16 p. https://doi.org/10.1155/2012/271569

### References

1. Akatova E. V., Vershinina M. V., Viktorova I. A. et al. The National recommendations of the Russian Scientific Society of internal

- medicine for diagnostics, treatment and rehabilitation of patients with connective tissue dysplasia. Medicinskii vestnik Severnogo Cavkaza, 2016. T. 11 No. 1 P. 8 (in Russian).
- 2. Arsentiev V. G. Connective tissue dysplasia as the constitutional basis of the multiple organ disorders in children. Autoref. dis. ... doc. med. sci. M.: St. Petersburg State Medical University named after academician I. P. Pavlov, 2013. P. 14–16 (in Russian).
- 3. *Kutuzova L. A.* The syndrome of not differentiated connective tissue dysplasia in patients with JuRA. Tavricheskiy medico-biologicheskiy vestnik. 2009. T. 12 No. 4 (48). P. 69–70 (in Russian).
- 4. *Makarov S. Yu.* The peculiarities of clinics of juvenile arthritis in children with connective tissue dysplasia. Vestnik soveta molodykh uchonykh i spetsialistov chelyabinskoy oblasti. 2017. T. 2 No. 2 (17). P. 73 (in Russian).
- 5. Nechaeva G. I., Semenova E. V. Cardiovascular risks in patients with systemic connective tissue diseases: the possibility of improving the prognosis. Lechashchiy vrach. 2017. No. 6 (17). P. 10 (in Russian).
- 6. *Ivanova I. I.*, *Gnusaev S. F.*, *Apenchenko Yu. S. et al.* The peculiarities of digestive tract disorders in children with connective tissue dysplasia (in Russian). Voprosy sovremennoi pediatrii, 2012. No. 11 (5). P. 50–55 (in Russian).

- 7. *Styazhkina S. N., Egorova E. E.* The morbidity statistics of connective tissue dysplasia. Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik, 2016. No. 6 (in Russian).
- 8. Chizhevskaya I. M., Belyaeva L. M. The state of the digestive system in children with systemic connective tissue diseases. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii. 2020. No. 65(1). P. 65–70 (in Russian).
- 9. *Gnusayev S. F., Federyakina O. B., Kapustina L. V. et al.* The management of children patients with cardial connective tissue dysplasia. Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii. 2011. No. 56 (6). P. 41–46 (in Russian).
- 10. *Kadurina T. I., Gnusaev S. F. et. al.* The hereditary and multifactorial disorders of connective tissue in children. Diagnostic algorithms, management tactics. Pediatrics. Journal named after G. N. Speransky. Application. 2014. No. 93 (5). P. 7 (in Russian).
- 11. Boyarchuk O. R. The features of heritable disorders of connective tissue in children with an acute rheumatic fever and rheumatoid heart disease. Reumatologia. 2020. No. 58 (1). P. 21–25.
- 12. Gurion R., Lehman T. J. A., Moorthy L. N. Systemic Arthritis in Children: A Review of Clinical Presentation and Treatment // International J.of Inflammation. 2012. Article ID 271569, 16 p. https://doi.org/10.1155/2012/271569

### Сведения об авторах

**Черкасова Ирина Алексеевна,** аспирант, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России.

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (904) 009-40-71. Электронная почта: ira-dogma@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-7690-1601

**Cherkasova Irina Alekseevna,** post-graduate student, assistant of the Department of Radiation Diagnostics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Tver State Medical University, Ministry of Health of Russia.

### Оригинальные статьи Original articles

Address: 4, ul. Sovetskaya, Tver, Russia, 170100. Phone number: +7 (904) 009-40-71. E-mail: ira-dogma@mail.ru ORCID.org/0000-0002-7690-1601

**Лаврова Екатерина Андреевна,** кандидат медицинских наук, доцент кафедры педиатрии ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минэдрава России.

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (980) 641-76-11. Электронная почта: kat.lavrova@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-9230-7955

Lavrova Ekaterina Andreevna, Ph. D. Med., Associate Professor of the Department of Pediatrics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Tver State Medical University, Ministry of Health of Russia. Address: 4, ul. Sovetskaya, Tver, Russia, 170100.

Phone number: +7 (980) 641-76-11. E-mail: kat.lavrova@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-9230-7955

Юсуфов Акиф Арифович, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России, заведующий отделением лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения Тверской области «Детская областная клиническая больница».

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (960) 711-91-61. Электронная почта: usufov@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-9404-6768

**Yusufov Akif Arifovich,** M. D. Med., Head of the Radiology Department of the Federal State budgetary institution of higher education Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Head of the radiology department of the State budgetary institution of health care of the Tver region «Regional Pediatrics Clinical Hospital». Address: 4, ul.. Sovetskaya, Tver, 170100, Russia.

Phone number: +7 (960) 711-91-61. E-mail: usufov@yandex.ru.

ORCID.org/0000-0002-9404-6768

**Плюхин Алексей Александрович,** ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России.

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (904) 005-22-55. Электронная почта: dr-plyukhin@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-6949-8992

**Plyukhin Aleksey Aleksandrovich,** assistant of the Department of Radiation Diagnostics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Tver State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia. Address: 4, ul. Sovetskaya, Tver, Russia, 170100.

Phone number: +7 (904) 005-22-55. E-mail: dr-plyukhin@yandex.ru.

ORCID.org/0000-0001-6949-8992

# Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 16.06.2021 г.

Дата одобрения после рецензирования: 17.06.2021 г.

Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.



Премиальная ультразвуковая диагностическая система для кардиологии нового поколения Philips EPIQ CVx<sup>1</sup> – это сочетание достоверной клинической информации, высокой производительности и упрощения рабочего процесса, которые способствуют уверенности врача в принятии решений в ходе ультразвуковых исследований в детской и взрослой кардиологии, в том числе пренатальной, а также при интервенционных вмешательствах.

- Монокристаллический датчик S9-2 создан специально для педиатрических пациентов. Угол обзора 120° позволяет визуализировать сразу правые и левые камеры сердца, а специальный пресет и высокочувствительный цветной допплер делают возможным визуализацию коронарных артерий.
- Педиатрический трансторакальный матричный датчик X7-2 позволяет проводить 3D ЭхоКГ у самых маленьких пациентов. Подходит для проведения как рутинной ЭхоКГ, так и предоперационного планирования.
- Датчик S12-4, разработанный для маловесных и недоношенных детей, за счет минимальной контактной поверхности позволяет проводить исследования пациентам менее 700 г.
- С датчиками S8-3t и S7-3t доступно проведение чреспищеводных исследований пациентам от 2.5 кг.

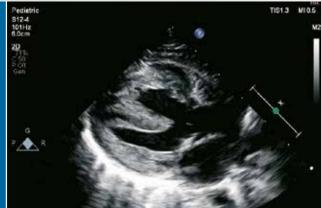
Переходите на новый уровень диагностики в детской кардиологии вместе с EPIQ CVx!

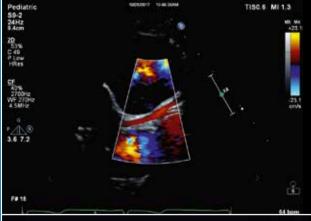
<sup>1</sup> РУ № РЗН 2014/2234 «Система ультразвуковая диагностическая EPIQ с принадлежностями», вариант исполнения EPIQ. EPIQ CVX является наименованием конфигурации, используемым в маркетинговых целях для варианта исполнения EPIQ.

### Узнайте больше:



www.philips.ru/epiq-cvx







Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



### ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзор литературы. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-100-114

# Современные представления о возможностях ультразвукового метода в диагностике перинатальных артериальных ишемических инсультов (обзор литературы с собственными наблюдениями)

Ю. К. Быкова\*, 1, 2, Л. В. Ушакова¹, Е. А. Филиппова¹, 2, А. Б. Сугак¹, К.В. Ватолин², В. Г. Быченко¹, В. В. Зубков¹, И. А. Суворов¹

<sup>1</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, Москва <sup>2</sup>ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

# Реферат

Вопросы ранней диагностики перинатального артериального инсульта (ПАИИ) продолжают обсуждаться в отечественной и в зарубежной литературе. Наряду с МРТ выявить очаги ишемии разной локализации и размеров у новорожденных позволяет ультразвуковой метод. При УЗИ нами было выявлено 29 случаев ПАИИ разной локализации у детей разного гестационного и постнатального возраста. Анализ собственных и литературных данных показал, что до 32-й недели гестационного развития АИИ развиваются в лентикулостриарном бассейне, а в более поздние сроки — в корковоподкорковой области. Диагностические возможности УЗИ при ПАИИ можно существенно расширить, применяя ультразвуковое дуплексное сканирование сосудов головного мозга. Наши наблюдения показали, что характер изменений допплерографических показателей зависит от локализации пострадавшего сосудистого бассейна и от давности цереброваскулярных нарушений.

Ключевые слова: перинатальный инсульт, ультразвуковая диагностика, неонатология.

\* Быкова Юлия Константиновна, кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В. И. Кулакова» Минздрава России, врач и научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00 Электронная почта: yulia.bykova@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-2423-9123

**Bykova Yulia Konstantinovna,** Ph. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V.I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, doctor and researcher of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail: yulia.bykova@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-2423-9123

© Ю. К. Быкова, Л. В. Ушакова, Е. А. Филиппова, А. Б. Сугак, К. В. Ватолин, В. Г. Быченко, В. В. Зубков, И. А. Суворов.

#### THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Literature review.

# Ultrasound in the Diagnosis of Perinatal Ischemic Strokes (Literature Review with Their Own Clinical Observations)

Yu. K. Bykova\*, 1, 2, L. V. Ushakova¹, E. A. Filippova¹, 2, A. B. Sugak¹, K. V. Vatolin², V. G. Bychenko¹, V. V. Zubkov¹, 2, A. Suvorov¹

### **Abstract**

The issues of early diagnosis of perinatal arterial stroke (PAII) continue to be discussed in the domestic and foreign literature. Along with MRI, the ultrasound method allows to identify foci of ischemia of different localization and sizes in newborns. During ultrasound, we identified 29 cases of PAIA of different localization in children of different gestational and postnatal age. Analysis of our own and published data showed that up to 32 weeks of gestational development, AII develops in the lenticular-striar basin, and later in the cortical-subcortical region. Diagnostic capabilities of ultrasound in PAII can be significantly expanded by using ultrasound duplex scanning of brain vessels. Our observations showed that the nature of changes in Doppler parameters depends on the localization of the affected vascular basin and on the duration of cerebrovascular disorders.

**Key words:** perinatal stroke, ultrasound diagnostics, neonatology.

# Актуальность

В современной неонатологии тема перинатальных инсультов остается актуальной и не до конца изученной. Их клинические проявления варьируют от неспецифических симптомов до выраженных неврологических нарушений, поэтому своевременная диагностика невозможна без методов нейровизуализации [1-4, 6, 11, 12, 14-16]. Наиболее точным и надежным методом диагностики острого перинатального инсульта является МРТ. Но МРТ требует транспортировки и седации новорожденного, что не всегда осуществимо при его тяжелом состоянии [2, 7, 10, 11, 13]. Поэтому при подозрении на перинатальный инсульт в первую очередь проводят ультразвуковое исследование (УЗИ) головного мозга, которое является более распространенным и доступным методом. На сегодняшний день доказано, что УЗИ информативно для диагностики перинатальных инсультов и имеет достаточно высокую чувствительность (79–95 % для врача-эксперта и 61-83 % для неэкспертного исследователя) [1, 2, 5, 7, 9, 15]. Изучение перинатальных ишемических инсультов в Национальном медицинском исследовательском центре акушерства, гинекологии и перинатологии имени В. И. Кулакова проводится с 2015 года [1, 2]. За этот период мы выявили 29 случаев ПАИИ и сопоставили наши наблюдения с литературными данны-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow

ми. Верификация с данными MPT мозга была проведена 25 детям.

Понятие «перинатальный инсульт» включает в себя группу цереброваскулярных заболеваний, которые возникают в период с 20-й нед внутриутробной жизни плода по 28-й день послеродовой жизни и приводят к образованию очагового инфаркта, подтвержденного методами нейровизуализации или патоморфологически. Подобно инсульту в других возрастных группах, перинатальный инсульт может быть ишемическим или геморрагическим. По мнению E. S. Roach и соавт. (2008), до 80 % перинатальных инсультов являются ишемическими, остальные 20 % — геморрагическими. Перинатальный ишемический инсульт, в свою очередь, подразделяется на перинатальный артериальный ишемический инсульт (АИИ) и неонатальный церебральный синовенозный тромбоз.

Частота острого АИИ составляет примерно 1 случай на 4000-5000 доношенных новорожденных. Причиной перинатального АИИ может быть тромбоз, эмболия, артериальная диссекция, вазоспазм и др. В зависимости от сроков возникновения выделяют фетальный (антенатальный), неонатальный (постнатальный) и «предполагаемый перинатальный» АИИ [3, 6, 12, 14, 16]. При любом типе перинатального АИИ наиболее часто встречается односторонний инфаркт, возникающий в левом полушарии (58-64 %), в бассейне средней мозговой артерии (CMA) (75–90 %). Левое полушарие чаще подвергается эмболическим поражениям из-за того, что путь к нему от сердца является более прямым и коротким, так как левая общая сонная артерия отходит непосредственно от дуги аорты. АИИ может развиться в бассейне корковых ветвей с образованием очагов корково-подкорковой локализации и в бассейне лентикулостриарных артерий с образованием очагов в зрительном бугре или в базальных ядрах [3, 6, 11, 12, 14, 15].

Окклюзия ветвей мозговых артерий приводит к ишемическому повреждению дистальных отделов паренхимы мозга. Патоморфологические изменения при перинатальном АИИ протекают в несколько стадий [2, 9, 13].

<u>Первая стадия</u> — развитие цитотоксического отека. В пораженной артерии кровоток может быть снижен в течение нескольких часов.

Вторая стадия развивается через 6 часов, характеризуется вазогенным отеком и коагуляционным некрозом. Сопровождается реперфузией ишемизированного участка через реканализированную артерию или через анастомозы. Патоморфологические изменения второй стадии наиболее выражены на 2–4-й день после развития инсульта.

<u>Третья стадия</u> — организация инфаркта — начинается с 3-го дня, длится до 6 недель. В это время происходят глиоз, распад миелина, образование микрокист, неоваскуляризация и нейрогенез. При тотальном некрозе может произойти центральное разжижение ишемизированного участка с последующим образованием кисты.

<u>Четвертая стадия</u> начинается со 2-го месяца от начала заболевания и характеризуется потерей ткани в пострадавшем полушарии.

Локализация ишемического очага и давность его возникновения определяют характер изменений в ультразвуковой картине мозга и выраженность неврологических нарушений. Поэтому диагностические критерии разных типов АИИ существенно различаются.

Неонатальный артериальный ишемический инсульт развивается в период между рождением и 28-м днем жизни и может возникнуть у детей, родившихся в любом гестационном возрасте [2, 6, 11, 12, 14–16].

Неонатальный АИИ мы наблюдали у 12 доношенных и 6 недоношенных новорожденных.

У доношенных детей АИИ чаще всего возникал на 2-3 сут жизни, клинически проявлялся судорожным синдромом, двигательными нарушениями и синдромом угнетения функции ЦНС. При УЗИ выглядел как неоднородная зона умеренно повышенной эхогенности в корково-подкорковой области в бассейне поверхностных ветвей СМА (рис. 1,  $a - \epsilon$ ). Размеры ишемических очагов очень вариабельны, могут занимать небольшой участок в пределах одной доли или распространяться на несколько долей в зависимости от уровня артериальной окклюзии и состояния коллатерального кровотока. Контуры ишемических очагов нечеткие, поэтому точно измерить их и оценить размеры в динамике при УЗИ было очень сложно.

Очаг ишемии у доношенных новорожденных с АИИ на УЗИ выявляется более чем в 80 % наблюдений, но с задержкой в несколько дней [1, 2, 15].

Таким образом, в течение 1–2 дней от начала заболевания ишемический очаг при УЗИ не виден. И только к началу 3-го дня заболевания при УЗИ начинает проявляться зона ишемии в виде неоднородного очага повышенной эхогенности. Несмотря на это, ультразвуковой метод даже в первые часы после манифестации неонатального АИИ может быть информативен при использовании допплерографии [1, 2, 5].

Дуплексное сканирование сосудов головного мозга с 1-го дня заболевания выявляло локальные изменения кровотока в пораженном полушарии. При импульсной допплерографии на стороне инсульта отмечалось увеличение скорости кровотока и в систолу, и в диастолу, а также снижение периферического сопротивления в СМА. Эти изменения кровотока указывают на вазодилатацию и гиперперфузию в пораженном сосудистом бассейне, что характерно для реперфузии во вторую фазу инсульта.

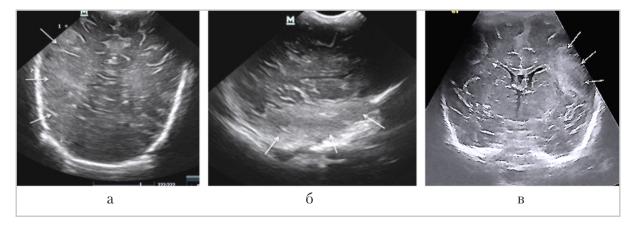


Рис. 1. Эхограммы головного мозга. Неонатальный артериальный ишемический инсульт у доношенных детей: a — зона повышенной эхогенности в теменно-затылочной области; b — неоднородная зона повышенной эхогенности в лобной доле

В непострадавшем полушарии показатели гемодинамики в СМА оставались в пределах нормы, т. е. скорости кровотока были ниже, а периферическое сопротивление выше, чем на стороне инсульта (рис. 2, a-s). Таким образом, отмечалась асимметрия кровотока по СМА за счет усиления кровотока в пострадавшем сосудистом бассейне.

Кроме признаков вазодилатации ствола СМА в режиме цветового допплеровского картирования (ЦДК), в зоне ишемии у большинства детей отмечалось усиление васкуляризации, обусловленное расширением мелких ветвей СМА. При импульсной допплерографии в этих мелких артериях выявлялось низкое периферическое сопротивление (рис.  $3, a, \delta$ ).

Состояние гемодинамики в пораженном сосудистом бассейне менялось во времени. На 3–5-й день от начала заболевания вазодилатация СМА сменялась вазоспазмом. Периферическое сопротивление в стволе СМА на сторо-

не инсульта повышалось, становилось выше, чем в здоровом полушарии, скорость кровотока снижалась, особенно в диастолу. Расширение мелких ветвей СМА в зоне инсульта могло сохраняться еще в течение нескольких дней. Вазоспазм СМА на стороне инсульта сохранялся длительно, нередко до 3-4 месяцев (рис. 4, a-6).

Эхографическая картина ишемического очага тоже меняется в динамике. По нашим наблюдениям, у 7 детей (60%) в возрасте 1,5–2 месяцев УЗИ не выявило очаговых изменений в паренхиме мозга. Из них у 2 детей (16%) отмечалось небольшое расширение бокового желудочка в пострадавшем полушарии. При этом на МРТ в области перенесенного инсульта выявлялись очаги глиоза, которые при УЗИ невозможно было отличить от здоровых тканей мозга (рис. 5,  $a, \delta$ ).

В 5 наблюдениях (40 %) на месте ишемического очага к концу 1-го месяца жизни формировались кистозные

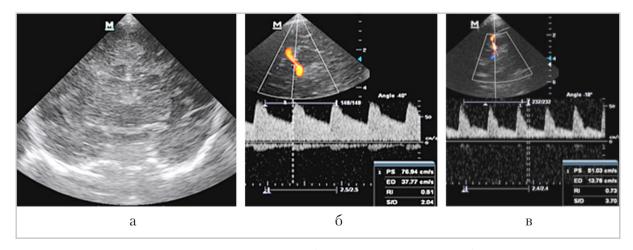


Рис. 2. Эхограмма (a) и допплерограммы (b, b) головного мозга ребенка Ж., 38 недель гестации, 2-е сутки жизни. Выраженная асимметрия кровотока по средней мозговой артерии (CMA): a — эхограмма мозга в коронарном сечении (очаговых изменений нет); b — допплерограмма кровотока по CMA слева (на стороне инсульта) — b = 0,51 (снижен), b = 77 см/с и b = 38 см/с (повышены); b — допплерограмма кровотока по CMA справа — b = 0,73 (норма), b = 51 см/с и b = 14 см/с (b норме)

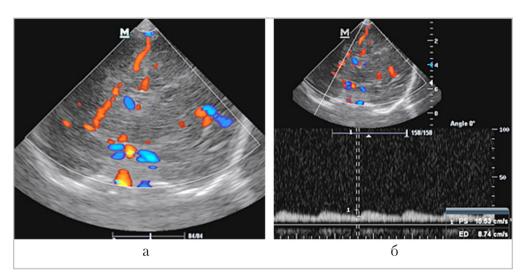


Рис. 3. Эхограммы головного мозга ребенка Ж., 38 недель гестации, 2-е сут жизни: a — режим ЦДК: в паренхиме левого полушария определяются расширенные сосуды;  $\delta$  — допплерограмма кровотока в расширенных сосудах, артериальный кровоток с низким периферическим сопротивлением

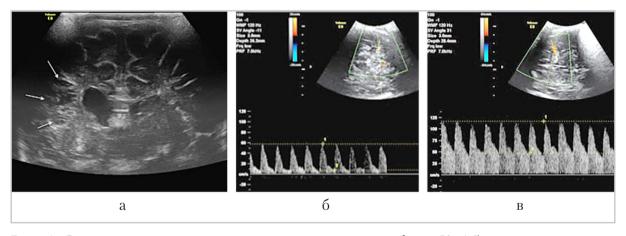


Рис. 4. Эхограмма и допплерограммы головного мозга ребенка К., 1,5 мес: a — эхограмма головного мозга, коронарное сечение. В левом полушарии обширная зона кистозной дегенерации, расширение бокового желудочка слева;  $\delta$  — допплерограмма кровотока по средней мозговой артерии (СМА) слева — RI = 0,75 (повышен), Vs = 94 см/с и Vd = 23 см/с;  $\epsilon$  — допплерограмма кровотока по СМА справа — RI = 0,67 (норма), Vs = 113 см/с (N), Vd = 37 см/с

полости (рис. 4, 7). При повторных исследованиях зоны кистозной дегенерации становились меньше, в пораженном полушарии развивались атрофические изменения в виде прогрессирующего асимметричного расширения ликворной системы на стороне поражения. При

больших размерах ишемического очага в отдаленном периоде отмечалось объемное уменьшение пораженного полушария со смещением срединных структур (рис.  $6, a - \theta$ ).

К неонатальному АИИ у недоношенных детей относят очаговый АИИ,

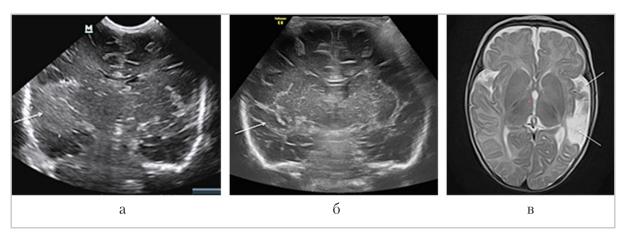


Рис. 5. Эхограммы и MP-томограмма головного мозга ребенка У.: a — эхограмма мозга на 5-е сутки жизни: в височной области слева обширная зона повышенной эхогенности;  $\delta$  — эхограмма мозга в 2 мес — очаговых изменений в паренхиме не выявлено, ликворная система не расширена;  $\delta$  — магнитно-резонансная томограмма в 4 мес: в корково-подкорковых отделах височной области слева кистозно-глиозные очаги

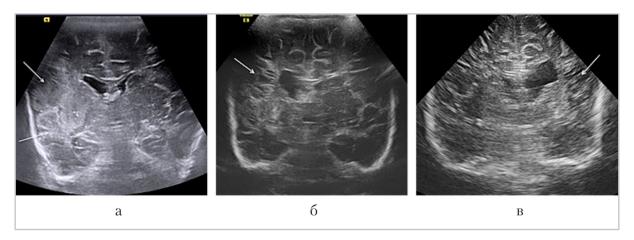


Рис. 6. Эхограммы головного мозга ребенка К.: a — эхограмма мозга на 11-е сутки жизни (4-й день после манифестации инсульта): обширная зона повышенной эхогенности;  $\delta$  — эхограмма мозга в 1,5 мес: кистозная дегенерация ишемического очага в лобно-теменно-затылочной области слева, расширение левого бокового желудочка и межполушарной щели;  $\epsilon$  — эхограмма мозга в 5 мес: зона кистозной дегенерации в лобно-теменно-затылочной области слева стала меньше, увеличилось расширение левого бокового желудочка, отмечается смещение срединных структур справа налево за счет объемного уменьшения левого полушария

возникший у новорожденного в период с момента рождения до 44-й нед постконцептуального возраста (до 28-го дня скоррегированного возраста) [3, 4, 8, 12, 16]. Клинически АИИ у недоношенных могут проявляться судорогами и апноэ.

Но эти симптомы крайне неспецифичны и часто наблюдаются при респираторном дистресс-синдроме, внутрижелудочковых кровоизлияниях, перивентрикулярной лейкомаляции и др. Поэтому неонатальные инсульты у недоношенных

диагностируются именно при УЗИ головного мозга. Чаще всего выявляются лентикулостриарные инфаркты, которые развиваются у новорожденных со сроком гестации 28—32 нед. Корковые инфаркты у недоношенных встречаются редко, характерны для детей с гестационным возрастом более 33 недель при одноплодной беременности [4, 7, 8].

Из 6 АИИ у недоношенных детей лентикулостриарные инфаркты составили 83 % (n = 5), кортикальный инфаркт был выявлен в 1 случае (17 %). Лентикулостриарные инфаркты были хорошо видны при УЗИ, так как они располагались центрально, в проекции базальных ганглиев или в паренхиме зрительных бугров и были более эхогенными по сравнению с кортикальными инфарктами (рис. 7, а, б). Допплерография в режиме ЦДК и в энергетическом режиме выявляла гиперваскуляризацию в зоне свежего инсульта, которая указывала на локальный вазопарез лентикулостриарных артерий [1, 2] (рис. 7, e).

При импульсной допплерографии у недоношенных детей с лентикулостриарным инфарктом асимметрия кровотока по СМА не выявлялась, периферическое сопротивление СМА чаще всего было повышено с двух сторон. Данные дуплексного сканирования доказывали вовлеченность в ишемическое поражение исключительно лентикулостриарных артерий без поражения основного ствола СМА.

Кортикальные АИИ у недоношенных иногда выявляются только в кистозной фазе. Характерным отличием таких инфарктов от кистозной стадии перивентрикулярной лейкомаляции (ПВЛ) является односторонняя локализация кист, соответствующая артериальному бассейну СМА (рис. 8).

ПВЛ в отличие от ишемического инфаркта характеризуется двухсторонним поражением, не ограниченным территорией СМА [5].

Фетальный (антенатальный) АИИ развивается в период с 20-й недели бере-

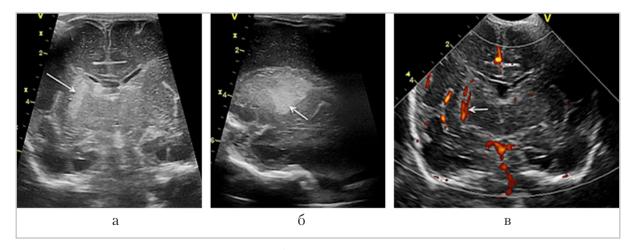


Рис. 7. Эхограммы головного мозга ребенка И., 32 нед гестации, 3-и сут, УЗИ головного мозга в 1-е сут жизни патологии не выявило: a — эхограмма головного мозга, коронарное сечение, очаг повышенной эхогенности в проекции базальных ганглиев слева;  $\delta$  — эхограмма головного мозга, парасагиттальное сечение, очаг повышенной эхогенности в проекции базальных ганглиев;  $\epsilon$  — режим энергетического допплера — усиление кровотока и расширение лентикулостриарных артерий в очаге ишемии



Рис. 8. Эхограмма головного мозга ребенка Т., 26 нед гестации, 2,5 мес (скоррегированный возраст 36 нед). Обширная зона кистозной дегенерации в бассейне левой СМА

менности до момента рождения ребенка. Как правило, он выявляется в первые дни жизни ребенка при скрининговом УЗИ мозга и не сопровождается очаговой неврологической симптоматикой [1, 2, 6, 12, 14].

Ишемические очаги при фетальном АИИ чаще всего располагаются в проекции подкорковых ядер или в зрительных буграх, т. е. в бассейне лентикулостриарных артерий (рис. 9, a - в), корковые антенатальные инфаркты встречаются реже (рис.  $10, a, \delta$ ).

Фетальный АИИ был выявлен у 6 детей: лентикулостриарные инфаркты составили 83 % (n = 5), корковый инфаркт — 17 % (n = 1). При УЗИ фетальный АИИ виден как зона повышенной эхогенности в проекции базальных ганглиев или зрительных бугров.

У большинства детей с антенатальным инсультом при дуплексном сканировании сосудов головного мозга

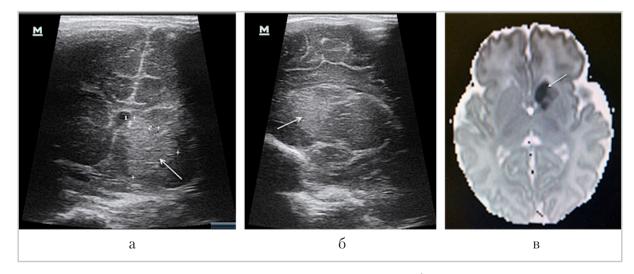


Рис. 9. Эхограммы и MP-томограмма головного мозга ребенка М., 38 нед гестации, 2-е сут жизни. Антенатальный артериальный ишемический инсульт. a — эхограмма головного мозга, коронарное сечение, очаг повышенной эхогенности в проекции базальных ганглиев (головка хвостатого ядра и бледный шар),  $\delta$  — эхограмма головного мозга, парасагиттальное сечение; в проекции базальных ганглиев слева (головка хвостатого ядра, бледный шар) очаг повышенной эхогенности;  $\epsilon$  — MP-томограмма — ишемический очаг в проекции головки хвостатого ядра

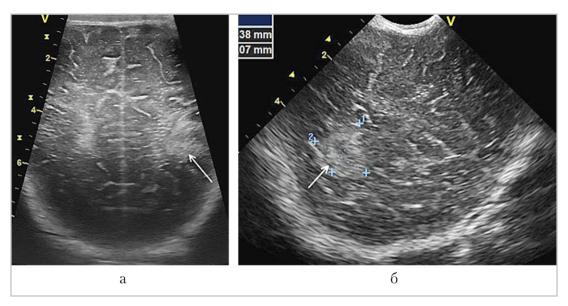


Рис. 10. Эхограммы головного мозга ребенка С., 39 нед гестации, 1-е сут жизни. Антенатальный перинатальный артериальный ишемический инсульт. Очаг повышенной эхогенности в субкортикальных отделах теменной доли слева: a — эхограмма головного мозга в коронарном сечении,  $\delta$  — эхограмма головного мозга в парасагиттальном сечении

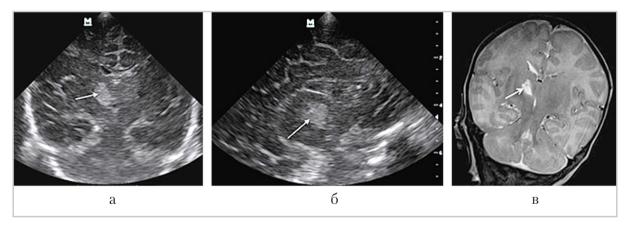


Рис. 11. Эхограммы и MP-томограмма головного мозга ребенка 3., 39 нед гестации, 13-е сут жизни. Антенатальный перинатальный артериальный ишемический инсульт: а — эхограмма головного мозга, коронарное сечение — очаг повышенной эхогенности в проекции зрительного бугра справа;  $\delta$  — эхограмма головного мозга, парасагиттальное сечение, очаг повышенной эхогенности в проекции зрительного бугра справа;  $\delta$  — MP-томограмма головного мозга — киста в проекции правого таламуса в исходе ишемического инсульта

асимметрии кровотока по СМА и гиперваскуляризации в очаге ишемии выявлено не было.

При нейровизуализации антенатальных инсультов встречается несоответствие между УЗ-картиной и данными

МРТ. При УЗИ в области зрительных бугров и/или базальных ганглиев может сохраняться очаг повышенной эхогенности, в то время как при МРТ уже отмечаются кистозные изменения [7] (рис. 11, a - e).

Предполагаемый перинатальный АИИ диагностируется после 28-го дня жизни у детей с очаговым неврологическим дефицитом и хроническим инфарктом в артериальном бассейне, и предполагается, что ишемическое повреждение произошло между 20-й неделей жизни плода и 28-м постнатальным днем, но не было обнаружено в течение этого периода [4, 6, 12, 14]. Предполагаемый перинатальный АИИ чаще всего выявляется после УЗИ головного мозга, выполненного амбулаторно по назначению невролога или при плановом обследовании в 1 месяц. Ультразвуковая картина зависит от степени зрелости ребенка на момент возникновения АИИ и сроков проведения исследования.

Предполагаемый перинатальный инсульт диагностировали у 4 детей: у 1 недоношенного ребенка в проекции зрительного бугра в виде очага повышенной эхогенности и у 3 доношенных детей в бассейне корковых ветвей СМА в виде зоны кистозной дегенерации.

#### Заключение

Различия в УЗ-картине мозга и в допплерографических показателях разных вариантах перинатального ишемического инсульта не являются случайными. Ишемические инсульты, возникшие до 32-й недели гестационного или постконцептуального возраста, формируются в бассейне лентикулостриарных артерий. На более поздних сроках развития инсульты развиваются в бассейне корковых ветвей мозговых артерий. Известно, что коллатеральный кровоток до 32-й недели развития плохо развит в глубоких отделах полушарий, а в более поздние сроки может быть недостаточным в корковых отделах между ветвями передней, средней и задней мозговых артерий. Таким образом, локализация ишемического очага напрямую зависит от зрелости сосудистого русла головного мозга ребенка или плода на момент нарушения мозгового кровотока.

Допплерографические показатели при перинатальном инсульте зависят от стадии ишемического процесса и от уровня окклюзии. Острая фаза ишемического поражения сопровождается локальным вазопарезом, что приводит к увеличению скорости кровотока и снижению периферического сопротивления в пострадавшем сосудистом регионе. При корковых инфарктах в острую фазу эти изменения выявляются в стволе СМА и в ее ветвях. При инфарктах в глубоких отделах полушарий кровоток в стволе СМА не меняется, отмечается только гиперваскуляризация в очаге ишемии за счет вазопареза лентикулостриарных артерий. Подострая и хроническая стадии АИИ сопровождаются вазоспазмом, который проявляется снижением скорости кровотока и повышением периферического сопротивления в стволе СМА при корковом инфаркте, но при инфарктах в глубоких отделах полушарий изменения кровотока в стволе СМА неспецифичны, гиперваскуляризация отсутствует. Таким образом, ультразвуковая допплерография дает информацию об остроте и давности ишемического поражения.

## Список литературы/ References

1. Быкова Ю. К, Ушакова Л. В., Филиппова Е. А., Ватолин К. В., Сугак А. Б., Амирханова Д. Ю., Быченко В. Г., Зубков В. В. Роль ультразвукового метода в ранней диагностике перинатальных ишемических инсультов. Возможности дуплексного сканирования в определении по-

- страдавшего сосудистого региона // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2020. Т. 8. № 1. С. 72–82.
- Bykova Yu. K., Ushakova L. V., Filippova E. A., Vatolin K. V., Sugak A. B., Amirkhanova D. Y., Bychenko V. G., Zubkov V. V. Neonatologija: novosti, mnenija, obuchenie. 2020, No. 1. P. 72-82 (in Russian).
- 2. Ушакова Л. В, Быкова Ю. К., Быченко В. Г., Филиппова Е. А., Струтынская А. Д. Клинико-диагностические критерии перинатального артериального ишемического инсульта у детей // Неонатология: новости, мнения, обучение. 2017. № 4. С. 104–112.
  - *Ushakova L. V., Bykova Yu. K., Bychenko V. G., Filippova E. A., Strutinskaya A. D.* Neonatologija: novosti, mnenija, obuchenie. 2017. No. 4. P. 104–112 (in Russian).
- 3. *Auvin S., Baud O., Biran V.* Neonatal arterial ischemic stroke: Review of the current guidelines. Arch Pediatr. 2017. V. 24. No. 2. P. 180–188.
- Benders M. J. N. L., Groenendaal F., Uiterwaal C. S. P. M., Nikkels P. G. J., Bruinse H. W., Nievelstein R. A. J., De Vries L. S. Maternal and Infant Characteristics Associated With Perinatal Arterial Stroke in the Preterm Infant. Stroke. 2007. V. 38. P. 1759–1765.
- Deeg K. H. Sonographic and Doppler Sonographic Diagnosis of Neonatal Ischemic Stroke. Ultraschall Med. 2017.
   V. 38. No. 4. P. 360–376.
- Dunbar M., Kirton A. Perinatal stroke: mechanisms, management, and outcomes of early cerebrovascular brain injury. Published online. 2018. V. 27. http://dx.doi.org/10.1016/S2352-4642(18)30173-1
- 7. Ecury-Goossen G. M., Raets M. M. A., Lequin M., Feijen-Roon M.; Govaert P., Dudink J. Risk Factors, Clinical Presentation,

- and Neuroimaging Findings of Neonatal Perforator Stroke. Downloaded from http://stroke.ahajournals.org/ by guest. 2015. V. 19.
- 8. Golomb M. R., Garg B. P., Edwards-Brown M., Williams L. S. Very Early Arterial Ischemic Stroke in Premature Infants. Pediatr Neurol. 2008. V. 38. No. 5. P. 329–334.
- 9. Govaert P., Linda S. De Vries. Mac Keith. An Atlas of Neonatal Brain Sonography. 2nd Edition. Press. 2010. P. 419.
- Husson B., Durand C., Hertz-Pannier L. Recommendations for imaging neonatal ischemic stroke. Arch Pediatr. 2017. V. 24. No. 9. P. 19–27.
- 11. *Ilves P., Laugesaar R., Loorits D., Kolk A.* Perinatal stroke: risk factors, clinical and radiological findings presumed. J. Child Neurol. 2016. V. 31. No. 5. P. 621–629.
- 12. Kirton A., Armstrong-Wells J., Chang T., Deveber G. International Pediatric Stroke Study Investigators. Symptomatic Neonatal Arterial Ischemic Stroke: The International Pediatric Stroke Study. Pediatrics. 2011. V. 128. P. 1402–1410.
- 13. Lee S., Mirsky D. M., Beslow L. A. Pathways for neuroimaging of neonatal stroke. Pediatr. Neurol. 2017. V. 69. P. 37–48.
- 14. *Miriam Martinez-Biarge, Donna M. Ferrie*ro, *Frances M. Cowan*. Perinatal arterial ischemic stroke. Handbook of Clinical Neurology. 2019. V. 162. P. 239–266.
- Oliv G., Agut T., Echeverr a-Palacio C. M., Arca G., Garc a-Alix A. Usefulness of Cranial Ultrasound for Detecting Neonatal Middle Cerebral Artery Stroke. Ultrasound Med Biol. 2019. V. 45. No. 3. P. 885–890.
- 16. Raju T. N., Nelson K. B., Ferriero D., Lynch J. K. Ischemic perinatal stroke: summary of a workshop sponsored by the National

Institute of Child Health and Human Development and the National Institute of Neurological Disorders and Stroke. Pediatrics, 2007. V. 120. P. 609–616.

#### Сведения об авторах

**Быкова Юлия Константиновна,** кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В. И. Кулакова» Минздрава России, врач и научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: yulia.bvkova@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-2423-9123

**Bykova Yulia Konstantinovna**, Ph. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, doctor and researcher of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail: yulia.bykova@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-2423-9123

Ушакова Любовь Витальевна, кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. академика В. И. Кулакова» Минздрава России, врач-невролог научно-консультативного педиатрического отделения, научный сотрудник отделения хирургии, реанимации и интенсивной терапии новорожденных.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: u1v@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-9409-5404

**Ushakova Lubov Vitalyevna,** Ph. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, neurologist of the Scientific Advisory Pediatric Department, researcher of the Department of Surgery, resuscitation and Intensive care of newborns. Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail: u1v@bk.ru

ORCID.org/0000-0002-9409-5404

**Филиппова Елена Александровна,** кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, руководитель отдела ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: fla77@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-4964-1736

Filippova Elena Alexandrovna, Ph. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, Head of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail:fla77@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-4964-1736

Ватолин Константин Владимирович, доктор медицинских наук, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, профессор кафедры лучевой диагностики детского возраста.

Адрес: 123995, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1.

Тел: +7 (499) 255-51-06. Электронная почта: k.vatolin@yandex.ru.

**Vatolin Konstantin Vladimirovich,** M.D. Med., Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia, Professor, Children's Radiology Division.

Address: 2/1, ul. Barrikadnaya, Moscow, 123995, Russia.

Phone number: +7 (499) 255-51-06. E-mail: k.vatolin@yandex.ru

Сугак Анна Борисовна, доктор медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отдела ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: sugak08@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-4509-4154

Sugak Anna Borisovna, M. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, Senior Researcher of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail:sugak08@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-4509-4154

**Быченко Владимир Геннадьевич,** кандидат медицинских наук, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, врач-рентгенолог, заведующий отделением лучевой диагностики.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: v\_bychenko@oparina4.ru

ORCID.org/0000-0002-1459-4124

**Bychenko Vladimir Gennadyevich,** Ph. D. Med., National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, Radiologist, Head of the Department of Radiation Diagnostics.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00. E-mail: v\_bychenko@oparina4.ru

ORCID.org/0000-0002-1459-4124

Зубков Виктор Васильевич, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, директор института неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00.

ORCID 0000-0003-4690-6433

**Zubkov Viktor Vasilyevich,** M. D. Med., Professor, National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, Director of the Institute of neonatology and Pediatrics.

Address: 4. ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone: +7 (495) 438-26-00.

ORCID.org/0000-0003-4690-6433

**Суворов Иван Алексеевич,** ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, врач-невролог научно-консультативного педиатрического отделения, научный сотрудник отдела педиатрии Института неонатологии и педиатрии.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-26-00. Электронная почта: iwan.suv@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-1715-6381

**Suvorov Ivan Alexeevich,** National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov, Ministry of Healthcare of Russia, neurologist of the Scientific Advisory Pediatric Department, researcher of the Department of Pediatrics of the Institute of Neonatology.

Address: 4, ul. Akademika Oparina, Moscow, 117997, Russia.

Phone number: +7 (495) 438-26-00. E-mail: iwan.suv@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-1715-6381

## Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 14.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 15.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 30.06.2021 г.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзор литературы. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-115-128

## Лучевая визуализация бронхоэктазов у детей и подростков (обзор литературы с собственными наблюдениями)

#### П. В. Гаврилов

ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Минздрава России, Санкт-Петербург

### Реферат

Своевременное выявление бронхоэктазов у детей имеет важное прогностическое значение. Важность современного выявления бронхоэктазов у детей обусловлена возможной их обратимостью со временем при эффективном лечении, а также рядом существенных различий между бронхоэктазами с дебютом в детском возрасте и дебютом у взрослых, которые могут отражать разные фенотипы бронхоэктазов. У взрослых пациентов с бронхоэктазами, развившимися в детстве, течение патологического процесса более тяжелое и более худший прогноз по сравнению с бронхоэктазами, начавшимися во взрослом возрасте. Европейское респираторное общество в 2020 году предложило новую формулировку термина «бронхоэктаз» у детей и подростков, и в настоящее время под данным термином подразумевается аномальное расширение бронхов при компьютерной томографии (КТ) грудной клетки, которое при раннем обнаружении может быть обратимым. КТ является в настоящее время «золотым стандартом» для подтверждения бронхоэктазов у детей и подростков. Данный метод входит в минимальный набор тестов для детей и подростков с подозрением на бронхоэктазы согласно рекомендациям Европейского респираторного общества. При проведении КТ рекомендовано выполнение непрерывного спирального сканирования с коллимацией 1 мм, исследование проводится без внутривенного контрастирования с возможностью применения низкодозовых протоколов. Для оценки состояния бронхов у детей и подростков необходимо использовать педиатрические критерии

Адрес: 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4.

Телефон: +7 (812) 775-75-55. Электронная почта: spbniifrentgen@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-3251-4084

Gavrilov Pavel Vladimirovich, Ph. D. Med., leading Researcher, Head of the Department of Radiology Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology.

Address: 2-4, Ligovsky pr., St. Petersburg, 191036, Russia.

Phone number: +7 (812) 775-75-55. E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-3251-4084

© П. В. Гаврилов.

<sup>\*</sup> Гаврилов Павел Владимирович, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

бронхо-артериального соотношения (> 0,8). При этом лучевые методы не являются определяющими в установлении причин бронхоэктазов и только в редких случаях позволяют помочь в установлении причин бронхоэктазов. Динамическое наблюдение за бронхоэктазами у детей и подростков определяется индивидуально. Следует рассмотреть возможность повторной компьютерной томографии грудной клетки, чтобы ответить на вопрос, который изменит лечение.

**Ключевые слова:** компьютерная томография органов грудной полости, бронхо-артериальное соотношение, симптом перстня, симптом трамвайных рельсов.

#### THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Literature review.

# Radiology Imaging of Bronchiectasis in Children and Adolescents (Literature Review with Own Observations)

#### P. V. Gavrilov

Saint Petersburg Research Institute of Phthisiopulmonology, Ministry of Healthcare of Russia, Saint Petersburg, Russia

#### **Abstract**

Timely detection of bronchiectasis in children is of great prognostic value. The importance of modern bronchiectasis in children is due to their possible reversibility over time with effective treatment, as well as a number of significant differences between bronchiectasis in childhood and onset in children, which may reflect different phenotypes of bronchiectasis. In adult patients with bronchiectasis that began in childhood, the pathological process has a more severe and worse prognosis compared to bronchiectasis that began in adulthood. In 2020, the European Respiratory Society proposed a new formulation of the terminal «bronchiectasis» for children and adolescents, now this term refers to an abnormal expansion of the bronchi by computed tomography (CT) of the chest, which, if detected early, can be reversible. CT is the true «gold standard» for confirming bronchiectasis in children and adolescents. This method is included in the minimum set of tests for children and adolescents with suspected bronchiectasis according to the recommendations of the European Respiratory Society. When conducting CT, it is recommended to perform a continuous spiral scan with a collimation of 1 mm, the study is carried out without intravenous use using low-dose protocols. To assess the state of the bronchi in children and adolescents, it is necessary to use the pediatric norms of the broncho-arterial ratio (> 0.8). At the same time, radiation methods are not decisive in establishing the causes of bronchiectasis and only in rare cases can help in establishing bronchiectasis. Dynamic observation of bronchiectasis for children and adolescents is determined individually. Consideration should be given to repeat chest computed tomography scans to answer the question that will change treatment.

Key words: Chest Computed Tomography, Broncho-Arterial Ratio, Tram-Track Sign, Signet Ring Sign.

## Актуальность

Под классическим определением бронхоэктазов, согласно глоссарию терминов для торакальной визуализации, составленному Fleischner Society, понимается необратимая локализованная или диффузная дилатация бронхов, обычно в результате хронической инфекции, проксимальной обструкции дыхательных

путей или врожденной бронхиальной патологии [13]. Аналогичное по смыслу определение, в котором под термином «бронхоэктаз» подразумевается локализованное необратимое расширение бронха, сопровождающееся воспалительными изменениями в стенке и окружающей паренхиме и развитием фиброза, дается в клинических рекомендациях по бронхоэктазам у детей, подготовленных Союзом педиатров России [1, 2].

Таким образом, одним из основных критериев для термина «бронхоэктаз» у детей и подростков являлось наличие необратимости изменений с необходимостью дифференциальной диагностики с обратимыми расширениями бронхов при острых инфекционных процессах в легких (так называемой функциональной бронходилатацией). Для этого требуется выполнение как минимум двух компьютерных томографий (КТ), что связано с повышением радиационного воздействия на ребенка.

Учитывая данный фактор, а также то, что при проведении исследований по динамическому наблюдению за бронхоэктазами у детей расширение бронхов полностью исчезало или уменьшалось у части пациентов со средним интервалом в 21 мес, Европейское респираторное общество в 2020 году предложило изменить формулировку термина «бронхоэктаз» у детей и подростков, и в настоящее время под данным термином подразумевается аномальное расширение бронхов при КТ грудной клетки, которое при раннем обнаружении может быть обратимым [7, 11].

Точная распространенность бронхоэктазов в детской популяции достоверно неизвестна и, по данным различных источников, колеблется от 1,5 до 67 на 100 тыс. населения в зависимости от страны и этнической принадлежности. При этом данных об эпидемиологических исследованиях по распространенности бронхоэктазов у детей в Российской Федерации в литературе не найдено [2, 10, 16].

Важность современного выявления бронхоэктазов у детей обусловлена не только обратимостью со временем при эффективном лечении, но и тем, что существует ряд существенных различий между бронхоэктазами с дебютом в детском возрасте и дебютом у взрослых, которые могут отражать разные фенотипы бронхоэктазов. У взрослых пациентов с бронхоэктазами, развившимися в детстве, течение патологического процесса более тяжелое и более худший прогноз по сравнению с бронхоэктазами, начавшимися во взрослом возрасте [2, 14].

Таким образом, своевременное выявление бронхоэктазов у детей имеет важное прогностическое значение.

**Цель:** проиллюстрировать особенности визуализации бронхоэктазов у детей в контексте рекомендаций Европейского респираторного общества.

## Методы визуализации бронхоэктазов

Для визуализации бронхоэктазов могут применяться такие методы лучевой диагностики, как классическая рентгенография легких в передней и боковой проекциях, КТ органов грудной полости и магнитно-резонансная томография органов грудной полости (МРТ).

Однако, согласно данным литературы, рентгенография является достаточно низкоинформативным методом для визуализации бронхоэктазов и преимущественно позволяет увидеть лишь косвенные признаки в виде усиления и деформации легочного рисунка. Необходимость применения данного метода

в российских клинических рекомендациях оценивается как слабая рекомендация [1, 2]. Европейские клинические рекомендации не рассматривают рентгенографию как метод диагностики бронхоэктазов [7].

Учитывая, что, согласно российским клиническим рекомендациям, в критерии качества оказания медицинской помощи входит обязательное выполнение КТ при постановке диагноза бронхоэктазы, в целях снижения лучевой нагрузки целесообразно исключить рентгенографию легких из методов обследования пациентов с подозрением на бронхоэктазы. Исключением может служить лишь техническая невозможность сделать КТ.

В настоящее время появились публикации, посвященные возможностям MPT в диагностике и оценке бронхоэктазов в динамике [8, 12, 18]

К преимуществам MPT относится то, что это метод визуализации без ионизирующего излучения и может отображать морфологические признаки заболеваний легких при более низком пространственном разрешении.

Но недостаточное в диагностическом плане качество изображения на сегодняшний день, долгое время исследования, необходимость проведения анестезиологического пособия у детей младшего возраста не позволяют широко применять данный метод. На сегодняшний день ни один мировой гайдлайн, посвященный бронхоэктазам, у пациентов без муковисцидоза не упоминает МРТ как метод визуализации. И на сегодняшний момент МРТ может быть рекомендована в основном для динамического наблюдения пациентов с муковисцидозом в специализированных центрах [15].

КТ является в настоящее время «золотым стандартом» для подтверждения бронхоэктазов у детей и подростков [1, 2].

Данный метод входит в минимальный набор тестов для детей и подростков с подозрением на бронхоэктазы согласно рекомендациям Европейского респираторного общества. При проведении КТ рекомендовано выполнение непрерывного спирального сканирования с коллимацией 1 мм, исследование проводится без внутривенного контрастирования с возможностью применения низкодозовых протоколов [6, 7].

Показанием к проведению КТ для подтверждения или исключения бронхоэктазов, по данным европейских клинических рекомендаций, является: рецидивирующий (> 3 эпизодов в год) длительный бактериальный бронхит и влажный/продуктивный кашель, не поддающийся лечению в течение четырех недель перорального приема антибиотиков [6, 7].

Российские клинические рекомендации указывают, что заподозрить бронхоэктазы и назначить КТ необходимо в следующих случаях:

- хронический кашель (продуктивный или без мокроты) на протяжении более чем 8 недель;
- персистирующие хрипы в легких, которые невозможно объяснить другими причинами;
- неполное разрешение пневмонии после адекватной терапии или повторные пневмонии одной и той же локализации;
- «астма», торпидная к адекватно назначенной и проводимой терапии;
- наличие респираторных симптомов у детей со структурными и/ или функциональными нарушени-

ями желудочно-кишечного тракта и верхних дыхательных путей;

- кровохарканье [1].

## Комьютерно-томографические признаки бронхоэктазов у детей

При КТ выделяют прямые признаки бронхоэктазов, к которым относятся: расширение диаметра просвета бронхов (увеличение бронхо-артериального соотношения), визуализация бронхов в пределах 1 см от поверхности плевры и отсутствие сужения просвета > 2 см от бифуркации бронха. Также выделяют косвенные признаки в виде утолщения стенки бронхов, визуализации содержимого (слизи) в просвете бронхов и неравномерную пневматизацию легочной ткани в зоне расположения измененных бронхов [1, 2, 5].

Также выделяют два так называемых симптома-«образа», характерных для бронхоэктазов: симптом трамвайных рельсов (Tram-track sign) и симптом перстня (Signet Ring Sign) [19].

Наиболее важным КТ-симптомом для диагностики бронхоэктазов является бронхо-артериальное соотношение (Broncho-arterial ratio). Данное соотношение определяется как соотношение

диаметра внутреннего просвета бронха к наружном диаметру сопровождающей его артерии (рис. 1) и обычно измеряется на уровне от сегментарной до субсегментарной артерии [5, 7].

У детей и подростков среднее значение бронхо-артериального соотношения — 0,6-0,7, а расширением бронха считается увеличение значения бронхо-артериального отношения более 0,8 (у взрослых увеличение бронхо-артериального соотношения > 1 (> 1,5) является признаком бронхоэктазии) [6,7].

Выраженное увеличение бронхо-артериального соотношения приводит к тому, что комбинация из кольцевидной структуры, которая является расширенным бронхом в поперечном сечении и меньшего диаметра прилегающей легочной артерии, напоминает перстень — симптом перстня (Signet Ring Sign) (рис. 2).

Следующим важным признаком бронхоэктаза является отсутствие сужения просвета бронха > 2 см от бифуркации бронха. Данный признак в сочетании с утолщением стенок бронхов представляет собой комбинацию, напоминающую трамвайные пути (рис. 3) — так называемый симптом трамвайных рельсов (Tram-track sign).

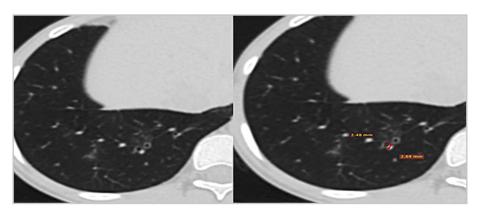


Рис. 1. Фрагменты компьютерных томограмм (аксиальная плоскость, легочное окно) ребенка 16 лет. Отношение диаметра внутреннего просвета бронха к наружном диаметру сопровождающей его артерии -2,48/2,69 = 0,92 (расширение бронха)

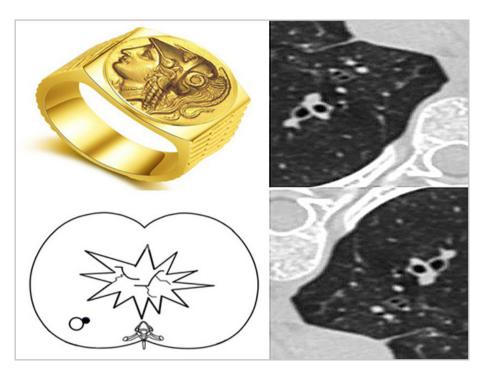


Рис. 2. Изображения, схема и фрагменты компьютерных томограмм в аксиальной плоскости, демонстрирующие расширенный бронх в поперечном сечении и меньшего диаметра прилегающую легочную артерию (симптом перстня)

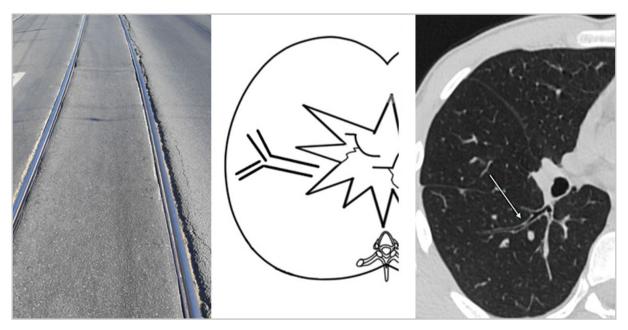


Рис. 3. Изображения, схема и фрагмент компьютерных томограмм в аксиальной плоскости, демонстрирующие симптом трамвайных рельсов (утолщенные стенки бронхов, окружающие воздухсодержащий просвет)

Утолщение стенки бронха — это частый, но не постоянный признак бронхоэктазов. В норме толщина стенки составляет 20–30 % от общего диаметра бронха (рис. 4). Следует отметить, что небольшое утолщение стенки может наблюдаться у здоровых людей, пациентов с бронхиальной астмой и курильщиков [16, 17, 18].

В нашей практике изолированное утолщение стенок бронхов без нарушения бронхо-артериального соотношения у детей и подростков не встречалось.

По скиалогической картине бронхоэктазы разделяют на цилиндрические, варикозные (веретенообразные) и мешотчатые (кистовидные бронхоэктазы) (рис. 5, a- в).

При цилиндрическом типе бронхоэктазов бронх равномерно расширен на всем протяжении. Такая форма бронхоэктазов не способствует скоплению большого количества секрета.

При варикозном (веретенообразном) характере расширения бронха стенка бронха расширяется неравномер-

но с множественными мелкими выпячиваниями.

При мешотчатом (кистозном) характере бронхоэктазов отмечается выраженное расширение просвета бронха, напоминающее шаровидное или овальное полостное образование. Данные бронхоэктазы часто тяжело дифференцировать с полостями (рис. 6), что требует использования многоплоскостных реконструкций и проекции минимальной интенсивности (MinIP). В таких бронхоэктазах часто скапливается секрет и гной с формированием уровней жилкости.

По мере прогрессирования процесса цилиндрические бронхоэктазы на фоне хронических рецидивирующих воспалительных процессов и развития перибронхиального склероза трансформируются сперва в варикозные, а потом в мешотчатые.

Особняком стоят так называемые ателектатические бронхоэктазы, возникающие в зоне частичного или полного ателектаза. Часть авторов выделяют их

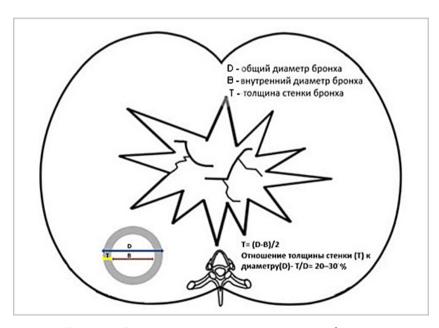


Рис. 4. Схема оценки толщины стенки бронха

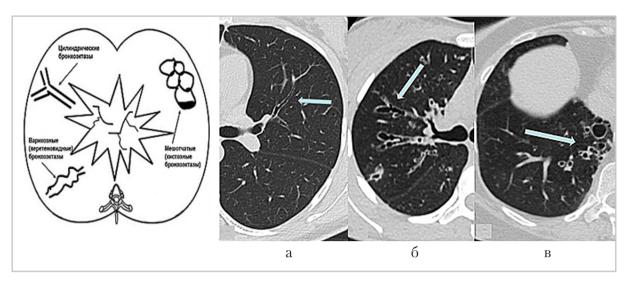


Рис. 5. Схема и фрагменты компьютерных томограмм в аксиальной плоскости, демонстрирующие различные типы бронхоэктазов: a — цилиндрические бронхоэктазы;  $\delta$  — варикозные (веретеновидные) бронхоэктазы;  $\delta$  — мешотчатые (кистозные бронхоэктазы)

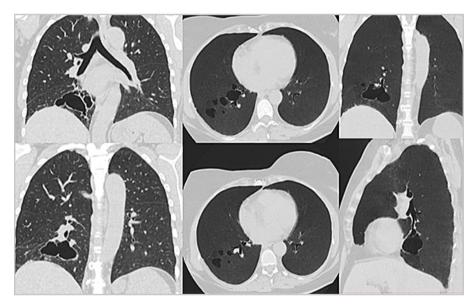


Рис. 6. Компьютерные томограммы в «легочном» окне и с применением проекции минимальной интенсивности, демонстрирующие мешотчатые бронхоэктазы нижней доли правого легкого, симулирующие полость. Применение реконструкций позволяет четко высказаться о характере патологии

как отдельный вид бронхоэктазов [2, 3], но при этом в скиалогической картине ателектазов необструктивного характера присутствует так называемый симптом воздушной бронхографии, то есть само понятие необструктивного ателек-

таза подразумевает визуализацию на его фоне просветов расширенных бронхов.

## Этиология бронхоэктазов у детей

Клинически все бронхоэктазы можно разделить на две большие группы: брон-

хоэктазы как проявление бронхоэктатической болезни и бронхоэктазы, являющиеся проявлением другой патологии (первичная цилиарная дискинезия, пороки развития бронхов и др.).

Следует отметить, что огромное количество этиологических факторов и состояний может являться причинами бронхоэктазов у детей (табл.).

Бронхоэктазы, вызванные различными патологическими состояниями,

практически не отличаются друг от друга. Лучевые методы не являются определяющими в установлении причин бронхоэктазов и только в редких случаях (например, синдром Зиверта — Картагенера) позволяют помочь в установлении причин бронхоэктазов (рис. 7). Также по результатам КТ можно заподозрить некоторые причины бронхоэктазов, например, для нетуберкулезных микобактериозов харак-

## Причины развития бронхоэктазов у детей

Группы патологических процессов	Нозологические формы	
Врожденные структурные	синдром Вильямса — Кэмпбелла	
	синдром Мунье — Куна	
аномалии строения	трахеобронхомегалия	
бронхолегочной системы	трахеомаляция	
	бронхомаляци	
	коклюш	
Инфекционные процессы	корь	
	аденовирусная инфекция	
	бактериальные пневмонии	
	туберкулез	
	нетуберкулезный микобактериоз	
	аллергический бронхолегочный аспергиллез	
Первичные иммунодефицитные состояния	агаммаглобулинемия	
	общий вариабельный иммунодефицит	
	селективная недостаточность иммуноглобулина А	
	селективная недостаточность субклассов иммуно- глобулина G	
	тяжелый комбинированный иммунодефицит, атаксия-телеангиоэктазия (синдром Луи — Барр)	
	синдром Джоба (гипер-IgE-синдром)	
	хроническая гранулематозная болезнь	
	дефицит транспортеров, связанных с презентацией антигенов	
	дефекты комплемента	
Нарушения мукоцилиарного	первичная цилиарная дискинезия (ПЦД)	
клиренса	муковисцидоз	

Группы патологических процессов	Нозологические формы	
Системные заболевания	ревматоидный артрит	
	системная склеродермия	
	рецидивирующий полихондрит	
	синдром Мейенбурга — Альтхерра — Юлингера	
	анкилозирующий спондилит	
	синдромы Элерса — Данло	
	синдром Марфана	
	синдром Янга	
	метафизарная хондродисплазия, тип Мак-Кьюсика	
Обструкция бронха	обструкция бронха, вызванная внешними причинами (лимфаденопатия, аномальный сосуд, опухоль)	
	внутрибронхиальная обструкция инородным телом вследствие аспирации	
	внутрибронхиальная обструкция объемным образованием (опухоль, гранулема и т. д.)	
Идиопатические бронхоэктазы	причины не установлены	



Рис. 7. Аксиальные срезы компьютерных томограмм в легочном окне пациента с синдромом Зиверта — Картагенера. Визуализируются транспозиция внутренних органов (situs viscerum inversus) и множественные мешотчатые бронхоэктазы вследствие аномалии мукоцилиарного клиренса

терно поражение S 4,5 с обеих сторон, а для аллергического бронхолегочного аспергиллеза характерно наличие центральных бронхоэктазов [3, 4].

## Динамическое наблюдение бронхоэктазов у детей

Не существует каких-либо сроков обязательного динамического наблюдения бронхоэктазов у детей и подростков. Решение о повторной компьютерной томографии грудной клетки принимается индивидуально в зависимости от клинического статуса и условий. Европейское респираторное общество рекомендует рассмотреть возможность повторной компьютерной томографии грудной клетки, чтобы ответить на вопрос, который изменит лечение [7].

#### Заключение

Бронхоэктазы у детей в настоящее время — актуальная проблема здравоохранения, поскольку у детей при раннем обнаружении могут быть обратимыми, а у взрослых пациентов с бронхоэктазами, развившимися в детстве, течение патологического процесса более тяжелое и более худший прогноз по сравнению с бронхоэктазами, начавшимися во взрослом возрасте.

КТ в настоящее время является «золотым стандартом» для подтверждения бронхоэктазов у детей и подростков.

Для оценки состояния бронхов у детей и подростков необходимо использовать педиатрические критерии бронхоартериального соотношения (> 0,8).

При этом лучевые методы не являются определяющими в установлении причин бронхоэктазов и только в редких случаях позволяют помочь в установлении причин бронхоэктазов.

Динамическое наблюдение за бронхоэктазами у детей и подростков

определяется индивидуально. Следует рассмотреть возможность повторной компьютерной томографии грудной клетки, чтобы ответить на вопрос, который изменит лечение.

## Список литературы

- 1. Баранов А. А., Намазова-Баранова Л. С., Симонова О. И., Вишнева Е. А., Селимзянова Л. Р., Середа Е. В., Розинова Н. Н., Цыгина Е. Н., Катосова Л. К., Лазарева А. В., Горинова Ю. В., Кустова О. В. Клинические рекомендации «Бронхоэктазы у детей». М., 2016.
- 2. Баранов А. А., Намазова-Баранова Л. С., Симонова О. И., Вишнёва Е. А., Селимзянова Л. Р., Середа Е. В., Розинова Н. Н., Цыгина Е. Н., Катосова Л. К., Лазарева А. В., Горинова Ю. В., Кустова О. В. Бронхоэктазы у детей: обзор современных клинических рекомендаций // Педиатрическая фармакология. 2017. Т. 14. № 1. С. 33–42. doi: 10.15690/pf.v14i1.1699.
- 3. Зайцев А. А., Моисеев С. В. Бронхоэктазы, не обусловленные муковисцидозом: эпидемиология, диагностика и лечение // Клиническая фармакология и терапия. 2017. Т. 26. № 5. С. 19–24.
- 4. Степанов А. А., Бадалян А. Р., Мельникова А. О. Бронхоэктатическая болезнь у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018;63:(5):29–35. DOI: 10.21508/1027-4065-2018-63-5-29-35.
- 5. Лучевая анатомия. Грудь, живот, таз / под ред. Розадо-де-Кристенсон М. Л., Федерле М. П., Раман Ш. П. М.: Изд-во Панфилова, 2018. 1128 с.
- Chang A. B., Bush A., Grimwood K. Bronchiectasis in children: diagnosis and treatment. Lancet. 2018 Sep 8;392(10150): 866–879. doi: 10.1016/S0140-6736(18) 31554-X. Erratum in: Lancet. 2018 Oct 6;392(10154):1196.

- 7. Chang A. B., Fortescue R., Grimwood K., Alexopoulou E., Bell L., Boyd J., Bush A., Chalmers J. D., Hill A.T., Karadag B., Midulla F., McCallum G. B., Powell Z., Snijders D., Song W. J., Tonia T, Wilson C, Zacharasiewicz A., Kantar A. Task Force report: European Respiratory Society guidelines for the management of children and adolescents with bronchiectasis. Eur Respir J. 2021 Feb. 11:2002990. doi: 10.1183/13993003.02990-2020.
- 8. Chassagnon G., Brun A. L., Bennani S., Chergui N., Freche G., Revel M. P. Imagerie des dilatations des bronches [Bronchiectasis imaging]. Rev. Pneumol. Clin. 2018 Oct. 74(5):299–314. French. doi: 10.1016/j.pneumo.2018.09.009.
- 9. Diederich S., Jurriaans E., Flower C. D. Interobserver variation in the diagnosis of bronchiectasis on high-resolution computed tomography. Eur Radiol. 1996;6(6):801–6. doi: 10.1007/BF00240 675.
- Floto R. A., Haworth C. S. Bronchiectasis. European Respiratory Society Monograph, V. 52. Sheffield, UK: European Respiratory Society; 2011. 261 p. doi: 10.1183/1025448x.erm5210.
- 11. Gaillard E. A., Carty H., Heaf D., Smyth R. L. Reversible bronchial dilatation in children: comparison of serial high-resolution computer tomography scans of the lungs. Eur. J. Radiol. 2003 Sep; 47(3):215–20. doi: 10.1016/s0720-048x (02)001 22-5.
- 12. Goralski J. L., Stewart N. J., Woods J. C. Novel imaging techniques for cystic fibrosis lung disease. Pediatr Pulmonol. 2021 Feb; 56 Suppl 1 (Suppl 1): S40–S54. doi: 10.1002/ppul.24931.
- 13. Hansell D. M., Bankier A. A., MacMahon H., McLoud T. C., Müller N. L, Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. Radiology. 2008

- Mar; 246(3):697–722. doi: 10.1148/radiol.2462070712.
- 14. King P. T., Holdsworth S. R., Farmer M., Freezer N., Villanueva E., Holmes P. W. Phenotypes of adult bronchiectasis: onset of productive cough in childhood and adulthood. COPD. 2009 Apr; 6(2):130–6. doi: 10.1080/15412550902766934.
- Murphy K. P., Maher M. M., O'Connor O. J. Imaging of Cystic Fibrosis and Pediatric Bronchiectasis. AJR Am. J. Roentgenol. 2016 Mar; 206(3):448–54. doi: 10.2214/ AJR.15.14437.
- 16. Ringshausen F. C., de Roux A., Diel R. et al. Bronchiectasis in Germany: a population-based estimation of disease prevalence. Eur Respir J. 2015;46(6):1805–1807. doi: 10.1183/13993003. 00954-2015.
- 17. Remy-Jardin M., Remy J., Boulenguez C. et al. Morphologic effects of cigarette smoking on airways and pulmonary parenchyma in healthy adult volunteers: CT evaluation and correlation with pulmonary function tests. Radiology 1993; 186: 107-15.
- 18. Wielpütz M. O., Eichinger M., Biederer J., Wege S., Stahl M., Sommerburg O., Mall M. A., Kauczor H. U., Puderbach M. Imaging of Cystic Fibrosis Lung Disease and Clinical Interpretation. Rofo. 2016 Sep; 188(9):834–45. English. doi: 10.1055/s-0042-104936.
- 19. *Yudin A. L.* Metaphorical signs in computed tomography of chest and abdomen. 2014. P. 1–176. DOI 10.1007/978-3-319-4013-4 15.

### **References**

1. Baranov A. A., Namazova-Baranova L. S., Simonova O. I., Vishneva E. A., Selimzyanova L. R., Sereda E. V., Rozinova N. N., Tzygina E. N., Katosova L. K., Lazareva A. V., Gorinova Yu. V., Kustova O. V. Clinical guidelines «Bronchiectasis in children» Moscow 2016 (in Russian).

- Baranov A. A., Namazova-Baranova L. S., Simonova O. I., Vishneva E. A., Selimzyanova L. R., Sereda E. V., Rozinova N. N., Tzygina E. N., Katosova L. K., Lazareva A. V., Gorinova Yu. V., Kustova O. V. Bronchiectases in Children: Overview of Current Clinical Guidelines. Pediatricheskaya farmakologiya Pediatric pharmacology. 2017;14(1):33–42. doi: 10.15690/pf. v14i1. 1699 (in Russian).
- 3. Zaytsev A. A., Moiseev S. V. Non-cystic fibrosis bronchiectasis: epidemiology, diagnosis and current treatment. Clin. Pharmacol. Ther. 2017;26(5):19–24.
- 4. Stepanov A. A., Badalyan A. R., Melnikova A. O. Bronchoectatic Disease in Children. Ros Vestn Perinatol i Pediatr 2018; 63:(5):29–35 (in Russ). DOI: 10.215 08/1027-4065-2018-63-5-29-35 (in Russian).
- 5. Michael P. Federle Melissa L. Rosado-de-Christenson Siva P. Raman //Imaging Anatomy: Chest, Abdomen, Pelvis, 2018. 1128 c. (in Russian).
- 6. Chang A. B., Bush A., Grimwood K. Bronchiectasis in children: diagnosis and treatment. Lancet. 2018 Sep.. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31554-X. Erratum in: Lancet. 2018 Oct. 6; 392(10154): 1196.
- 7. Chang A. B., Fortescue R., Grimwood K., Alexopoulou E., Bell L., Boyd J., Bush A., Chalmers J. D., Hill A. T., Karadag B., Midulla F., McCallum G. B., Powell Z., Snijders D., Song W. J., Tonia T., Wilson C., Zacharasiewicz A., Kantar A. Task Force report: European Respiratory Society guidelines for the management of children and adolescents with bronchiectasis. Eur Respir J. 2021. Feb. 11:2002990. doi: 10.1183/13993003.02990-2020.
- 8. Chassagnon G., Brun A. L, Bennani S., Chergui N., Freche G., Revel M. P. Imagerie des dilatations des bronches [Bronchiectasis imaging]. Rev. Pneumol.

- Clin. 2018. Oct. 74(5):299–314. French. doi: 10.1016/j.pneumo.2018.09.009.
- 9. Diederich S., Jurriaans E., Flower C. D. Interobserver variation in the diagnosis of bronchiectasis on high-resolution computed tomography. Eur Radiol. 1996;6(6):801–6. doi: 10.1007/BF00240675
- Floto R. A., Haworth C. S. Bronchiectasis. European Respiratory Society Monograph, Vol. 52. Sheffield, UK: European Respiratory Society; 2011. 261 p. doi: 10.1183/ 1025448x.erm5210.
- 11. Gaillard E. A., Carty H., Heaf D., Smyth R. L. Reversible bronchial dilatation in children: comparison of serial high-resolution computer tomography scans of the lungs. Eur. J. Radiol. 2003 Sep. 47(3):215–220. doi: 10.1016/s0720-048x(02)00122-5.
- 12. Goralski J. L., Stewart N. J., Woods J. C. Novel imaging techniques for cystic fibrosis lung disease. Pediatr Pulmonol. 2021 Feb; 56 Suppl 1 (Suppl 1): S40–S54. doi: 10.1002/ppul.24931.
- Hansell D. M., Bankier A. A., MacMahon H., McLoud T. C., Müller N. L., Remy J. Fleischner Society: glossary of terms for thoracic imaging. Radiology. 2008. Mar. 246(3):697–722. doi: 10.1148/ radiol.2462070712.
- 14. King P. T., Holdsworth S. R., Farmer M., Freezer N., Villanueva E., Holmes P. W. Phenotypes of adult bronchiectasis: onset of productive cough in childhood and adulthood. COPD. 2009. Apr. 6(2):130–6. doi: 10.1080/15412550902766934.
- Murphy K. P., Maher M. M., O'Connor O. J. Imaging of Cystic Fibrosis and Pediatric Bronchiectasis. AJR Am. J. Roentgenol. 2016. Mar; 206(3):448–54. doi: 10.2214/ AJR.15.14437
- 16. Ringshausen F. C., de Roux A., Diel R. et al. Bronchiectasis in Germany: a population-

- based estimation of disease prevalence. Eur. Respir. J. 2015;46(6):1805–1807. doi:10.1183/13993003.00954-2015.
- 17. Remy-Jardin M., Remy J., Boulenguez C. et al. Morphologic effects of cigarette smoking on airways and pulmonary parenchyma in healthy adult volunteers: CT evaluation and correlation with pulmonary function tests. Radiology. 1993; 186:107–15.
- 18. Wielpütz M. O., Eichinger M., Biederer J., Wege S., Stahl M., Sommerburg O., Mall M. A., Kauczor H. U., Puderbach M. Imaging of Cystic Fibrosis Lung Disease and Clinical Interpretation. Rofo. 2016 Sep; 188(9): 834–45. English. doi: 10.1055/s-0042-104936.
- 19. *Yudin A. L.* Metaphorical signs in computed tomography of chest and abdomen// 2014. C. 1–176.

#### Сведения об авторе

**Гаврилов Павел Владимирович,** кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник, руководитель направления «Лучевая диагностика» Федерального государственного бюджетного учреждения «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Адрес: 191036, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., д. 2-4.

Телефон: +7 (812) 775-75-55. Электронная почта: spbniifrentgen@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-3251-4084

**Gavrilov Pavel Vladimirovich,** Ph. D. Med., leading Researcher, Head of the Department of Radiology Saint-Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology.

Address: 2-4, Ligovsky pr., St. Petersburg, 191036, Russia.

Phone number: +7 (812) 775-75-55. E-mail: spbniifrentgen@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-3251-4084

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 23.06.2021 г.

Дата одобрения после рецензирования: 01.07.2021 г.

Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.



Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.

#### ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзор литературы. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-129-139

## Дифференциальная диагностика образований переднего средостения у детей (обзор литературы и клинические наблюдения)

#### Н. А. Кривенцова\*, Г. В. Терещенко

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России, Москва, Россия

## Реферат

Статья посвящена описанию рентгеноанатомии средостения, эволюции классификации данной анатомической области, а также систематизации рентгенологических признаков наиболее часто встречающихся образований переднего (преваскулярного) средостения у детей. На основании полученных данных составлен диагностический алгоритм верификации новообразований переднего средостения. Отражены основные критерии дифференциальной диагностики различных новообразований переднего средостения.

Ключевые слова: педиатрия, компьютерная томография, онкология, рентгенология.

Адрес: 117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70, доб. 4508. Электронная почта: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-4164-004X

Kriventsova Nataliia Alekseevna, Radiologist, Radiology Department, Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, ul. Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (4508). E-mail: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-4164-004X

© Н. А. Кривенцова, Г. В. Терещенко.

<sup>\*</sup> Кривенцова Наталия Алексеевна, врач-рентгенолог рентгенологического отделения НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева.

#### THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Literature review.

# Differential Diagnosis of Anterior Mediastinal Masses in Children (Literature Review with Their Own Clinical Observations)

N. A. Kriventsova\*, G. V. Tereshchenko

Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology

#### **Abstract**

The article is devoted to the description of the X-ray anatomy of the mediastinum, the evolution of the classification of this anatomical region. As well as systematization of radiological signs of the most common formations of the anterior (prevascular) mediastinum in children. Based on these data, a table of the most characteristic radiographic features of various neoplasms of different groups. Reflected basic criteria differential diagnosis of various tumors of the anterior mediastinum.

Key words: Pediatrics, Computed Tomography, Oncology, Radiology.

## Актуальность

Средостение — это условно выделяемое пространство, ограниченное плевральными листками по бокам, грудиной спереди и позвоночником сзади, апертурой грудной клети сверху и диафрагмой снизу. Внутри этого пространства располагаются тимус, сердце, крупные магистральные сосуды, нервы, грудной проток, лимфатические узлы, центральные отделы дыхательных путей, пищевод. Пространство между этими органами выполнено преимущественно жировой клетчаткой [5].

Большое количество органов и тканей, расположенных в средостении, имеет очень широкий спектр поражающих их доброкачественных и злокачественных образований. У детей группа образований средостения гетерогенна. Образования часто имеют бессимптомный характер течения заболевания, вплоть до их достижения больших размеров и возникновения жизнеугрожающих состояний. В большинстве случаев объемные образования в средостении выявляются случайно при плановой диспансеризации на обзорной рентгенограмме органов грудной клетки (ОГК). В настоящее время в русскоязычной литературе отсутствует подробное описание рентгенологической семиотики и дифференциальной диагностики образований переднего средостения в детской популяции.

Знание анатомии средостения, разделения его на отделы и особенностей визуализации различных групп новообразований различными методами — рентгенография, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) — позволит широкому кругу специалистов — рентгенологам,

детским онкологам, гематологам — своевременно устанавливать диагноз и начинать лечение у маленьких пациентов.

**Цель:** описание рентгенологической анатомии средостения, обзор наиболее часто встречающихся новообразований в переднем средостении у детей на примере клинических случаев, а также представление алгоритма дифференциальной диагностики этих новообразований.

### Анатомия средостения

Существует несколько классификаций отделов средостения. В анатомии и хирургии выделяют верхнее, переднее, среднее и заднее средостение, причем в хирургии к заднему средостению также относят и паравертебральные области, которые формально не входят в область средостения по его определению [3].

Первым, кто предложил делить средостение на отделы в соответствии с ориентирами, определяемыми на боковой рентгенограмме ОГК, был Бенджамин Фелсон в 1977 году. Он

выделил переднее, среднее и заднее средостение. Передний отдел средостения располагается кзади от грудины и кпереди от линии вдоль заднего края сердца, средний отдел — между задним краем сердца и линией, проведенной через переднюю треть тел грудных позвонков, и последний отдел — кзади от этой линии (рис. 1, б).

Последующая классификация по Фрейзеру и Паре в 1999 году также отталкивается от ориентиров, визуализируемых на боковой рентгенограмме ОГК, однако в ней выделяются отделы в зависимости от наиболее частых локализаций патологического процесса. И таким образом образования могут располагаться в переднем, средне-заднем и паравертебральном отделах средостения (рис. 1, *a*) [3].

В последнее время существенно расширился спектр диагностических методик, позволяющих дообследовать пациентов с опухолями средостения. В 2017 году международная группа по изучению злокачественных образова-

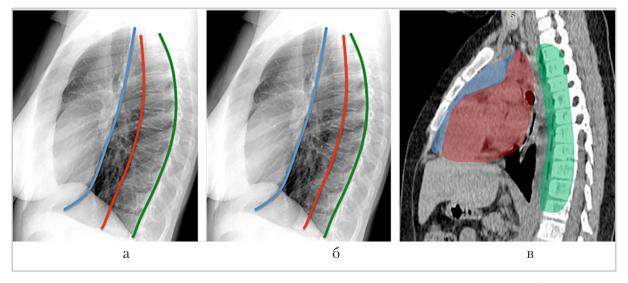


Рис. 1. Анатомия средостения: a — классификация по Фрейзеру и Паре;  $\delta$  — классификация по Фелсону;  $\epsilon$  — классификация отделов средостения на основании данных КТ

ний тимуса опубликовала классификацию отделов средостения на основании данных КТ, которая применима также для МРТ и ПЭТ/КТ.

В соответствии с этим разделением выделяют: преваскулярный отдел – кпереди от перикарда; висцеральный отдел — ограничен перикардом; паравертебральный отдел — между перикардом и линией, проведенной через поперечные отростки грудных позвонков (рис.  $1, \delta$ ) [3].

Отдел средостения играет важную роль в дифференциальной диагностике выявленного образования. В связи с наличием нескольких классификаций отделов средостения врачу-рентгенологу необходимо предельно четко описывать

локализацию и распространенность патологического процесса в средостении.

## Образования преваскулярного отдела средостения

В преваскулярном отделе средостения располагаются тимус, лимфатические узлы, жировая клетчатка. В нашей практике из 195 пациентов с образованиями средостения у 108 человек (53 %) новообразование располагалось в области преваскулярного отдела. Наиболее часто в данной области встречаются: образования тимуса, герминогенноклеточные опухоли, лимфомы (табл. 1) [11]. Все образования, которые могут встретиться в переднем средостении, представлены в табл. 2 [16].

Таблица 1
Процентное соотношение наиболее часто встречающихся образований переднего средостения у детей

Образование	Процент встречаемости, %	
Лимфомы	45	
Герминогенноклеточные опухоли	24	
Тимомы	16	
Другие образования	15	

Таблица 2 Образования преваскулярного отдела средостения

Группа образований	Наименование образования	
	Эктопия тимуса	
Образования тимуса	Гиперплазия тимуса	
	Киста тимуса	
	Тимомы	
	Карциномы тимуса	
Handon	Лимфома Ходжкина	
Лимфомы	Неходжкинская лимфома	
Γ	Тератомы	
Герминогенноклеточные опухоли	Опухоль желточного мешка	

## Образования тимуса

Образования тимуса могут быть доброкачественной и злокачественной природы. К доброкачественным состояниям относится эктопия тимуса, гиперплазия тимуса, кисты тимуса.

Эктопия тимуса может встречаться в любом месте шеи или грудной клетки, но обычно характерно расположение по ходу спуска тимуса от места закладки — от угла челюсти до верхнего средостения. Наиболее часто эктопированный тимус располагается в правом паратрахеальном пространстве [16].

Гиперплазия тимуса подразделяется на два типа: истинная гиперплазия и лимфоидная (фолликулярная) гиперплазия. Истинная гиперплазия тимуса характеризуется увеличением размера и веса тимуса с сохранением его микроскопических характеристик. Лимфоидная гиперплазия тимуса характеризуется наличием гипертрофированного лимфоидного зародышевого центра в мозговом веществе тимуса. В отличие от истинной гиперплазии лимфоидная гиперплазия может возникать как с увеличением тимуса, так и без него. Хотя лимфоидная гиперплазия тимуса обычно проявляется как нормальный тимус при обычной рентгенографии, на КТ тимус может казаться нормальным (45 % случаев), увеличенным (35 %) или даже очаговым образованием внутри тимуса (20 %) [10].

Кисты тимуса — это доброкачественные бессимптомные образования в области шеи и верхнего средостения, встречаются крайне редко [14]. Чаще всего они имеют однокамерное строение, однако могут быть многокамерные. Они представлены однородным образованием, которое может оттеснять прилежащие структуры [16].

Тимома и карционома тимуса так же, как и карциноид тимуса и тимолипома, относятся к группе редких эпителиальных опухолей тимуса (ЭОТ), возникающих из ткани тимуса, и составляют 0,2-1,5 % всех злокачественных новообразований [4]. Эти опухоли чрезвычайно редко встречаются у детей, на сегодняшний день опубликовано лишь несколько исследований и клинических случаев [7, 13]. Гистологически ЭОТ классифицируются в зависимости от атипии эпителиальных клеток, наличия нормальных лимфоцитов и сходства с нормальной архитектоникой тимуса [12]. Различные гистологические подтипы имеют важное клиническое значение и прогноз для пациента. Тимомы — это опухоли низкой степени злокачественности, которые имеют тенденцию вовлекать окружающие органы и редко дают отдаленные метастазы. Карциномы тимуса очень агрессивны, имеют высокую степень злокачественности, могут возникать в результате злокачественной трансформации уже существующей тимомы. Карцинома тимуса имеет плохой прогноз ввиду инвазии в прилежащие структуры и высокого риска метастазирования (рис. 2,  $a - \partial$ ) [13].

## Лимфомы

Лимфомы — это большая группа злокачественных гематологических заболеваний лимфоидной ткани. Наиболее часто лимфомы разделяют на две группы: лимфомы Ходжкина (ЛХ) и неходжкинские лимфомы. Первичномедиастинальные лимфомы встречаются довольно редко, они составляют всего 10 % от всех лимфом [1]. У детей в средостении встречаются лимфома Ходжкина, а также Т- и В-клеточные лимфомы, которые относятся к группе

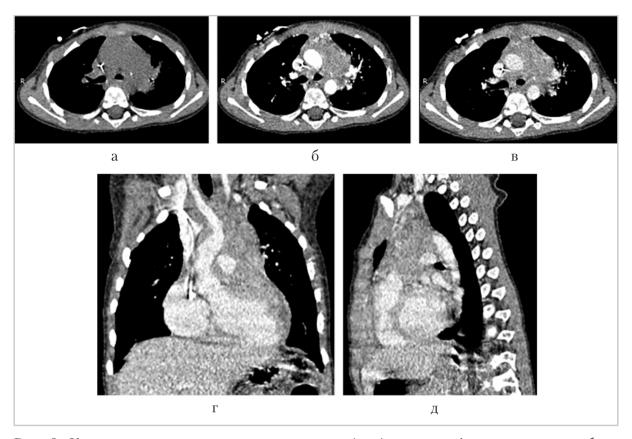


Рис. 2. Компьютерные томограммы пациента А., 4 лет, лимфоэпителиомоподобная карцинома тимуса с распространением на перикард и миокард: a — нативная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\delta$  — артериальная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в коронарной плоскости;  $\delta$  — венозная фаза сканирования в сагиттальной плоскости

неходжкинских лимфом [9]. Лучевая диагностика играет важную роль в стадировании пациентов с лимфомами, а также в мониторинге ответа на химиотерапию.

Лифома Ходжкина в 60 % случаев поражает лимфатические узлы средостения. На КТ ЛХ представлена объемным образованием кпереди от сердца с четкими бугристыми контурами (рис. 3,  $a - \partial$ ). В структуре образования часто встречаются участки пониженной плотности (участки некроза, кисты). Визуализация была официально включена в систему стадирования лимфом

Ходжкина с введением критериев Лугано в 2014 г. [8].

В соответствии с этими критериями выделяют IV стадии:

- I. Поражение одной группы лимфатических узлов.
- II. Поражение 2 и более групп лимфатических узлов с одной стороны от диафрагмы.
- III. Поражение лимфатических узлов по обе стороны диафрагмы, поражение селезенки.
- IV. Поражение паренхиматозных органов (костный мозг, печень, почки). Неходжкинские лимфомы, в сре-

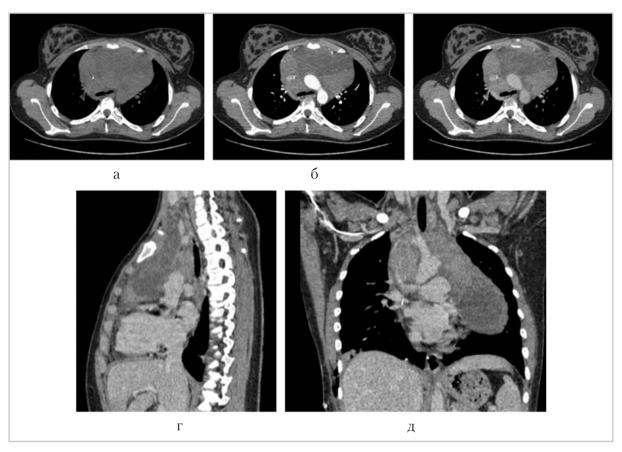


Рис. 3. Компьютерные томограммы пациентки К., 16 лет, классическая лимфома Ходжкина, нодулярный склероз. a — нативная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\delta$  — артериальная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в сагиттальной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в сагиттальной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в коронарной плоскости

достении это чаще всего Т- и В-клеточные лимфомы, характеризуются более агрессивным течением, могут вовлекать сосуды, прорастать прилежащие структуры и ткани. Чаще всего они имеют четкий, неровный, не бугристый контур (рис. 4, a - i) [2].

В одном из исследований были выявлены основные характеристики, которые позволяют дифференцировать лимфомы средостения по гистологическим типам. Лимфома Ходжкина обычно представляет собой образование средостения бугристым контуром, дольчатой структурой и вовлекает чаще шейные,

средостенные и прикорневые лимфатические узлы. В-клеточная лимфома визуализируется образованием средостения без признаков дольчатой структуры и/или бугристого контура, она часто ассоциирована с инвазией сосудов, а также плевральным или перикардиальным выпотом. Т-клеточная лимфома представлена образованием без признаков дольчатой структуры и/или бугристого контура, связана с вовлечением сосудистых структур, с плевральным или перикардиальным выпотом, а также часто ассоциирована с системным поражением лимфоузлов, включая шейные, подмы-

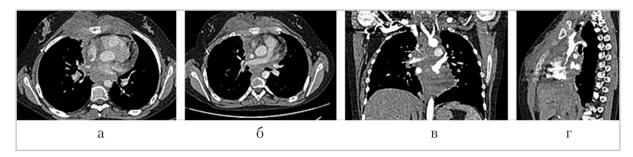


Рис. 4. Компьютерные томограммы пациентки  $\Pi$ ., 13 лет, диффузная B-клеточная крупноклеточная лимфома с поражением шеи, передней грудной стенки, органов грудной и брюшной полостей: a,  $\delta$  — венозная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\epsilon$  — артериальная фаза сканирования в коронарной плоскости;  $\epsilon$  — артериальная фаза сканирования в сагиттальной плоскости

шечные, парааортальные, брыжеечные и паховые, также часто наблюдаются гепатомегалия и спленомегалия [15].

#### Герминогенноклеточные опухоли

Герминогенноклеточные опухоли (ГКО) — это образования, происходящие из плюрипотентых стволовых клеток, которые встречаются в средостении, по разным данным, в 6-18 % случаев [5]. По своим клиническим и биологическим особенностям ГКО подразделяют на препубертатный (тератомы, опухоли желточного мешка, смешанные тератомы/опухоли желточного мешка) и постпубертатный (семинома, эмбриональная карцинома, хориокарцинома, тератома, опухоль желточного мешка) подтипы. С точки зрения лечения выделяют семиномы и несеминоматозные ГКО [6]. В педиатрической практике в области переднего средостения наиболее часто встречаются тератомы — порядка 70 % случаев [17].

Тератомы имеют различный клеточный потенциал, и поэтому эта опухоль может быть как доброкачественной (зрелой), так и злокачественной (незрелой), а также может содержать в своей структуре все ткани организма (жир,

волосы, кости, зубы). На КТ тератомы чаще всего представлены кистозно-солидными образованиями с четкими, ровными контурами, с наличием участков высокой плотности (кальцинаты), с наличием участков жировой плотности, которые могут достигать больших размеров и оттесняют прилежащие структуры (рис. 5,  $a-\epsilon$ ) [16].

Совокупность всех рентгенологических признаков, которые с высокой долей вероятности помогут врачу-рентгенологу предположить диагноз, представлена в табл. 3.

### Выводы

Представленные в статье клинические примеры иллюстрируют наиболее часто встречающиеся в практике рентенолога образования средостения в детской популяции. Ввиду бессимптомного течения заболевания, редкости данной патологии, а также неспецифичности клинической картины часто именно перед рентгенологом встает вопрос о дифференциальной диагностике выявленного новообразования. Ввиду широкого спектра встречающихся патологий необходимо придерживаться диагностического алгоритма, который

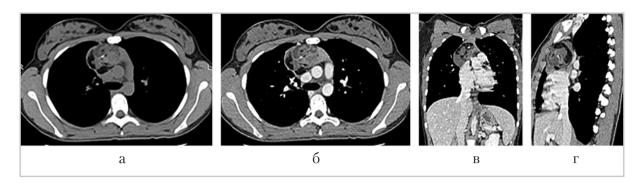


Рис. 5. Компьютерные томограммы пациентки Р., 17 лет, зрелая тератома переднего средостения: a — нативная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\delta$  — артериальная фаза сканирования в аксиальной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в коронарной плоскости;  $\epsilon$  — венозная фаза сканирования в сагиттальной плоскости

Таблица 3 Основные рентгенологические характеристики образований преваскулярного отдела средостения у детей

Образование	Контуры	Структуры	Взаимодействие с окружающими органами
Эктопия тимуса	Ровный, четкий контур	Однородная	Связь с тимусом
Гиперплазия тимуса	Ровный, четкий контур	Однородная	Связь с тимусом может достигать больших размеров, оттесняет прилежащие структуры
Кисты тимуса	Ровный, четкий контур	Однородная, гиподен- сивная	Внутри/вместо тимуса
Тимома/ Карцинома тимуса	Неровный, четкий контур	Неоднородная, наличие кист, кальцинатов, кровоизлияний	Инвазия прилежащих органов и структур
Лимфома Ходжкина	Четкий, бугристый контур	Неоднородная, наличие кист, участков некроза	Распространение вокруг прилежащих структур
Неходжкинская лимфома	Нечеткий, не- ровный контур	Неоднородная, наличие кист, участков некроза	Инвазия сосудов, при- лежащих органов
ГКО (тератома)	Четкий, ровный контур	Неоднородная, наличие кист, кальцинатов, участков жировой плотности	Оттеснение прилежа- щих органов и структур

позволяет с высокой долей вероятности предположить природу образования. После того как установлена локализация образования — преваскулярный отдел средостения, необходимо обязательно оценить его по трем критериям:

форма и четкость контуров, внутренняя структура и взаимодействие с прилежащими органами и тканями. Для каждой группы образований переднего средостения характерен индивидуальный набор данных признаков, представленный в сводной таблице «Основные рентгенологические характеристики образований преваскулярного отдела средостения у детей».

## Список литературы / References

- 1. Aggarwal R., Rao S., Dhawan S., Bhalla S., Kumar A., Chopra P. Primary mediastinal lymphomas, their morphological features and comparative evaluation. Lung India. Medknow Publications, 2017. V. 34. № 1. P. 19–24.
- 2. Bligh M. P., Borgaonkar J. N., Burrell S. C., Macdonald D. A., Manos D. Spectrum of CT findings in thoracic extranodal non-hodgkin lymphoma. Radiographics. Radiological Society of North America Inc., 2017. V. 37. № 2. P. 439–461.
- 3. Carter B. W., Benveniste M. F., Madan R., Godoy M. C., de Groot P. M., Truong M.T., Rosado-de-Christenson M. L., Marom E. M. ITMIG Classification of Mediastinal Compartments and Multidisciplinary Approach to Mediastinal Masses. Radiogr. a Rev. Publ. Radiol. Soc. North Am. Inc. United States, 2017. Vol. 37, № 2. P. 413–436.
- Fornasiero A., Daniele O., Ghiotto C., Sartori F., Rea F., Piazza M., Fiore-Donati L., Morandi P., Aversa S. M. L., Paccagnella A., Pappagallo G. L., Fiorentino M. V. Chemotherapy of invasive thymoma. J. Clin. Oncol. 1990. V. 8. № 8. P. 1419– 1423.
- 5. Franco A., Mody N. S., Meza M. P. Imaging evaluation of pediatric mediastinal masses // Radiol. Clin. North Am. 2005. V. 43. № 2. P. 325–353.

- 6. *Kakkar A., Kaur K., Verma A.* Pediatric mediastinal germ cell tumors. Mediastinum. AME Publishing Company, 2019. V. 3. P. 30–30.
- 7. Konopleva E., Shevtsov D., Kazaryan G., Suleymanova A., Abramov D., Akhaladze B., Shcherbakov A., Druy A., Kazaryan E., Shamanskaya T., Kachanov D., Varfolomeeva S. Thymic carcinoma in a 2-year-old child: case description and literature review. Russ. J. Pediatr. Hematol. and Oncol. 2020. V. 7. № 3. P. 112–118.
- 8. Levine I., Kalisz K., Smith D.A., Tirumani S. H., Ramaiya N. H., Alessandrino F. Update on Hodgkin lymphoma from a radiologist's perspective. Clinical Imaging. Elsevier Inc., 2020. V. 65. P. 65–77.
- 9. Mallick S., Jain S., Ramteke P. Pediatric mediastinal lymphoma. Mediastinum. AME Publishing Company, 2020. V. 4. P. 22–22.
- 10. Nasseri F., Eftekhari F. Clinical and radiologic review of the normal and abnormal thymus: Pearls and pitfalls. Radiographics. Radiological Society of North America, 2010. Vol. 30, № 2. P. 413–428.
- Pearson J. K., Tan G. M. Pediatric Anterior Mediastinal Mass. Semin. Cardiothorac. Vasc. Anesth. 2015. V. 19. № 3. P. 248– 254.
- 12. *Polo V., Girard N., Besse B.* Thymic tumours: An update. Presse Medicale. Elsevier Masson SAS, 2013. V. 42. № 9 PART2. P. e311–e316.
- Stachowicz-Stencel T., Orbach D., Brecht I., Schneider D., Bien E., Synakiewicz A., Rod J., Ferrari A., Cecchetto G., Bisogno G. Thymoma and thymic carcinoma in children and adolescents: A report from the European Cooperative Study Group for Pediatric Rare Tumors (EXPeRT). Eur. J. Cancer. Elsevier Ltd, 2015. V. 51. № 16. P. 2444–2452.

- 14. *Sturm J. J.*, *Dedhia K.*, *Chi D. H.* Diagnosis and Management of Cervical Thymic Cysts in Children. Cureus. Cureus, Inc., 2017. V. 9. № 1.
- 15. Tateishi U., Müller N. L., Johkoh T., Onishi Y., Arai Y., Satake M., Matsuno Y., Tobinai K. Primary mediastinal lymphoma: Characteristic features of the various histological subtypes on CT. J. Comput. Assist. Tomogr. 2004. V. 28. № 6. P. 782–789.
- 16. Wright C. D. Mediastinal Tumors and Cysts in the Pediatric Population. Thorac. Surg. Clin. Elsevier Inc., 2009. V. 19. № 1. P. 47–61.
- 17. Yalçin B., Demir H. A., Tanyel F. C., Akçören Z., Varan A., Akyüz C., Kutluk T., Büyükpamuk u M. Mediastinal germ cell tumors in childhood. Pediatr. Hematol. Oncol. 2012. V. 29. № 7. P. 633–642.

#### Сведения об авторах

**Кривенцова Наталия Алексеевна,** врач-рентгенолог рентгенологического отделения НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева.

Адрес: 117997, Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70, доб. 4508. Электронная почта: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-4164-004X

Kriventsova Nataliia Alekseevna, Radiologist, Radiology Department, Dmitry Rogachev National Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, ul. Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (4508). E-mail: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0003-4164-004X

**Терещенко Галина Викторовна,** кандидат медицинских наук, заведующая рентгенологическим отделением ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии имени Дмитрия Рогачева» Минздрава России.

Адрес: 117997, г. Москва, ул. Саморы Машела, 1.

Тел.: +7 (495) 287-65-70 (доб. 1220). Электронная почта: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru ORCID.org/0000-0001-7317-7104

**Tereshchenko Galina Viktorovna,** Ph. D. Med., Head of the Radiology Department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology.

Address: 1, Samory Mashela, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 287-65-70 (add. 1220). E-mail: galina.tereshenko@fccho-moscow.ru

ORCID.org/0000-0001-7317-7104

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 15.06.2021 г.

Дата одобрения после рецензирования: 17.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации:21.06.2021 г.



Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.

### ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзор литературы. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-140-149

## Ультразвуковое исследование внепеченочных желчных протоков у детей в норме (обзор литературы с собственными клиническими наблюдениями)

А. А. Юсуфов<sup>1, 2</sup>, М. И. Медведева\*, 1, 2, А. А. Плюхин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минзарава России

<sup>2</sup>ГБУЗ Тверской области «Детская областная клиническая больница»

## Реферат

С целью изучения нормальной эхографической анатомии внепеченочных желчных протоков было проведено полипозиционное ультразвуковое исследование (УЗИ) 120 детям в возрасте от 0 до 17 лет. Описана методика УЗИ печеночно-дуоденальной связки. Обозначены основные ориентиры для изучения анатомо-топографического строения внепеченочных желчных протоков у детей. Представлены нормативные параметры общего желчного и общего печеночного протоков у детей разных возрастных групп.

Ключевые слова: идиопатический сколиоз, апикальный позвонок, дети, мультисрезовая компьютерная томография.

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, ул. Советская, 4.

Телефон: +7 (920) 689-40-04. Электронная почта: kamanni91@rambler.ru

ORCID.org/0000-0002-4812-0664

Medvedeva Maria Igorevna, Assistant of the Department of Radiology of the Federal State budgetary institution of higher education Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 4, ul.. Sovetskaya, Tver, 170100, Russia.

Phone number: +7 (920) 689-40-04. E-mail: kamanni91@rambler.ru.

ORCID.org/0000-0002-4812-0664

© А. А. Юсуфов, М. И. Медведева, А. А. Плюхин.

<sup>\*</sup> Медведева Мария Игоревна, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России.

#### THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Literature review.

## Ultrasound Examination of the Extrahepatic Bile Ducts in Children (Literature Review with our own Clinical Observations)

A. A. Yusufov<sup>1, 2</sup>, M. I. Medvedeva\*, <sup>1, 2</sup>, A. A. Plyukhin<sup>1</sup>

#### **Abstract**

To study the normal sonographic anatomy of extrahepatic bile ducts, a polypositional ultrasound examination of 120 children aged 0 to 17 years was conducted.

The technique of hepatoduodenal ligament ultrasound examination is described.

The main sonographic visual indicators for studying the anatomical and topographic structure of extrahepatic bile ducts in children are denoted.

The normative parameters of the common bile and common hepatic ducts in children of different age groups are presented.

**Key words:** Ultrasonic Diagnostics, Extrahepatic Bile Ducts, Hepatoduodenal Ligament, Anatomy, Technique.

## Актуальность

Актуальность проблемы обусловлена высокой частотой встречаемости патологии внепеченочных желчных протоков у детей. Так, частота встречаемости кист холедоха составляет 1:100 000 — 1:150 000 новорожденных в западных популяциях и 1:1000 в азиатских популяциях. Частота атрезии внепеченочных желчных протоков: 1 случай на 3500-20 000 новорожденных [7]. Основным методом первичной неинвазивной диагностики патологии желчевыводящих протоков в педиатрии является УЗ-визуализация [4, 5, 8, 11]. Несмотря на все преимущества метода, нет стандартной методики УЗИ внепеченочных желчных протоков у детей [10, 11].

В настоящее время в педиатрической практике применяются различные

варианты медицинской визуализации гепатопанкреатобилиарной зоны: УЗИ, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография, эндоскопическая ретроградная холангиопанкреатография (ЭРХПГ), чрескожная чреспеченочная холангиография или холецистография (ЧЧХГ), эзофагогастродуоденоскопия, сцинтиграфия, лапароскопия [4, 6, 7]. Однако основным методом первичной диагностики у детей является УЗИ [4, 5, 11]. Несмотря на преимущества УЗ-метода, работы, посвященные определению нормальных показателей морфометрии билиарной системы у детей различных возрастных групп, немногочисленны [11]. Результаты УЗИ влияют на дальнейшую диагностическую и лечебную тактику, поэтому

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup>Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Regional Pediatrics Clinical Hospital of Health Care of the Tver Region

специалистам по УЗ-диагностике важно придерживаться не только стандартных нормативов, но и стандартной методики визуализации [8, 10, 11].

**Цель:** разработка стандартной методики ультразвукового исследования внепеченочных желчных протоков в педиатрии и определение возрастных нормативов внепеченочных желчных протоков у детей.

## Материалы и методы

Комплексное УЗИ внепеченочных желчных протоков было проведено 120 пациентам в возрасте от 0 до 17 лет (контрольная группа) без патологии гепатопанкреатобилиарной системы, нахолившихся на лечении в ГБУЗ «Летская областная клиническая больница» г. Твери с 2009 по 2020 г. Исследование выполнялось на аппарате Toshiba Aplio 500. Использовались линейный датчик 5-12 МГц, конвексный 3-5 МГц. УЗсканирование проводилось натощак. По разработанной методике проводилось полипозиционное УЗИ панкреатобилиарной зоны. Обследование пациентов проводили в положении лежа на спине. Количественные данные клинического материала представлены в виде таблицы. Статистическая обработка по полученной информации проводилась при помощи программы Microsoft XL версии 10.0. Количественные данные представлены в виде медианы, 25-75-х процентилей.

## Клинические наблюдения

Общий желчный проток проходит по латеральному краю гепатодуоденальной связки вниз за двенадцатиперстную кишку, в средней трети нисходящей части двенадцатиперстной кишки холедох с панкреатическим протоком

впадает в общую полость — печеночно-поджелудочную ампулу (ampulla hepatopancreatica), которая открывается на вершине большого сосочка (papilla duodeni major) двенадцатиперстной кишки. Печеночная артерия проходит слева от холедоха, воротная вена между ними и сзади [3, 9].

Общий желчный проток состоит из четырех отделов:

- 1) супрадуоденальный (pars supraduodenalis) от места впадения пузырного протока до верхнего края двенадцатиперстной кишки проходит в толще печеночно-дуоденальной связки;
- 2) ретродуоденальный pars retroduodenalis — позади верхней горизонтальной части двенадцатиперстной кишки до соприкосновения с поджелудочной железой;
- 3) панкреатический pars pancreatica идущий в толще головки поджелудочной железы;
- 4) интрамуральный pars duodenalis (интрадуоденальный) проходящий в стенке двенадцатиперстной кишки (рис. 1) [1].

УЗИ внепеченочных желчных протоков необходимо начать с визуализации поперечного сечения головки поджелудочной железы. При этом датчик устанавливается поперечно по средней линии живота в эпигастральной области — позиция 1 (рис. 2, *a*).

В заднелатеральных отделах головки поджелудочной железы определяется панкреатическая часть холедоха. В норме он представлен в виде округлой структуры с гипоэхогенным просветом и тонкими гиперэхогенными стенками (рис. 2, б).

He стоит забывать про анатомотопографические варианты строения

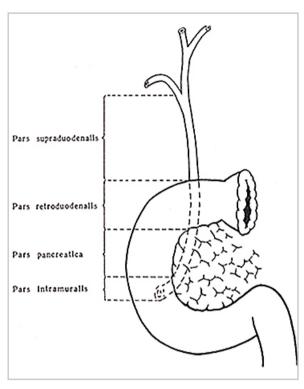


Рис. 1. Топографо-анатомическое деление общего желчного протока [1]

холедоха, т. к. в некоторых случаях дистальный отдел протока может располагаться за головкой поджелудочной железы. При таком варианте холедох хорошо визуализируется при небольшом смещении датчика краниально из позиции 1.

Для сканирования общего желчного протока на протяжении необходимо развернуть датчик, не отнимая от поверхности кожи, в косопоперечном направлении на 45 ° вдоль правой реберной дуги — позиция 2 (рис. 3, *a*). В этом сечении холедох визуализируется на максимальном протяжении: интрамуральный (рис. 4, *a*), панкреатический (рис. 4, *б*), ретро- и супрадуоденальные отделы. УЗкартина характеризуется тубулярной структурой с гипоэхогенным просветом, ограниченным тонкими гиперэхогенными стенками (рис. 3, *a* — стрелка).

В этой позиции производится измерение внутреннего диаметра протока. Нормативные значения приведены в таблице.

Внепеченочные протоки заложены в печеночно-дуоденальной связке вместе с общей печеночной артерией, ее ветвями и воротной веной. У правого края связки расположен общий желчный проток (pars supraduodenalis), слева от него — общая печеночная артерия (а. hepatica propria), а глубже этих образований и между ними — воротная вена (vena portae) (рис. 5) [9]; кроме того, между листками связки залегают лимфатические сосуды, узлы и нервы [9].

Для исследования холедоха в поперечном сечении до пузырного и общего печеночного протоков исследование также начинают с визуализации панкреатической его части. Затем датчик перемещается проксимальнее по ходу печеночно-двенадцатиперстной связки. Ориентирами служат элементы печеночно-двенадцатиперстной связки: воротная вена и печеночная артерия (рис. 6, *a*).

Для дифференцировки структур дополнительно необходимо использовать режим цветового допплеровского картирования (рис. 6,  $\delta$ ).

Из правой и левой долей печени желчь дренируется соответственно в правый и левый печеночные протоки [2, 3]. После выхода из ворот печени они сливаются, образуя общий печеночный проток. У детей всех возрастных групп и подростков формирование общего печеночного протока может быть вариабельным, достаточно часто в его образовании принимают участие от 2 до 5 внутрипеченочных протоков, при этом количество про-

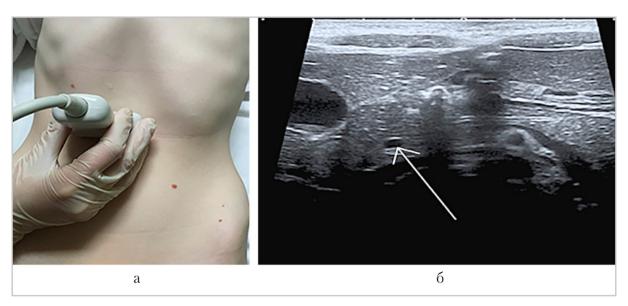


Рис. 2. Поперечное сканирование в эпигастрии: a — локализация УЗ-датчика, позиция 1;  $\delta$  — эхограмма, поперечное изображение общего желчного протока (стрелка)

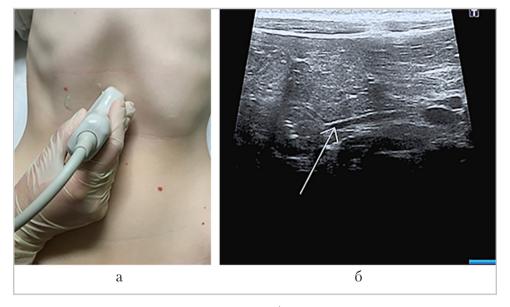


Рис. 3. Косопоперечное сканирование вдоль реберной дуги: a — локализация УЗ-датчика, позиция 2; b — эхограмма, общий желчный проток на протяжении (cmpenka)

токов, идущих от правой доли печени, преобладает, в то время как анатомия левого печеночного протока отличается большим постоянством [2, 3]. Внепеченочная часть правого печеночного протока относительно короткая, длина внепеченочной части левого

печеночного протока значительно продолжительнее и проходит почти в горизонтальном направлении. Слияние правого и левого печеночных протоков происходит спереди от бифуркации воротной вены. При дальнейшем перемещении датчика в проксимальном

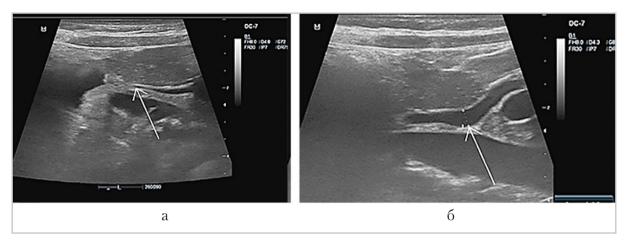


Рис. 4. Эхограмма: a — интрамуральный отдел холедоха (стрелка);  $\delta$  — панкреатический отдел холедоха (стрелка)

#### Возрастные нормативы внепеченочных желчных протоков у детей

Статистические	Возраст							
параметры	<b>0</b> -1	<b>1</b> -3	4-7	8-12	13-17			
Внутренний диаметр холедоха, мм								
Медиана	0,8905	1,1375	1,419	2,018	2,259			
25–75-е процен- тили	$0,625 \pm 1,156$	$1,05 \pm 1,225$	1,294 ± 1,554	1,1142 ± 2,922	1,228 ± 3,29			
Общий печеночный проток, мм								
Во всех возрастных группах	··- ≤ 3,0							
Долевые протоки, мм								
Во всех возрастных группах	≤ 2,0							

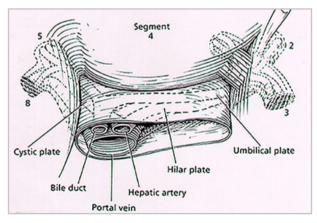


Рис. 5. Топографо-анатомическое строение печеночно-дуоденальной связки: Bile duct (общий желчный проток), portal vein (воротная вена), hepatic artery (печеночная артерия) [10]

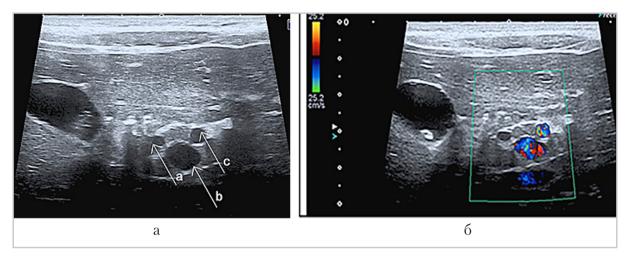


Рис. 6. Эхограммы. Элементы печеночно-дуоденальной связки при УЗ-сканировании; a — поперечное сечение общего желчного протока (а), портальной вены (b), общей печеночной артерии (c) (стрелки);  $\delta$  — режим цветового допплеровского картирования

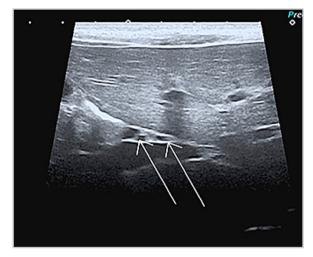


Рис. 7. Эхограмма. Правый и левый печеночные протоки *(стрелка)* 

направлении в ряде случаев возможна визуализация долевых печеночных протоков (рис. 7).

Благодаря вышеописанной методике УЗИ печеночно-двенадцатиперстной связки в детской практике практически в 100 % случаев возможно визуализировать внепеченочные желчные протоки. Возрастные нормативы, полученные нами в ходе исследования 120 детей, отражены в таблице 1.

#### Заключение

УЗИ внепеченочных желчных протоков целесообразно начинать с визуализации панкреатической части холедоха, основными ориентирами для его поиска являются печеночная артерия и воротная вена в структуре печеночно-двенадцатиперстной связки. печеночно-двенадцатиперстной связки по вышеописанной методике обеспечивает достоверную визуализацию внепеченочных желчных протоков у детей во всех возрастных группах. Изучение нормальной УЗ-анатомии внепеченочных желчных протоков и стандартизация методики их визуализации позволят значительно улучшить диагностику заболеваний внепеченочных желчных протоков у детей.

#### Список литературы

- 1. Вартанян В. Ф., Маркауцан П. В. Операции на желчном пузыре и желчевыводящих протоках: учебно-метод. пособие. Минск, 2007. С 6.
- 2. *Ефременко А. А., Игнатьев Е. М., Свири- дов А. А.* Вариантная анатомия печени

- и желчевыводящих путей // Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2015.  $\mathbb{N}$  5. С. 23–25.
- 3. *Копосова С. А., Цай Г. Е., Лаврентыев П. А.* Топографо-анатомические аспекты внутрипеченочных желчных протоков у новорожденных и детей // Новые технологии в медицине. 2005. № 1. С. 69–70.
- 4. Потешкина Н. Г., Селиванова Г. Б., Сванадзе А. М., Крылова Н. С. Возможности ультразвукового метода исследования билиарного тракта в диагностике билиарной дисфункции // Лечебное дело. 2019. № 4. С. 82–83.
- Харитонова Л. А., Запруднов А. М., Григорьев К. И., Богомаз Л. В., Папышева О. В., Кучеря Т. В. Достижения в изучении заболеваний билиарного тракта в детском возрасте. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2018. № 1. С. 5-7.
- Angelis P. D., Tambucci R., Angelino G., Torroni F., Rea F., Abriola G. F., Foschia F., Caldaro T., Faraci S., Contini A. C., Romeo E., Dall'Oglio L. Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography in Pediatric Biliary Diseases. J. of Clinical Gastroenterology and Treatment. 2016. No. 1. P. 1–3.
- 7. Banks J. S., Saigal G., D'Alonzo J. M., Bastos D'Almeida M., Nguyen N. V. Choledochal Malformations: Surgical Implications of Radiologic Findings. Gastrointestinal Imaging. 2018. No. 4. P. 748–760.
- 8. *Cui G. X., Huang H. T., Yang J. F., Zhang X. F.* Rare variant of pancreaticobiliary maljunction associated with pancreas divisum in a child diagnosed and treated by endoscopic retrograde cholangiopancreatography: A case report. World J. Clinical Cases. 2019. No. 7. P. 1073–1075.
- 9. *Chamberlain R. S.* Essential Functional Hepatic and Biliary. Anatomy for the Surgeon. 2013. No. 2. P. 51–55.

- Feng A., O'hara S. M, Gupta R., Fei L., Lin T. K. Normograms for the Extrahepatic Bile Duct Diameter in Children. J. of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2017. No. 3. P. 61–64.
- 11. Lindholm E. B, Meckmongkol T., Feinberg J. A., Kim A., Ciullo S., Mallon M., Grewal H., Prasad R., Arthur L. G. Standardization of common bile duct size using ultrasound in pediatric patients. J. of pediatric surgery. 2019. 54 (6). P. 1123–1126.

#### References

- 1. Vartanjan V. F., Markaucan P. V. Operations on the gallbladder and bile ducts. Educational and methodical manual. Minsk, 2007. P. 6 (in Russian).
- 2. Efremenko A. A., Ignat'ev E. M., Sviridov A. A. Variations of liver and biliary tract anatomy. Eurasian Union of Scientists (EUS). 2015. No. 5. P. 23–25 (in Russian).
- 3. *Koposova S. A., Caj G. E., Lavrent'ev P. A.* Topographical and anatomical aspects of intrahepatic bile ducts in infants. New technologies in medicine. 2005. No. 1. P. 69–70 (in Russian).
- 4. *Poteshkina N. G., Selivanova G. B., Svanadze A. M., Krylova N. S.* Possibilities of ultrasound method biliary tract examination in a diagnosis of biliary dysfunction. Medical business. 2019. No. 4. P. 82–83 (in Russian).
- 5. Kharitonova L. A., Zaprudnov A. M., Grigoriev K. I., Bogomaz L. V., Papysheva O. V., Kucherya T. V. Achievements in the study of biliary tract diseases in childhood. Experimental and clinical gastroenterology. 2018. No. 1. P. 4–13 (in Russian).
- 6. Angelis P. D., Tambucci R., Angelino G., Torroni F., Rea F., Abriola G. F., Foschia F., Caldaro T., Faraci S., Contini A. C., Romeo E., Dall'Oglio L. Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography in Pediatric

- Biliary Diseases. J. of Clinical Gastroenterology and Treatment. 2016. No. 1. P. 1–3.
- Banks J. S., Saigal G., D'Alonzo J. M., Bastos D'Almeida M., Nguyen N. V. Choledochal Malformations: Surgical Implications of Radiologic Findings. Gastrointestinal Imaging, 2018. No. 4. P. 748–760.
- 8. *Cui G. X., Huang H. T., Yang J. F., Zhang X. F.* Rare variant of pancreaticobiliary maljunction associated with pancreas divisum in a child diagnosed and treated by endoscopic retrograde cholangiopancreatography: A case report. World J. Clinical Cases. 2019. No. 7. P. 1073–1075.
- 9. Chamberlain R. S. Essential Functional

- Hepatic and Biliary. Anatomy for the Surgeon. No. 2. P. 51–55.
- Feng A., O'hara S. M., Gupta R., Fei L., Lin T. K. Normograms for the Extrahepatic Bile Duct Diameter in Children. J. of Pediatric Gastroenterology and Nutrition. 2017. No. 3. P. 61–64.
- 11. Lindholm E. B, Meckmongkol T., Feinberg J. A., Kim A., Ciullo S., Mallon M., Grewal H., Prasad R., Arthur L. G. Standardization of common bile duct size using ultrasound in pediatric patients. J. of pediatric surgery. 2019. 54 (6). P. 1123–1126.

#### Сведения об авторах

**Юсуфов Акиф Арифович,** доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России, заведующий отделением лучевой диагностики государственного бюджетного учреждения здравоохранения Тверской области «Детская областная клиническая больница».

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (960) 711-91-61. Электронная почта: usufov@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-9404-6768

**Yusufov Akif Arifovich,** M. D. Med., Head of the Radiology Department of the Federal State budgetary institution of higher education Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Head of the radiology department of the State budgetary institution of health care of the Tver region «Regional Pediatrics Clinical Hospital «. Address: 4, ul.. Sovetskaya, Tver, 170100, Russia.

Phone number: +7 (960) 711-91-61. E-mail: usufov@yandex.ru.

ORCID.org/0000-0002-9404-6768

**Медведева Мария Игоревна**, ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России.

Адрес: Россия, 170100, г. Тверь, ул. Советская, 4.

Телефон: +7(920)689-40-04. Электронная почта: kamanni91@rambler.ru

ORCID.org/0000-0002-4812-0664

**Medvedeva Maria Igorevna,** Assistant of the Department of Radiology of the Federal State budgetary institution of higher education Tver State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia. Address: 4, ul.. Sovetskaya, Tver, 170100, Russia.

Phone number: +7 (920) 689-40-04. E-mail: kamanni91@rambler.ru.

ORCID.org/0000-0002-4812-0664

**Плюхин Алексей Александрович,** ассистент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России.

Адрес: 170100, г. Тверь, ул. Советская, д. 4.

Телефон: +7 (904) 005-22-55. Электронная почта: dr-plyukhin@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-6949-8992

**Plyukhin Aleksey Aleksandrovich,** assistant of the Department of Radiation Diagnostics, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education, Tver State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia. Address: 4, ul. Sovetskaya, Tver, Russia, 170100. Phone number: +7 (904) 005-22-55. E-mail: dr-plyukhin@yandex.ru. ORCID.org/0000-0001-6949-8992

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 20.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 22.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 01.07.2021 г.



Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.

#### КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Клинические наблюдения. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-150-160

# Ультразвуковая диагностика карбункула почки (краткий обзор литературы и описание клинического случая у девочки 5 лет)

Е. В. Дмитриева\*, 1, М. Н. Буланов<sup>2, 3</sup>, В. Е. Лыков<sup>1</sup>, Т. В. Бархатова<sup>1</sup>

- <sup>1</sup>ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница», г. Владимир
- <sup>2</sup> ГБУЗ ВО «Областная клиническая больница», г. Владимир
- <sup>3</sup> Институт медицинского образования ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород

#### Реферат

В статье представлен случай дооперационной диагностики редкого варианта гнойно-воспалительного заболевания почек у детей — карбункула почки. Редкость патологии и ранний возраст ребенка (5 лет) определяли сложность клинической диагностики и значимость лучевых методов исследования. Диагноз был заподозрен на УЗИ и подтвержден на КТ. Ребенок был оперирован (резекция верхнего полюса почки), достигнуто клиническое выздоровление. Статья включает в себя иллюстративный материал и краткий обзор литературы, посвященный данной проблеме.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, карбункул почки, дети.

Тел.: +7 (492-2) 21-32-09. Электронная почта: doctordmitrieva@mail.ru

**Dmitriyeva Yekaterina Vladimirovna,** Ph. D. Med., Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Regional Clinical Children's Hospital.

Address: 34, ul. Dobrosel'skaya, Vladimir, 600016, Russia.

Phone number: +7 (492-2) 21-32-09. E-mail: doctordmitrieva@mail.ru

© Е. В. Дмитриева, М. Н. Буланов, В. Е. Лыков, Т. В. Бархатова.

<sup>\*</sup> Дмитриева Екатерина Владимировна, кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница». Адрес: 600016, г. Владимир, ул. Добросельская, д. 34.

#### **CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS**

Clinical reviews.

## Ultrasound Diagnostics of the Kidney Carbuncle (Brief Literature Review and Case Report of the Girl 5 Years Old)

E. V. Dmitriyeva\*, 1, M. N. Bulanov<sup>2, 3</sup>, V. E. Lykov<sup>1</sup>, T. V. Barhatova<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Regional Clinical Children's Hospital, Vladimir
- <sup>2</sup> Regional Clinical Hospital, Vladimir
- <sup>3</sup> Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Veliky Novgorod

#### **Abstract**

The article presents a case of preoperative diagnostics of a rare variant purulent-inflammatory kidney disease in children – the kidney carbuncle. The rarity of the pathology and the early child's age (5 years old) determined complexity of clinical diagnostics and the importance of radiation research methods. The diagnosis was suspected by ultrasound diagnostics and confirmed by CT. The child was operated on (resection of the upper pole of the kidney), and clinical recovery was achieved. The article includes illustrative material and a brief review of the literature on this problem.

Key words: Ultrasound Diagnostics, Carbuncle of a Kidney, Children.

#### Актуальность

Острый пиелонефрит — одно из наиболее частых воспалительных заболеваний у детей, по частоте он занимает 2-е место после воспалительных заболеваний органов дыхания и составляет 10-15 % всех болезней почек [5]. При этом диагностика осложненных, деструктивных форм пиелонефрита у детей очень сложна ввиду отсутствия специфических клинических проявлений и психофизиологических особенностей детского возраста. Этим определяется актуальность поиска объективных методов диагностики, на первое место среди которых выходит эхографическая визуализация патологического процесса.

**Цель** — демонстрация возможностей УЗД в дооперационной диагностике карбункула почки у ребенка.

#### Клинический пример

Девочка 5 лет заболела накануне, когда появились боли в животе, головная боль, гипертермия до 40°С, в связи с чем родители ребенка обратились за медицинской помощью к педиатру в ЦРБ. Педиатр направил девочку на консультацию к хирургу в областную детскую клиническую больницу с предварительным диагнозом острый аппендицит.

При поступлении: состояние тяжелое, температура 39 °С. Живот умеренно напряжен, болезненный преимущественно в правой половине. Перитонеальные симптомы сомнительные. В общем анализе крови лейкоцитоз 25,8 × 109/л с нейтрофильным сдвигом влево, СОЭ 3 мм/час; в общем анализе мочи: без патологии. С предваритель-



Рис. 1. Эхограмма в В-режиме: участок повышенной эхогенности в паренхиме верхнего полюса правой почки (стрелка)

ным диагнозом острый аппендицит девочка была направлена на ультразвуковое исследование.

При УЗИ: правая почка размерами  $77 \times 32 \times 26$  мм, толщина паренхимы 12 мм. Лоханка толщиной 2,5 мм, чашечки не расширены, форниксы острые. Мочеточник не определяется. В паренхиме верхнего полюса определяется участок повышенной эхогенности размерами  $26 \times 20 \times 20$  мм без четких контуров. Эхоструктура паренхимы в этой

зоне нарушена, рисунок пирамидок не прослеживается. При ЦДК кровоток в этой зоне не регистрируется (рис. 1). Эхоструктура остальных участков паренхимы не нарушена, корково-медуллярная дифференцировка четкая, кровоток сохранен. Левая почка размерами  $74 \times 32 \times 25$  мм, толщина паренхимы 12 мм. Лоханка размерами  $7 \times 4 \times 4$  мм, чашечки не расширены, форниксы острые. Эхоструктура паренхимы не нарушена, корково-медуллярная дифференцировка четкая. При ЦДК кровоток сохранен во всех отделах. Эхографическая картина расценена как наличие зоны ишемии в паренхиме верхнего полюса правой почки, вероятно, воспалительного генеза (карбункул?). Рекомендовано УЗИ в линамике.

Девочка была госпитализирована в инфекционное отделение. На фоне терапии двумя антибиотиками состояние ребенка оставалось тяжелым, сохранялись жалобы на боли в правом боку, гипертермия до 39 °C. В общем анализе крови отмечалось нарастание лейкоцитоза с 25,8 × 109/л до 33,3 × 109/л с нейтрофильным

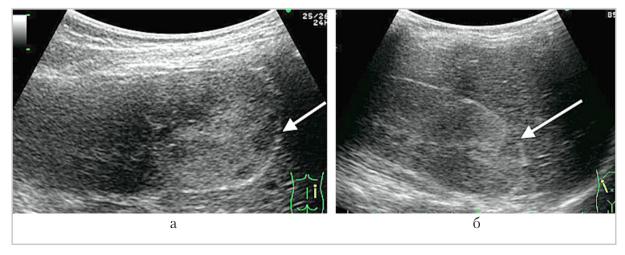


Рис. 2. Эхограммы правой почки на 4-е сут от начала заболевания. Появление подкапсульно расположенных неправильной формы гипоэхогенных включений (стрелки): a —дорзальный доступ;  $\delta$  — косолатеральный доступ

сдвигом влево, общий анализ мочи оставался нормальным.

При УЗИ на 3-и сутки от начала заболевания увеличились размеры правой почки до  $80 \times 33 \times 29$  мм с утолщением паренхимы до 14 мм. Ультразвуковая картина и размеры патологического образования в паренхиме верхнего полюса правой почки без существенной динамики.

Еще через сутки эхографически выявлено прогрессирующее увеличение размеров правой почки до  $86 \times 35 \times$ 30 мм и толщины ее паренхимы до 16 мм, а также нарастание размеров патологического очага в паренхиме ее верхнего полюса до  $37 \times 35 \times 30$  мм с отрицательной динамикой в его эхоструктуре в виде зоны повышенной эхогенности и отсутствии корково-медуллярной дифференцировки. Контур почки над верхним полюсом был умеренно неровным. В динамике определяются расположенные преимущественно подкапсульно неправильной формы гипоэхогенные участки размерами до 10 × 8 мм, окруженные повышенной эхогенности ободком (рис.  $2, a, \delta$ ).

При МСКТ забрюшинного пространства с внутривенным контрастным усилением в верхнем полюсе правой почки определяется зона пониженной плотности паренхимы с нечеткими неровными контурами, без признаков накопления контрастного вещества в артериальную и венозную фазы исследования. Паренхима почки на данном участке локально утолщена за счет отека, кортико-медуллярная дифференцировка нарушена. Достоверных данных за формирование абсцесса не выявлено. Капсула почки в зоне структурных изменений нечеткая, контур узурирован. Кортико-медуллярная дифференцировка неизмененных участков паренхимы почки отчетливая. Чашечно-лоханочная система (ЧЛС) не расширена, чашечки верхней группы деформированы. Паранефральная клетчатка в области верхнего полюса почки инфильтрирована (рис. 3).

Заключение: КТ-признаки выявленных структурных изменений верхнего полюса правой почки наиболее соответствуют карбункулу почки.

В связи с сохраняющимся тяжелым клиническим состоянием ребенка и нарастанием деструктивных изменений в паренхиме верхнего полюса правой почки по экстренным показаниям девочка взята в операционную. Выполнена люмботомия справа: верхний полюс правой почки серого цвета размерами 4 × 3 см с демаркационной линией. Структура паренхимы резко нарушена, некротизирована, размягчена. Лоханка не расширена. Моче-

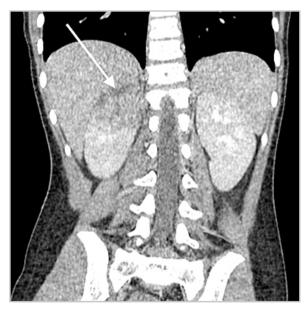


Рис. 3. Компьютерная томограмма забрюшинного пространства с внутривенным контрастным усилением — признаки структурных изменений верхнего полюса правой почки наиболее соответствуют карбункулу почки (стрелка)

точник диаметром до 0,4 мм. Нижний полюс почки розового цвета с единичными мелкими участками темного цвета. Учитывая признаки карбункула, решено выполнить резекцию верхнего полюса правой почки. По линии демаркации выполнен разрез капсулы и паренхимы циркулярно. Полюс удален. Сообщения с лоханкой нет. Послеоперационный диагноз: карбункул верхнего полюса правой почки.

При гистологическом исследовании ткань почки с массивным гнойно-некротическим воспалением, участками расплавления типа «медовых сот», кровоизлияниями, с участками геморрагических некрозов в субкапсулярной зоне, с наличием очагов типа лимфоидных фолликулов диффузно. Зона воспаления не отграничена, фиброзная капсула не визуализируется. Заключение: морфологическая картина соответствует карбункулу почки.

Послеоперационное течение гладкое, при УЗИ в первые сутки после операции правая почка размерами  $80 \times 42 \times 35\,$  мм, эхоструктура верхнего полюса правой почки нарушена на участке размерами  $36 \times 32 \times 30\,$  мм. Нижний фрагмент почки сохранен. Забрюшинная клетчатка справа умеренно утолщена до  $5-6\,$  мм, повышенной эхогенности.

При УЗИ через месяц после операции: правая почка уменьшилась до 68 × 26 × 24 мм, толщина паренхимы 11—12 мм. Эхоструктура паренхимы не нарушена, корково-медуллярная дифференцировка четкая. Наружный контур почки в области верхнего полюса неровный. Эхоструктура паренхимы верхнего полюса нарушена на участке размерами 19 × 17 × 17 мм с гиперэхогенными включениями размером до 6 мм (швы), корково-медуллярная дифференцировка

в этой зоне не прослеживается, при ЦДК кровоток не регистрируется (рис. 4).

Через 1,5 года после операции правая почка уменьшилась до 61 × 29 × 23 мм, толщина паренхимы 9-11 мм. Эхоструктура паренхимы в динамике неотчетливая, корково-медуллярная дифференцировка частично прослеживается. Наружный контур почки в области верхнего полюса умеренно неровный, в верхнем полюсе - очаг повышения эхогенности размерами около 1 см в диаметре (рубец) (рис. 5,  $a - \beta$ ). Выявлено снижение скорости кровотока в стволе правой почечной артерии. На внутривенной урографии диагностирована деформация верхней чашечнолоханочной группы.

Левая почка размерами  $79 \times 35 \times 30$  мм, толщина паренхимы 14 мм. Лоханка размерами  $7 \times 3 \times 3$  мм, чашечки не расширены, форниксы острые. Эхоструктура паренхимы не нарушена, корковомедуллярная дифференцировка четкая. При ЦДК кровоток сохранен во всех отделах.

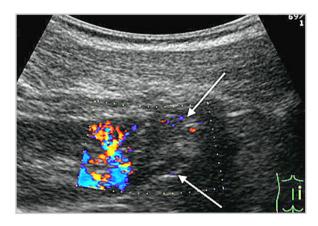


Рис. 4. Эхограмма в В-режиме и режиме ЦДК через 1 месяц после удаления карбункула верхнего полюса правой почки. Сохраняется нарушение эхоструктуры паренхимы верхнего полюса правой почки (показан стрелками). При ЦДК кровоток в этой зоне не регистрируется

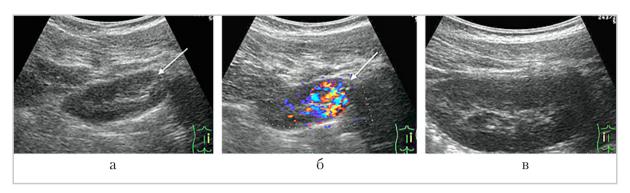


Рис. 5. Эхограммы через 1,5 года после удаления карбункула верхнего полюса правой почки: a, b — правая почка (стрелкой показан рубец в верхнем полюсе) уменьшена в размерах; b — левая почка

Описанный клинический случай подтверждает полученные нами литературные данные, прежде всего касающиеся редкости данной патологии, особенно у детей и подростков. В областной детской клинической больнице г. Владимира случай диагностики и лечения карбункула почки у девочки 5 лет, который мы представили вашему вниманию, стал единственным за 25 лет (с 1996 по 2020 г.).

Согласно морфологической классификации, различают три формы пиелонефрита: острого серозную, гнойную, гнойную со значительно выраженной мезенхимальной реакцией. Наиболее частой формой острого гнойного пиелонефрита является апостематозный (гнойничковый) пиелонефрит. Реже встречаются карбункул и абсцесс почки [5]. Механизмы формирования карбункула почки следующие: в почечную артерию попадает бактериальный тромб из отдаленного гнойного очага и возникает септический инфаркт почки (карбункул) в зоне кровоснабжения одной внутрипочечной артериальной ветви или нескольких более мелких артериальных веточек. Карбункул почки может развиться и при прогрессировании острого пиелонефрита в силу сдавления воспалительным инфильтратом крупного внутрипочечного сосуда или его тромбоза из-за развития воспалительного процесса в стенке сосуда в результате контакта с очагом периваскулярного воспаления [5]. Таким образом, карбункул почки — локальное гнойное воспаление с ишемией и некрозом паренхимы [1].

Гистологически он представлен зоной воспалительной инфильтрации с некротическими изменениями и тенденцией к гнойному размягчению [8].

Отсутствие соединения гнойного очага в почечной паренхиме с просветом ЧЛС определяет отсутствие пиурии, что дополнительно усложняет диагностику и обуславливает недопонимание между клиницистами и специалистами лучевой диагностики. Как продемонстрировал наш клинический пример, убедить клиницистов в том, что очаг воспаления локализуется в почке при нормальных анализах мочи, было достаточно сложно, несмотря на то что ультразвуковая картина объясняла отсутствие пиурии, ведь гнойный очаг не имел сообщения с ЧЛС почки.

В отличие от абсцесса карбункул почки характеризуется отсутствием перифокальных отграничивающих тканевых проявлений. Некоторыми авторами он рассматривается как конгломерат слившихся апостем и как промежуточная фаза формирования абсцесса почки. Последний представляется кистозной структурой с толстой неровной стенкой, в полости которой определяется взвесь, граница жидкость — жидкость. В отличие от абсцесса карбункул — это воспалительный очаг, не имеющий четких границ и капсулы [7, 8].

По данным J. A. Fernandez et al., впервые карбункул почки был описан в 1891 году и определен как ограниченный, многоячеистый гнойный процесс в почечной паренхиме, имеющий метастатическое происхождение у молодого мужчины со стафилококковой инфекцией кожи [12].

Все авторы подчеркивают редкость карбункула почки, располагают единичными собственными наблюдениями и единодушны в том, что своевременная диагностика этой патологии чрезвычайно трудна и в подавляющем большинстве случаев диагноз возможен лишь на операционном столе [1, 10, 11, 14].

В клинической картине данного заболевания на первый план выходят симптомы септической интоксикации, а локальная болезненность в области почек и характерный для пиелонефрита мочевой синдром могут отсутствовать, что затрудняет его своевременную диагностику [3].

Именно такая неспецифичность как клинических симптомов, так и лабораторных изменений имела место в собственном наблюдении.

Первый случай дооперационной диагностики почечного карбункула

при помощи УЗИ представлен в статье М. L. Gelman и L. B. Stone (1976) [13]. В последние десятилетия благодаря методам визуализации, к которым относится и УЗИ, стала возможной диагностика карбункулов почки на более ранней стадии, что влечет за собой более раннее начало специфической антибактериальной терапии, позволяющей в целом ряде случаев избежать хирургического вмешательства [6, 9].

В то же время УЗД карбункула почки на ранних этапах затруднена в связи с нечеткой эхографической картиной, когда карбункул выглядит как участок повышенной эхогенности в паренхиме почки, при этом воспалительный очаг не имеет четких границ и капсулы [3, 8]. Корково-медуллярная дифференцировка в этой зоне поражения почечной паренхимы не прослеживается, пораженная почка может быть увеличена [3]. В. Fallon и Ch. Gershon отмечают, что, по их данным, правая почка поражается чаще, чем левая, верхний полюс — чаще, чем нижний [11].

По данным М. И. Пыкова и соавт., использование ЦДК и ЭД в определенной мере позволяет более четко зафиксировать расположение патологического очага. В стадии деструкции в районе патологических изменений сосуды любого калибра не определяются. Видны только сосуды здоровых участков паренхимы, оттесненные карбункулом. Показатели сосудистого сопротивления при импульсной допплерометрии в видимых сосудах обычно сохраняют свои нормальные значения [7].

Показано, что карбункулы почки при ЭД визуализируются как аваскулярные дефекты паренхимы с четкими контурами, захватывая корковое и мозговое вещество одной почечной дольки

(одиночная форма поражения) или несколько соседних почечных долек (множественная форма поражения). Размеры аваскулярных дефектов паренхимы варьировали от 20 до 34 мм в диаметре. При малых размерах карбункулов (до 20 мм) ЭД у взрослых пациентов неэффективна [4].

Карбункул почки в нашем клиническом примере был заподозрен при первом УЗИ, на вторые сутки заболевания, в отличие от данных М. Д. Бакрадзе и соавт., отмечающих, что эхографически заподозрить очаговый гнойный процесс в почках можно не ранее 5-6-го дня болезни [2]. Однако, как показал наш клинический пример, в ранние сроки от начала заболевания карбункул почки характеризуется нечеткой ультразвуковой картиной, определяясь в виде зоны повышенной эхогенности с неровными нечеткими контурами с нарушением эхоструктуры паренхимы, отсутствием дифференцировки ее на корковое и мозговое вещество. Мы поддерживаем выводы, сделанные целым рядом авторов о том, что огромную помощь в диагностике карбункула почки оказывают ЦДК и ЭД, позволяющие уже в ранние сроки обнаружить в паренхиме почки аваскулярные зоны.

Представленный вашему вниманию клинический пример подтверждает огромную роль ультразвукового исследования в динамическом наблюдении за пациентами с карбункулом почки с целью оценки эффективности проводимой антибактериальной терапии и своевременного определения показаний к применению других лучевых методов исследования (МСКТ) и оперативному вмешательству при отсутствии эффекта от консервативного лечения с развитием отрицательной динамики как в состо-

янии пациента, так и в ультразвуковой картине патологического очага, что имело место в нашем случае. Необходимо отметить и роль УЗИ в отстроченном динамическом наблюдении за пациентами, перенесшими гнойный пиелонефрит с целью контроля состояния органа.

#### Выводы

- 1. Несмотря на редкую встречаемость карбункула почки, у врачей ультразвуковой диагностики должна существовать настороженность в отношении данной патологии.
- 2. При наличии неспецифической клинической картины с выраженными проявлениями токсемии, сопровождающимися воспалительными изменениями в общем анализе крови, несмотря на отсутствие изменений в общем анализе мочи, обязательно выполнение ультразвукового исследования почек с тщательной оценкой эхоструктуры паренхимы.
- 3. УЗИ почек при подозрении на карбункул должно выполняться в динамике и обязательно включать полипозицонное ЦДК и ЭД, позволяющие уже на ранних стадиях заболевания выявлять патологические изменения в виде аваскулярных зон, соответствующих зонам ишемии, и достоверно оценивать размеры патологического очага (очагов).
- 4. Сомнительные данные УЗИ являются показанием для выполнения других лучевых методов исследования, в том числе МСКТ с контрастированием.
- 5. Длительный динамический эхографический контроль за пациентами, перенесшими гнойно-воспалительные заболевания почек, позволя-

ет оценить процессы репарации и склероза, документировать структурные и гемодинамические изменения почки.

#### Список литературы

- 1. *Баиров Г. А., Рошаль Л. М.* Гнойная хирургия детей: руководство для врачей. Л.: Медицина, 1991. 272 с.
- 2. Бакрадзе М. Д., Зоркин С. Н., Зеликович Е. И., Кустова О. В., Дворяковская Г. М., Таточенко В. К., Чащина И. Л. Осложненные формы пиелонефритов у детей // Педиатрическая фармакология. 2013. Т. 10. № 2. С. 92—99.
- 3. *Капустин С. В.*, *Пиманов С. И.* Ультразвуковое исследование мочевого пузыря, мочеточников и почек. М.: Мед. литература, 2003. 128 с.
- 4. Максимов В. А., Борисик В. И., Прохоров А. В., Карпов В. К., Игнашин Н. С., Казаченко А. В., Андронов А. С., Шадури В. Р. Применение энергетической допплерографии при остром пиелонефрите // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2005. № 1. С. 11–17.
- 5. Нечипоренко Н. А., Нечипоренко А. Н. Неотложные состояния в урологии: учеб. пособие. Минск: Выш. шк., 2012. 400 с.
- 6. Ольхова Е. Б. Ультразвуковая диагностика заболеваний почек у детей. СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2006. 376 с.
- 7. Пыков М. И., Гуревич А. И., Труфанова А. В., Кошечкина Н. А., Швецова М. А. Детская ульгразвуковая диагностика в уронефрологии. М.: Издательский дом «Видар–М», 2007. 200 с.
- 8. Пыков М. И., Гуревич А. И., Кошечкина Н. А., Полещук Л. А., Швецова М. А. Детская ультразвуковая диагностика: учебник. Т. 2. Уронефрология. М.: Издательский дом «Видар-М», 2014. 240 с.

- 9. *Синякова Л. А., Берников Е. В., Лоран О. Б.* Функциональное состояние почек у больных, перенесших гнойный пиелонефрит. Вестник урологии. 2018. Т. 4. № 6. С. 49–59.
- 10. Costello A. J., Blandy J. P., Hately W. Percutaneous aspiration of renal cortical abscess. J. Urology. 1983. V. XXI. № 2. P. 201–204.
- 11. Fallon B., Gershon Ch. Renal carbuncle: diagnosis and management. J. Urology. 1981. V. XVII. № 4. P. 303–309.
- 12. Fernandez J. A., Miles B. J., Buck A. S., Gibbons R. P. Renal carbuncle: comparison between surgical open drainage and closed percutaneous drainage. J.Urology. 1985. V. XXV. № 2. P. 142–144.
- 13. *Gelman M. L., Stone L. B.* Renal carbuncle: early diagnosis by retroperitoneal ultrasound. J. Urology. 1976. V. VII. № 1. P. 103–107.
- 14. Steiß J. O., Hamscho N., Durschnabel M., Burchert D., Hahn A., Weidner W., Altin-kilic B. Nierenkarbunkel und perine-phritischer Abszessim Kindes und Jugendalter. J. Urology. 2014. V. 53. № 10. P. 1476–1481.

#### References

- 1. *Bairov G.A., Roshal L.M.* Purulent Surgery of Children: A Guide for Physicians. Leningrad: Medicine, 1991. 272 p. (in Russian).
- 2. Bakradze M. D., Zorkin S. N., Zelikovich E. I., Kustova O. V., Dvoryakovskaya G. M., Tatochenko V. K., Chashchina I. L. Complicated Forms of Pyelonephritis in Children. Pediatric pharmacology. 2013. V. 10. No. 2. P. 92–99 (in Russian).
- 3. *Kapustin S. V., Pimanov S. I.* Ultrasound Examination of the Bladder, Ureters and Kidneys. Moscow: Med. lit, 2003. 128 p. (in Russian).
- 4. Maksimov V. A., Borisik V. I., Prokhorov A. V., Karpov V. K., Ignashin N. S., Kazachenko

- A. V., Andronov A. S., Shaduri V. R. The Use of Energy Doppler Ultrasonography in Acute Pyelonephritis. J. Ultrasound and Functional Diagnostics. 2005. No. 1. P. 11–17 (in Russian).
- 5. *Nechiporenko N. A., Nechiporenko A. N.* Emergencies in urology. Minsk: Vysshaya shkola, 2012. 400 p. (in Russian).
- 6. *Olkhova E. B.* Ultrasound Diagnosis of Kidney Diseases in Children. Saint-Petersburg: Izdatel'skiy dom StPbMAPO, 2006. 376 p. (in Russian).
- 7. Pykov M. I., Gurevich A. I., Trufanova A. V., Koshechkina N. A., Shvetsova M. A. Pediatric Ultrasound Diagnostics in Uronephrology. Moscow: Izdatel'skiy dom Vidar M, 2007. 200 p. (in Russian).
- 8. Pykov M. I., Gurevich A. I., Koshechkina N. A., Poleshchuk L. A., Shvetsova M. A. Pediatric Ultrasound Diagnostics: V.2. Uronephrology. Moscow: Izdatel'skiy dom Vidar, M. 2014. 240 p. (in Russian).
- 9. Sinyakova L. A., Bernikov E. V., Loran O. B. Kidneys Functional State in Patients

- Suffered Purulent Pyelonephritis. Urology Herald. 2018. V. 6. No. 4. P. 49–59 (in Russian).
- 10. Costello A. J., Blandy J. P., Hately W. Percutaneous aspiration of renal cortical abscess. J. Urology. 1983. V. XXI. No. 2. P. 201–204.
- 11. *Fallon B., Gershon Ch.* Renal carbuncle: diagnosis and management. J. Urology. 1981. V. XVII. No. 4. P. 303–309.
- 12. Fernandez J. A., Miles B. J., Buck A. S., Gibbons R. P. Renal carbuncle: comparison between surgical open drainage and closed percutaneous drainage. J. Urology. 1985. V. XXV. No. 2. P. 142–144.
- 13. *Gelman M. L., Stone L. B.* Renal carbuncle: early diagnosis by retroperitoneal ultrasound. J. Urology. 1976. V. VII. No. 1. P. 103–107.
- 14. Steiß J. O., Hamscho N., Durschnabel M., Burchert D., Hahn A., Weidner W., Altinkilic B. Nierenkarbunkel und perinephritischer Abszessim Kindes und Jugendalter. J. Urology. 2014. V. 53 No. 10. P. 1476–1481.

#### Сведения об авторах

**Дмитриева Екатерина Владимировна,** кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики отделения ультразвуковой и функциональной диагностики ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница». Адрес: 600016, г. Владимир, ул. Добросельская, д. 34.

Тел.: +7 (492-2) 21-32-09. Электронная почта: doctordmitrieva@mail.ru

**Dmitriyeva Yekaterina Vladimirovna,** Ph. D. Med., Ultrasound and Functional Diagnostics Department, Regional Clinical Children's Hospital.

Address: 34, ul. Dobrosel'skava, Vladimir, 600016, Russia.

Phone number: +7 (492-2) 21-32-09. E-mail: doctordmitrieva@mail.ru

**Буланов Михаил Николаевич,** доктор медицинских наук, заведующий отделом ультразвуковой диагностики ГБУЗ ВО «Областная клиническая больница», профессор кафедры внутренних болезней Института медицинского образования ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого», г. Великий Новгород.

Адрес: 600023, г. Владимир, Судогодское шоссе, д. 41.

Тел.: +7 (492-2) 32-90-14. Электронная почта: doctorbulanov@gmail.com

**Bulanov Mikhail Nikolayevich,** M. D. Med., Head of Diagnostic Department, Regional Clinical Hospital, Professor of Department of Internal Medicine, Institute of Medical Education, Yaroslav-the-Wise Novgorod State University, Velikiy Novgorod.

Address: 41, Sudogodskoye shosse, Vladimir, 600023, Russia.

Phone number: +7 (492-2) 32-90-14. E-mail: doctorbulanov@gmail.com

#### Клинические наблюдения и краткие сообщения Clinical reviews and short reports

**Лыков Валерий Евгеньевич,** заведующий хирургическим отделением ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница».

Адрес: 600016, г. Владимир, ул. Добросельская, д. 34.

Тел.: +7 (492-2) 21-42-45. Электронная почта: lyk-doctor@yandex.ru

Lykov Valeriy Yevgen vevich, Head, Department of Surgery, Regional Clinical Children's Hospital.

Address: 34, ul. Dobrosel'skaya, Vladimir, 600016, Russia.

Phone number: +7 (492-2) 21-42-45. E-mail: lyk-doctor@yandex.ru

**Бархатова Татьяна Валерьевна**, кандидат медицинских наук, заведующая инфекционным отделением ГБУЗ ВО «Областная детская клиническая больница».

Адрес: 600016, г. Владимир, ул. Добросельская, д. 34.

Тел.: +7 (492-2) 21-12-90. Электронная почта: barhatova74@mail.ru

Barkhatova Tat'yana Valer'yevna, Ph. D. Med., Head, Department of Infections, Regional Clinical Children's Hospital.

Address: 34, ul. Dobrosel'skaya, Vladimir, 600016, Russia.

Phone number: +7 (492-2) 21-12-90. E-mail: barhatova74@mail.ru

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 19.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 23.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 27.06.2021 г.

Радиология — практика. 2021. № 5. Radioilogy — practice. 2021. No. 5.



#### КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Клинические наблюдения. https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-5-161-170

# Возможности ранней ультразвуковой диагностики синдрома Херлина — Вернера — Вундерлиха (клинические наблюдения)

Ф. Ш. Мамедова\*, 1, 2, Е. А. Филиппова<sup>1, 2</sup>, З. К. Батырова<sup>1</sup>, З. Х. Кумыкова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, кафедра лучевой диагностики детского возраста

#### Реферат

Херлина — Вернера — Вундерлиха синдром или OHVIRA (Obstructed hemivagina and ipsilateral renal anomaly), является редкой разновидностью порока удвоения матки и влагалища (0,1–10 % от всех аномалий матки) и характеризуется триадой симптомов: полным удвоением матки и влагалища с аплазией нижних отделов гемивагины и ипсилатеральной дисгенезией почки. Манифест заболевания приходится на период становления менструальной функции, сопровождается выраженным болевым синдромом, приводит к грозным осложнениям и органоуносящим операциям с нарушением фертильности. В более раннем возрасте может проявляться инфекцией мочеполовой системы. Диагноз основывается на клинико-анамнестических данных и инструментальных методах, наиболее доступным и безопасным из которых является ультразвуковое исследование (УЗИ). В данной статье

Адрес: 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4. Тел.: +7 (495) 438-85-42. Электронная почта: fmamedova@yandex.ru ORCID.org/0000-0003-1136-7222

Mamedova Fatima Shapievna, Ph. D. Med., doctor of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Ministry of Health of Russia, Assistant at the Department of Radiation Diagnostics of Children, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 4, ul. ac. Oparina, 117997, Moscow, Russia. Tel.: +7 (495) 438-85-42. E-mail: fmamedova@yandex.ru ORCID.org/0000-0003-1136-7222

© Ф. Ш. Мамедова, Е. А. Филиппова, З. К. Батырова, З. Х. Кумыкова.

<sup>\*</sup> Мамедова Фатима Шапиевна, кандидат медицинских наук, врач отдела ульгразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, ассистент кафедры лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

представлены три наблюдения пациенток 5-6-летнего возраста с описанием УЗ-картины синдрома OHVIRA.

**Ключевые слова:** синдром Херлина — Вернера — Вундерлиха, OHVIRA, гартнеров ход, ультразвуковое исследование малого таза.

#### **CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS**

Clinical reviews.

## Possibilities of Early Ultrasound Diagnostics of the Herlin — Werner — Wunderlich syndrome (Case Report)

F. Sh. Mamedova\*, 1, 2, E. A. Filippova<sup>1, 2</sup>, Z. K. Batyrova<sup>1</sup>, Z. H. Kumykova<sup>1</sup>

- <sup>1</sup> Neonatology and Pediatrics of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology, Ministry of Healthcare of Russia
- <sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia, the Department of Radiation Diagnostics of Children

#### **Abstract**

Herlin — Werner — Wunderlich syndrome or OHVIRA (Obstructed hemivagina and ipsilateral renal anomaly) is a rare type of uterine and vaginal doubling defect (0,1-10,0%) of all uterine abnormalities) which is characterized by a triad of symptoms: uterus didelphys, unilateral obstructed hemivagina, and ipsilateral renal dysgenesis. The manifestation of the disease usually present after menarche, is accompanied by severe pain syndrome, leads to redoubted complications and organ-carrying operations with decreasing the fertility. At an earlier age, it can manifest itself as an infection of the genitourinary system. The diagnosis is based on clinical and anamnestic data using instrumental methods, the most accessible and safe of which is ultrasound. This article presents three clinical cases of patients 5-6 years old with a description of the ultrasound picture of the OHVIRA syndrome.

Key words: Herlin — Werner — Wunderlich Syndrome, OHVIRA, Gartner's Course, Pelvic Ultrasound.

#### Актуальность

Аномалии половых органов, как правило, возникают на раннем этапе эмбрионального развития из-за нарушения слияния мюллеровых (парамезонефральных) протоков и составляют около 4,3–6,7 % всей гинекологической патологии. В результате тесной эмбриогенетической связи мочевой и половой систем человека аномалии мочевой системы в 33,0 % случаев связаны с пороками половых органов и составляют

одну из самых многочисленных групп аномалий [3, 5]. Наиболее часто встречаются удвоение, двурогая матка, внутриматочная перегородка, однорогая матка, и если нет препятствия оттоку менструальной крови, они протекают бессимптомно и проявляются у 12–18 % женщин с привычным невынашиванием беременности [1]. При всем многообразии пороков удвоения матки клиницисты выделяют синдром Хер-

лина — Вернера — Вундерлиха (ХВВ), так как он в подавляющем большинстве случаев (от 92,0 до 100 %) [1, 4] сочетается с агенезией почки на стороне аплазии влагалиша. Заболевание в основном проявляется с менархе в виде альгодисменореи с характерным нарастанием болевого синдрома с каждой последующей менструацией. Из-за скопления менструальной крови в обструктивном влагалище при обследовании выявляют объемное образование в области малого таза. На начальном этапе развития недуга диагностику затрудняют регулярный менструальный цикл и отсутствие каких-либо клинических проявлений в межменструальном периоде. Продолжительность этого этапа занимает несколько месяцев, а исход напрямую зависит от оказания своевременной специализированной помощи. Недостаточная осведомленность клиницистов о связи аномалий матки с односторонней аномалией почек приводит к поздней диагностике, дети с «острым животом» подвергаются необоснованным аппендэктомиям, диагностическим лапаротомиям, лапароскопиям, резекции или удалению придатков матки [1, 4, 5]. В связи с этим особенно актуальным становится доклиническое выявление порока наиболее доступным способом — с помощью УЗИ. Точность диагностики повышает целенаправленный поиск варианта удвоения матки у детей с агенезией (дисгенезией) почки в анамнезе.

**Цель:** демонстрация возможности УЗ-оценки состояния внутренних гениталий при синдроме OHVIRA на примере пациенток нейтрального периода.

#### Клиническое наблюдение 1

Ребенок К., 6 лет.

Жалобы: активно не предъявляет.

История заболевания: в связи с болями в животе (вверху справа) проведено УЗИ по месту жительства. УЗИ почек: аплазия правой почки, викарная гиперплазия левой почки без структурных изменений. Эхо-признаки гипотонии дистального отдела левого мочеточника. УЗИ малого таза: матка и яичники по возрасту. В проекции малого таза справа от матки определяется анэхогенное образование неправильной округлой формы, деформирующее контур мочевого пузыря, размером 38 × 16 × 19 мм, аваскулярное при ЦДК.

Боли купировались самостоятельно. Диагноз: острый живот снят.

Объективно: физическое и половое развитие соответствует возрасту и полу.

*Гинекологический статус:* наружные половые органы сформированы правильно.

*Диагноз*: параовариальная киста справа? Аплазия правой почки.

Заключение: с целью уточнения диагноза показано проведение УЗИ органов малого таза.

Результаты УЗИ представлены на рис. 1,  $a-\epsilon$ .

УЗ-заключение: полное удвоение матки, мукокольпос справа. Агенезия правой почки. Диагноз: порок развития мочеполовой системы. Удвоение матки и влагалища с дистальной аплазией правого влагалища. Агенезия правой почки.

#### Клиническое наблюдение 2

Ребенок Н., 5 лет.

Жалобы: не предъявляет.

История заболевания: мультикистозная дисплазия правой почки в анамнезе, наблюдается у нефролога. В возрасте до года по данным УЗИ органов малого таза выявлено удвоение матки, двусторонний мукокольпос.

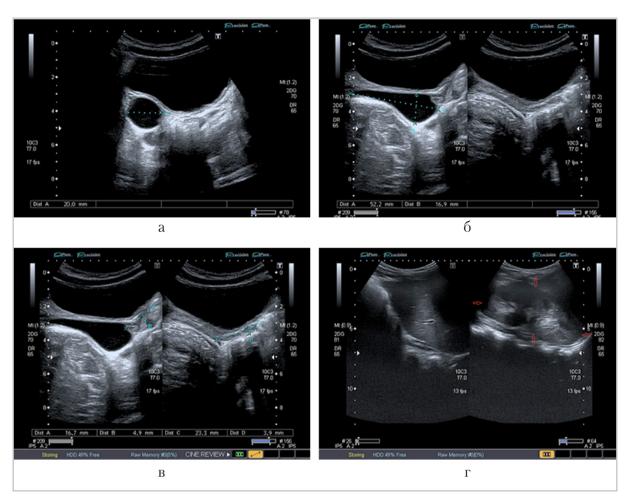


Рис. 1. Эхограммы, трансабдоминальное (ТА) сканирование: a- поперечное ТА-сканирование. Позади мочевого пузыря, справа от срединной линии, определяется анэхогенное включение округлой формы с тонкими ровными стенками d 20 мм;  $\delta-$  продольное ТА-сканирование, использована функция разделения экрана. Определяются две матки цилиндрической формы, влагалище справа  $52 \times 17$  мм, расширено на протяжении (маркеры); в- тот же ребенок, матки обозначены маркерами, правая  $17 \times 5$  мм, левая  $23 \times 4$  мм;  $\partial-$  продольное ТА сканирование по переднеаксиллярным линиям, использована функция разделения экрана. Справа — печень, отсутствует изображение почки, слева — почка в типичном месте (стрелки)

*Объективно:* физическое и половое развитие соответствует возрасту и полу.

Гинекологический статус: наружные половые органы сформированы правильно. При натуживании виден край образования (мукокольпоса), который не выходит за границу нижнего полюса гимена.

*Диагноз*: удвоение матки, двусторонний мукокольпос. Мультикистозная дисплазия правой почки.

Заключение: с целью уточнения состояния внутренних гениталий рекомендуется проведение УЗИ органов малого таза.

Результаты УЗИ представлены на рис. 2,  $a - \epsilon$ .



Рис. 2. Эхограммы, трансабдоминальное (ТА) сканирование: a- поперечное ТАсканирование. Позади мочевого пузыря, справа от срединной линии, определяются два тела матки размерами 11 мм и 8 мм (маркеры), правая — с небольшим жидкостным скоплением в полости; b- продольное ТА-сканирование, использована функция разделения экрана. Справа — тело матки b- правое влагалище, содержимое анэхогенное, однородное; b- справа на разделенном экране расширенное правое влагалище в поперечном сечении, с дополнительным анэхогенным включением по латеральной стенке диаметром b- мм (маркеры). Слева — это же включение в продольной плоскости вытягивается вдоль правой стенки влагалища, неравномерно расширено от b- мм, сужаясь кверху — расширенный гартнеров ход

*УЗ-заключение*: полное удвоение матки, мукокольпос, мукометра справа. Расширение гартнерова хода справа.

Диагноз: порок развития мочеполовой системы. Удвоение матки и влагалища с дистальной аплазией правого влагалища. Расширение гартнерова хода

справа. Мультикистозная дисплазия правой почки.

#### Клиническое наблюдение 3

Ребенок У., 5 лет. Жалобы при поступлении на дискомфорт в промежности, желтоватые выделения из половых путей.

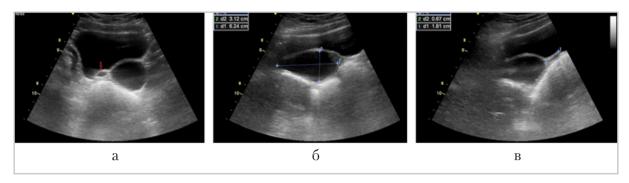


Рис. 3. Эхограммы, ТА-сканирование: a — поперечное сканирование, позади мочевого пузыря под *красной стрелкой* — правая матка; слева от нее определяется анэхогенная структура с однородным содержимым;  $\delta$  — при продольном сканировании она вытягивается в овальной формы структуру  $62 \times 31$  мм — расширенное влагалище;  $\epsilon$  — маркерами обозначено тело левой матки с шейкой размерами  $18 \times 7$  мм

Из анамнеза: за 6 мес до настоящего обращения появились жалобы на боль в области промежности, периодическую боль в животе. По данным УЗИ обнаружено отсутствие левой почки; КТ-признаки кисты малого таза. Проведены: лапаротомия, ревизия, санация брюшной полости. Выписана с диагнозом: киста малого таза. Еще через 4 мес госпитализация с жалобами на тупую боль в животе, больше в левых боковых отделах. По данным МРТ: картина объемного полостного образования в малом тазу с признаками кисты левого яичника. Проведено: цистоскопия, кольпоскопия, пункция гартнерова хода. Ход операции: просвет влагалища сомкнут за счет выпячивания левой стенки от преддверия до верхнего свода. Шейка матки деформирована. Произведена пункция образования — получено 5 мл мутной желтоватой жилкости.

Объективно: физическое и половое развитие соответствует возрасту и полу.

*Гинекологический статус:* наружные половые органы сформированы правильно.

Жидкостная вагиноскопия: по левой стороне определяется выбухающая

стенка рудиментарного влагалища, шейка матки с эктопией сводов. Слизистая оболочка гиперемирована, с инъекцией сосудов.

УЗИ почек: агенезия левой почки. УЗИ органов малого таза: полное удвоение матки, мукокольпос слева.

Клинический заключительный диагноз: подострый вагинит. Порок развития мочеполовых органов. Агенезия левой почки. Удвоение матки и влагалища с дистальной аплазией левого влагалища. Состояние после двух оперативных вмешательств.

На рис. 3, a-s представлены изображения левой матки с расширенным влагалищем.

Отдельно необходимо уточнить: во всех вышеприведенных примерах яичники изменены не были, что исключает яичниковую природу кистозной полости, обнаруженной в малом тазу.

#### Обсуждение

Аномалии строения имеют многочисленные варианты, и только при истинном удвоении (uterus didelphus) матки полностью разъединены складкой брюшины. В остальных случаях удвоен-

ные органы тесно соприкасаются друг с другом или имеют одну общую стенку. УЗ-диагностика в таких случаях основана на визуализации двух М-эхо при поперечном сканировании, что не представляет особой сложности у детей пубертатного периода, когда секреторный эндометрий повышенной эхогенности во II фазу цикла утолщается до 8–15 мм. У детей младшей возрастной категории, особенно в период гормонального покоя, эндометрий либо не определяется, либо представляет собой тонкую структуру не более 2-3 мм, поэтому определение вариантов удвоения матки затруднено и приводит к ложным заключениям о правильном строении. Кроме того, матка в нейтральном периоде имеет узкую цилиндрическую форму, ее длина в норме не превышает 35-40 мм вместе с шейкой, что сопоставимо с размерами рудиментов, поэтому пороки с отсутствием нормально сформированного органа правомочно оценивать только в период полового созревания. Исключением из этого правила можно считать синдром ХВВ, когда обструктивная гемивагина накапливает в себе выделяемый секрет. расширяется и определяется в виде кистозной полости сбоку от второй, неизмененной, матки. При УЗИ такое содержимое выглядит однородным анэхогенным, однако истинный компонент может быть геморрагическим (половой криз с менструальноподобными выделениями) или слизистым (отделяемое собственных желез шейки и влагалища). Это состояние протекает бессимптомно, выявляется случайно при проведении УЗИ смежных органов, со временем стерильный секрет самостоятельно рассасывается. Тактика ведения таких пациенток предусматривает осмотры 1 раз в 1–2 года до пубертата, а с наступлением менструальной функции проводится пластика по типу «овального окна» общей вагинальной стенки для дренирования менструальной крови из замкнутого влагалища [1, 4, 5]. Рецидивирующие вульвовагинит, инфекция мочевыводящих путей, нарастание в динамике размеров гидрокольпоса могут быть проявлением эктопии мочеточника при гипоплазированной мультикистозной почке. Постоянный приток мочи в обструктивную гемивагину приводит к воспалению вплоть до пиокольпоса и проявляется уже в раннем детском возрасте.

Лечение пациенток в этом случае направлено на устранение причины, а именно уретеронефрэктомии диспластичной почки, а пластика влагалища также откладывается до пубертатного возраста [2, 4, 5].

#### Выводы

- 1. Девочкам с агенезией или мультикистозной дисплазией почки в анамнезе должен быть проведен УЗИ-скрининг органов малого таза для выявления удвоения матки.
- 2. При обнаружении кисты в малом тазу на стороне отсутствующей почки необходим детальный осмотр матки и яичников, учитывая небольшие размеры органов и объективные трудности визуализации.
- 3. Знание эхосемиотики синдрома XBB позволяет избежать необоснованных неоднократных инвазивных вмешательств, минимизирует использование дорогостоящих дополнительных методов визуализации (MPT).
- 4. Дети с выявленным пороком удвоения матки, осложненным аплазией части влагалища, должны

находиться под наблюдением гинеколога детского и юношеского возраста для своевременного планового оперативного вмешательства в специализированном центре третьего уровня — до появления клинических симптомов.

#### Список литературы

- 1. Адамян Л. В, Сибирская Е. В., Арсланян С. А., Журавлева С. А., Смаль Т. А. Патология развития матки и влагалища у девочек и девушек с нарушением оттока менструальной крови // Акушерство и гинекология. 2015. № 4. С. 36–39.
- 2. Алиева К. Х., Кохреидзе Н. А., Сухоцкая А. А. и др. Синдром Herlyn Werner Wunderlich в препубертатном периоде (обзор литературы и клинические наблюдения) // Андрология и генитальная хирургия. 2020. № 4. С. 60–67.
- 3. Васильев А. О., Говоров А. В., Пушкарь Д. Ю. Эмбриональные аспекты врожденных аномалий почек и мочевых путей (САКИТ-синдром) // Вестник урологии. 2015. № 2. С. 47–60.
- 4. Han J. H., Lee Y. S., Im Y. J., Kim S. W., Lee M.-J., Han S. W. Clinical Implications of Obstructed Hemivagina and Ipsilateral Renal Anomaly (OHVIRA) Syndrome in the Prepubertal Age Group. 2016. PLoS ONE 11(11): e0166776.
- Tan S. W., Laksmi N. K., Yap T.-L. et al. Preventing the O in OHVIRA (Obstructed Hemivagina Ipsilateral Renal Agenesis): Early Diagnosis and

Management. J. of Pediatric Surgery. 2020. No. 55 (7). P.1377 T.-L. 1380

#### References

- 1 Adamyan L. V., Sibirskaya E. V., Evdokimov A. I., Arslanyan K. N., Zhuravlev S. A., Smal T. A. Pathology of the uterus and vagina in girls and young women in violation of the outflow of menstrual blood. Obstetrics and Gynecology. 2015. No. 4. P. 36–39 (in Russian).
- 2 Alieva K. Kh., Kokhreidze N. A., Sukhotskaya A. A. et al. Herlyn-Werner-Wunderlich syndrome in the prepubescent period (literature review and clinical observations). Andrology and genital surgery. 2020. No. 4. P. 60–67 (in Russian).
- 3 Vasilyev A. O., Govorov A. V., Pushkar D. Y. Embryological aspects of congenital anomalies of the kidney and urinary tract (CAKUT). Vestnik Urologii. 2015. No. 2. P. 47–60 (in Russian).
- 4 Han J. H., Lee Y. S., Im Y. J., Kim S. W., Lee M.-J., Han S. W. Clinical Implications of Obstructed Hemivagina and Ipsilateral Renal Anomaly (OHVIRA) Syndrome in the Prepubertal Age Group. 2016. PLoS ONE 11(11): e0166776.
- 5 Tan Y. G., Laksmi N. K., Yap T.-L. et al. Preventing the O in OHVIRA (Obstructed Hemivagina Ipsilateral Renal Agenesis): Early Diagnosis and Management. J. of Pediatric Surgery. 2020. No. 55 (7). P. 1377–1380.

#### Сведения об авторах

Мамедова Фатима Шапиевна, кандидат медицинских наук, врач отдела ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, ассистент кафедры лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

Адрес: 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: +7 (495) 438-85-42. Электронная почта: fmamedova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0003-1136-7222

Mamedova Fatima Shapievna, Ph. D. Med., doctor of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Ministry of Health of Russia, Assistant at the Department of Radiation Diagnostics of Children, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 4, ul. Ac. Oparina, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 438-85-42. E-mail: fmamedova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0003-1136-7222

Филиппова Елена Александровна, кандидат медицинских наук, заведующая отделом ультразвуковой диагностики в неонатологии и педиатрии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России, доцент кафедры лучевой диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

Адрес: 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: 8 (495) 438-85-42. Электронная почка: fla77@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-4964-1736

Filippova Elena Aleksandrovna, Ph. D. Med., Head of the Department of Ultrasound Diagnostics in Neonatology and Pediatrics of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology, Ministry of Health of Russia, Associate Professor at the Department of Radiation Diagnostics of Children, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 4, ul. Ac. Oparina, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 438-85-42. E-mail: fla77@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-4964-1736

**Батырова Залина Кимовна,** кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник 2-го гинекологического отделения (гинекологии детского и юношеского возраста) ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России.

Адрес: 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: 8 (495) 438-85-42. Электронная почта: linadoctor@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-4997-6090

**Batyrova Zalina Kimovna,** Ph. D. Med., senior researcher, at the Department of Pediatric and adolescent gynecology of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology, Ministry of Health of Russia.

Address: 4, ul. Ac. Oparina, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 438-85-42. E-mail: linadoctor@mail.ru

ORCID.org/0000-0003-4997-6090

**Кумыкова Заира Хасановна,** кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник 2-го гинекологического отделения (гинекологии детского и юношеского возраста) ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Минздрава России.

Адрес: 117997, Россия, Москва, ул. Академика Опарина, д. 4.

Тел.: 8 (495) 438-85-42. Электронная почта: zai-kumykova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-7511-1432

**Kumykova Zaira Khasanovna,** Ph. D. Med., senior researcher, at the Department of Pediatric and adolescent gynecology of National Medical Research Center of Obstetrics, Gynecology, and Perinatology, Ministry of Health of Russia.

Address: 4, ul. Ac. Oparina, 117997, Moscow, Russia.

Phone number: +7 (495) 438-85-42. E-mail: zai-kumykova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-7511-1432

#### Финансирование исследования и конфликт интересов.

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют,

что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 22.06.2021 г. Дата одобрения после рецензирования: 27.06.2021 г. Дата принятия статьи к публикации: 28.06.2021 г.

#### Информация для авторов статей

С начала 2011 г. издание «Радиология — практика» входит в Перечень российских рецензируемых научных журналов ВАК, в которых могут быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

В соответствии с действующим Перечнем рецензируемых научных изданий (по состоянию на 09.12.2019 г.) для публикации в журнал принимаются материалы, которые соответствуют научной специальности **14.01.13** — **Лучевая диагностика, лучевая терапия** (медицинские науки).

Впервые среди журналов нашего профиля появилась возможность представлять видеоролики как иллюстративный материал к статьям, лекциям и клиническим примерам.

Вы всегда можете воспользоваться этой возможностью и прислать видеоролики диагностических исследований в форматах avi, mpeg, mov размером до 250 Мб при подаче статьи в журнал «Радиология — практика».

#### Поздравление с юбилеем Корниенко В. Н.



18 октября 2021 г. исполнилось 85 лет выдающемуся нейрорентгенологу Российской Федерации, заслуженному врачу, лауреату Государственной премии РФ в области науки и техники, лауреату премии Правительства РФ, академику РАН, профессору Валерию Николаевичу Корниенко. Являясь основоположником российской нейрорентгенологии, профессор В. Н. Корниенко внес бесценный вклад в становление и развитие нейрорентгенологии как самостоятельной медицинской дисциплины.

Стоя у истоков отечественной нейрорентгенологии и на протяжении почти полувека бессменно руководя отделением нейрорентгенологических методов диагностики Научно-исследовательского института нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко (ныне — НМИЦ нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко), профессор В. Н. Корниенко стал легендарной личностью в российской и мировой нейрорентгенологии.

После окончания университета в г. Ростове-на-Дону в 1959 г., последовательно работая сначала в Мурманске врачом-травматологом, затем, переехав в Москву (1962) и поступив в ординатуру по нейрохирургии, Валерий Николаевич решает посвятить себя нейрорентгенологии, клиническим исследованиям в изучении работы головного и спинного мозга. За последующие не одно десятилетие своей трудовой деятельности, пройдя путь от врача-ординатора (1962) до заведующего одним из самых востребованных и уникально оснащенных нейрорентгенологических отделений Советского Союза (1978), профессор В. Н. Корниенко становится ведущим нейрорентгенологом страны. Диагностика и лечение онкологических и сосудистых заболеваний, травматических поражений, дегенеративных и инфекционных процессов головного и спинного мозга, базирующихся на таких наукоемких высокотехнологичных методах исследования, как магнитно-резонансная томография, рентгеновская компьютерная томография, ангиография становятся делом всей его жизни.

В. Н. Корниенко впервые в стране начал применять тотальную ангиографию сосудов головного мозга с катетеризацией дуги аорты через бедренную артерию. В 1967 г. им была успешно защищена кандидатская диссертация на тему «Тотальная церебральная ангиография», а в 1977 г. — докторская дис-

сертация на тему «Функциональная церебральная ангиография», определившая новое направление в изучении прижизненной патофизиологии мозгового кровообращения.

Обладая характером незаурядного руководителя и являясь профессионалом своего дела, В. Н. Корниенко никогда не останавливался на достигнутом. Его таланту и организаторским способностям завидовали не только маститые коллеги, но и чиновники различных уровней, с помощью подписей которых порой решались судьбоносные вопросы приобретения уникального высокотехнологичного оборудования. Так, уже в 1978 г. в его отделении появляется первый компьютерный томограф для исследования головного мозга, а в 1986 г. — и первый магнитнорезонансный томограф с напряженностью магнитного поля 0,02 Тл. В 1985 г. выходит в свет первая монография профессоров А. Н. Коновалова и В. Н. Корниенко «Компьютерная томография в нейрохирургической клинике», в которой обобщен опыт применения КТ в НИИ нейрохирургии. В 1988 г. авторам этой монографии Академией медицинских наук СССР была присуждена премия имени академика Н. Н. Бурденко.

Профессор Валерий Николаевич Корниенко по праву является пионером комплексного изучения и внедрения возможностей современных высокотехнологичных диагностических методов КТ- и МР-томографии в нейрохирургическую практику в нашей стране. На основе применения этих методов подробно изучены многие вопросы диагностики различной патологии центральной нервной системы, вопросы дифференциальной дооперационной диагностики и послеоперационной оценки состоя-

ния больных. Использование новейших технологий и достижений науки позволило уже в конце XX века развивать неинвазивные и малоинвазивные методы диагностики сосудов головного мозга и шеи, а немногим позже — создать и развивать целый ряд новых перспективных направлений в изучении функций кровообращения на основе методов диффузионного и перфузионного картирования. Под руководством профессора В. Н. Корниенко создан целый ряд новых направлений, изучающих дегенеративные и демиелинизирующие заболевания ЦНС, процессы ликворокинетики и ликвороциркуляции, сложные метаболические процессы мозга. Получили теоретическое развитие и практическое внедрение клиническая МР-спектроскопия, диффузионно-тензорная трактография, а также функциональная МРТ — методика, позволяющая определить функционально значимые зоны мозга, локализация которых первостепенна в предоперационном планировании, являются приоритетными и перспективными направлением в клинической нейрорентгенологии, а также в фундаментальных исследованиях по изучению работы мозга и организации сознания. Изданное в 2009 г. в России и за рубежом (издательство Springer) трехтомное руководство по нейрорентгенологии «Диагностическая нейрорадиология» в соавторстве с И. Н. Прониным, признано лучшей монографией года и удостоено премии имени академика Н. Н. Бурденко за 2010 г.

Результаты научной деятельности профессора В. Н. Корниенко широко освещены в отечественных и зарубежных изданиях: он автор более 680 научных публикаций, в том числе 24 монографий, нескольких десятков глав в книгах, 4-х

изобретений. Он является членом редакционных коллегий 7 ведущих научных печатных изданий, создателем и организатором Российского общества нейрорадиологов (2012), а также почетным членом российских и зарубежных обществ по радиологии и нейрорадиологии. При консультации и под руководством профессора В. Н. Корниенко защищены более 50 кандидатских и докторских диссертаций. Созданная им школа отечественных нейрорентгенологов ежегодно подготавливает более 100 специалистов в области нейрорадиологии из разных регионов Российской Федерации. Сегодня на постсоветском пространстве трудятся специалисты, получившие путевку в нелегкую профессию нейрорадиолога именно в стенах НМИЦ нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко.

За долгие годы работы профессор В. Н. Корниенко всегда отличался качествами многогранного исследователя с широким кругом научных интересов, оригинальностью поставленных задач и новизной проводимых исследований. Отделение, которое он создал, соблюдая устоявшиеся за многие годы традиции исключительного профессионализма и высокого научного потенциала, продолжает и развивает начатое им благородное и нужное людям дело!

#### Дорогой Валерий Николаевич!

Мы, Ваши ученики и коллеги, поздравляем Вас со знаменательной датой — 85-летием!
Вы — золотая эпоха отечественной нейрорентгенологии!
От всего сердца желаем Вам крепкого здоровья, неиссякаемой жизненной энергии, счастья и благополучия на долгие-долгие годы!

Коллеги Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии (НМИЦН) имени академика Н. Н. Бурденко. Коллеги отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики НМИЦН имени академика Н. Н. Бурденко. Коллеги Национального общества нейрорадиологов. Коллеги Российского общества рентгенологов и радиологов. Редакция журнала «Радиология — практика».

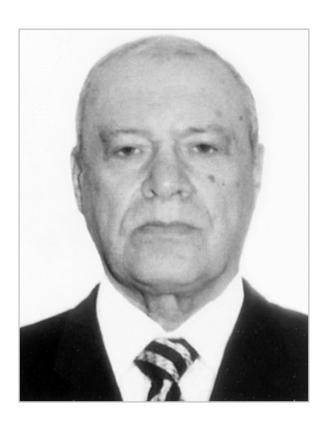
#### Поздравление Савелло В. Е. с почетным званием



Редколлегия журнала «Радиология — практика» и профессиональное сообщество поздравляют доктора медицинских наук, профессора Савелло Виктора Евгеньевича, руководителя отдела лучевой диагностики НИИ скорой помощи имени И. И. Джанелидзе, заведующего кафедрой рентгенологии факультета последипломного образования ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный университет имени академика И. П. Павлова» Минздрава России с присвоением ему почетного звания «ЗАСЛУЖЕННЫЙ ВРАЧ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ».

Желаем ему здоровья и дальнейших творческих успехов!

#### Памяти Ставицкого Романа Владимировича



После продолжительной болезни скончался доктор биологических наук, профессор Роман Владимирович Ставицкий.

Он прожил долгую и большую творческую жизнь.

Области его научных интересов: клиническая дозиметрия, планирование лучевой терапии, разработка методов и средств для оценки уровней облучения при лучевой диагностике и лучевой терапии, контроль состояния организма посредством многопараметрических компьютерных систем. Под руководством Романа Владимировича более сотни молодых ученых получили ученые степени кандидатов и докторов наук. Значительны научные труды Р. В. Ставицкого.

Роман Владимирович автор 54 монографий и свыше 700 статей в различных научных журналах и изданиях и обладатель 40 авторских свидетельств и патентов. Участник ликвидации аварии на ЧАЭС, за что награжден орденом Дружбы народов.

Был неоднократно признан «Ученым года» США и Великобритании. Удостоин награды Президента США за научные заслуги.

Приносим наши искренние соболезнования и пусть в памяти потомков останется его большое научное наследие.

Друзья и коллеги. Редакция журнала «Радиология— Практика».

# Новые требования к содержанию и оформлению материалов, направляемых в редакцию журнала «Радиология — практика»

New Requirements for the Content and Design of Materials Sent to the Editorial Office of the Journal «Radiology — Practice»

#### Правила направления статей в редакцию журнала «Радиология — практика»

Все материалы для публикации отправляются через сайт с помощью кнопки «Отправить статью». Все вопросы, связанные с отправкой, можно решить с ответственным секретарем журнала — доктором медицинских наук, профессором Егоровой Еленой Алексеевной, e-mail: eegorova66@gmail.com.

#### Новые правила оформления материалов\*

Функционально информация, содержащаяся в материале публикации, делится на две части:

- 1. Тематическая научная и практическая составляющая, способствующая получению знаний о проблематике медицинских исследований. При формулировке названия публикации, составления реферата (авторского резюме), при выборе ключевых слов необходимо помнить, что именно эта часть направляется в базы данных (БД) и должна представлять интерес и быть понятной как российским читателям, так и зарубежному научному сообществу.
- 2. Сопроводительная часть, включающая в себя данные об авторах и организациях, в которых они работают, библиометрические данные (пристатейный список литературы), должна представляться таким образом, чтобы была возможность их идентификации по формальным признакам аналитическими системами. Должны использоваться унифицированная транслитерация, предоставляться в романском алфавите (латинице) фамилии, имена и отчества авторов, даваться корректный перевод на английский язык названия адресных сведений, в первую очередь названия организаций, где работают авторы, т.е. данные об аффелировании.

### Содержание и оформление материалов, направляемых в редакцию журнала «Радиология — практика»

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Не допускается направление в редакцию работ, которые уже напечатаны в других изданиях или посланы для публикации в другие редакции.

<sup>\*</sup> Правила оформления материалов, публикуемых в журнале «Радиология — практика», подготовлены в соответствии с требованиями международной БД SCOPUS и РИНЦ, а также рекомендациями ВИНИТИ РАН (см. www.scopus.com; www.elibrary. ru; *Кириллова О. В.* Подготовка российских журналов для зарубежной аналитической базы данных SCOPUS: рекомендации и комментарии. М.: ВИНИТИ РАН, 2011).

#### Блоки расположения всех материалов статьи, предоставляемой к публикации

**БЛОК 1** — на русском языке:

- заглавие (сокращения не допускаются);
- фамилия и инициалы автора (-ов);
- полное название организации (с указанием формы собственности, ведомственной принадлежности аббревиатуры не допускаются), ее адрес (с указанием индекса);
- реферат (авторское резюме);
- ключевые слова (в количестве 5–6, сокращения не допускаются).

**БЛОК 2**— транслитерация или перевод соответствующих данных из блока 1 на английский язык\*:

- заглавие (перевод на английский язык, при этом сокращения не допускаются, в переводе не должно быть транслитерации, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия, это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов);
- фамилия и инициалы автора (-ов) (только транслитерация по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт http://www.translit.ru);
- полное название организации (при переводе на английский язык форма собственности не указывается, аббревиатуры не допускаются, дается полное название организации и ведомственная принадлежность в том виде, в котором их профиль идентифицирован в БД SCOPUS), ее адрес (с указанием индекса);
- реферат (авторское резюме) перевод на английский язык;
- ключевые слова (перевод на английский язык, сокращения не допускаются).

**БЛОК 3** — полный текст публикации на русском языке.

В статьях клинического или экспериментального характера рекомендуются следующие разделы: Актуальность (которая должна оканчиваться формулировкой цели). Материалы и методы. Результаты и их обсуждение. Выводы. Список литературы.

В лекциях и обзорах должны быть выделены: **Актуальность** (которая оканчивается формулировкой цели). Далее представляется текст лекции или обзора, после этого, как и в статьях, выделяются **Выводы** и дается **Список литературы.** 

В кратких сообщениях и описаниях клинических наблюдений выделяются: Актуальность (которая должна оканчиваться формулировкой цели). Далее представляется текст с описанием редких случаев или отдельного клинического наблюдения. Обсуждение. Выводы. Список литературы.

Текстовый материал публикации должен быть представлен:

1) в виде четкой принтерной распечатки в формате A4, в электронном виде (Microsoft Word), с двойным межстрочным интервалом размером шрифта 12, пронумерованными страницами, без правок на листах;

<sup>\*</sup> Недопустимо использование интернет-переводчиков (дающих перевод слов без учета стиля, связи слов в предложениях, что делает текст непонятным, значительно искажает смысл).

- 2) в подрисуночных подписях сначала приводится общая подпись к рисунку (рентгенограмма, компьютерная томограмма, эхограмма и т. п.), а затем объясняются все имеющиеся в нем цифровые и буквенные обозначения;
- 3) в электронном текстовом файле абзацный отступ текста, выравнивание и прочее не важны. Текст должен быть без переносов слов, без выравнивания табуляцией, без лишних пробелов. Клавиша Enter должна использоваться только для начала нового смыслового абзаца, но не для начала новой строки внутри абзаца;
- 4) после любых заголовков, фамилий, подписей к рисункам точка не ставится. Между каждым инициалом и фамилиями всегда ставятся пробелы. Инициалы разделяются точками и пишутся перед фамилией. Запятая между фамилией и инициалами не ставится, так как это затрудняет идентификацию автора в БД;
- 5) сокращения и символы должны соответствовать принятым стандартам (система СИ и ГОСТ 7.12—1993).

Приводим наиболее частые примеры сокращений (обратите внимание на отсутствие точек после многих сокращений и символов): год — г.; годы — гг.; месяц — мес; неделя — нед; сутки — сут; час — ч; минута — мин; секунда — с; килограмм — кг; грамм — г; миллиграмм — мг; микрограмм — мкг; литр — л; миллилитр — мл; километр — км; метр — м; сантиметр — см; миллиметр — мм; микрон — мк; миллиард — млрд; миллион — млн; тысяча — тыс.; беккерель — Бк; грей — Гр; зиверт — Зв; миллизиверт — мЗв; тесла — Тл; температура в градусах Цельсия — 42 °С; область — обл.; район — р-н; единицы — ед.; сборник — сб.; смотри — см.; то есть — т. е.; так далее — т. д.; тому подобное — т. п.; экземпляр — экз.

Приняты также следующие сокращения: ИК — инфракрасный;  $У\Phi$  — ультрафиолетовый; BY — высокочастотный; CBY — сверхвысокочастотный; Y3U — ультразвуковое исследование; MPT — магнитно-резонансная томография; (JB) MPT — диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография; MPC — магнитно-резонансная спектрометрия;  $Э\PiP$  — электронный парамагнитный резонанс;  $O\Phi 𝔄 T$  — однофотонная эмиссионная томография; KT (PKT) — компьютерная томография (рентгеновская компьютерная томография);  $\Pi \circlearrowleft T$  — позитронная эмиссионная томография; PUA — радиоиммунологический анализ; MCKT — мультисрезовая компьютерная томография;  $\circlearrowleft T$  — электронно-лучевая компьютерная томография.

#### Требования к иллюстрациям и видеороликам

Качество всех графических материалов должно соответствовать статусу научной статьи: все иллюстрации должны быть информативными, высокого качества.

**Графики, диаграммы, векторные иллюстрации** принимаются в <u>исходных</u> векторных форматах или EPS.

**Растровые иллюстрации:** в <u>исходных</u> форматах JPEG, TIFF без предварительного использования в программах с автоматическим сжатием.

**Видеоролики** диагностических исследований в форматах AVI, MPEG, MOV размером до 250 Mб.

**БЛОК 4** — список литературы, в котором русскоязычные ссылки даются на русском языке, зарубежные — на языке оригинала. Литература в списке должна быть расположена в алфавитном порядке, причем сначала издания на русском языке, затем — на иностранных языках (и тоже по алфавиту). Все работы одного автора нужно указывать по возрастанию годов издания. В тексте ссылки приводятся в квадратных скобках. В оригинальных статьях рекомендуется использовать **не более 15** литературных источников за последние 5 лет. В научных обзорах рекомендуется использовать **не более 20 источников**, в кратких сообщениях и описании клинических наблюдений — **не более 5**. Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном списке литературы. Ссылки, оформленные с нарушением правил, будут удалены из списка литературы.

**БЛОК 5** — список литературы под заголовком **References** должен повторять в своей последовательности список литературы блока 4, независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите, и оформляются следующим образом: все авторы (транслитерация), перевод названия статьи на английский язык (название источника может содержать транслитерацию, если источник не имеет адекватного английского названия, содержит непереводимые на английский язык наименования приборов, фирм-производителей и т. п.), выходные данные с обозначениями на английском языке либо только цифровые данные.

**Весь материал** статей, лекций, обзоров литературы, кратких сообщений и описаний клинических случаев должен даваться **в одном файле**, включающем:

- заголовок (на русском и английском языках);
- фамилия и инициалы автора (-ов) (представленных кириллицей и транслитерированные);
- полное название организации (с указанием формы собственности, ведомственной принадлежности), ее адрес (с указанием индекса) данные об аффелировании (на русском и английском языках);
- реферат и ключевые слова (на русском и английском языках);
- текст (на русском языке), в котором расположен после ссылок в круглых скобках (табл. или рис.) весь иллюстративный материал в качестве превью: таблицы (вертикальные); рисунки и лучевые изображения (в формате растровой графики); диаграммы, схемы, графики (в формате векторной графики) — все должно быть на своих местах. Все графические иллюстрации, помимо расположения в текстовом файле статьи в качестве превью, предоставляются в виде отдельных файлов-исходников;
- выводы или заключение (на русском языке);
- список литературы (на русском языке);
- References (на английском языке, с транслитерированными фамилиями и инициалами отечественных авторов).

На **отдельной странице** указываются **дополнительные сведения** о каждом авторе, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования:

- фамилии и инициалы полностью, ученая степень, ученое звание, место работы, должность (развернуто, с полным представлением всех наименований на русском языке).
- Адрес с индексом (на русском языке).
- Телефон с кодом.
- E-mail.
- ORCID.

Ниже представляются те же данные на английском языке и с применением транслитерации:

- фамилии и сокращенно инициалы (транслитерация по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт http://www.translit.ru), ученая степень, ученое звание, место работы, должность (развернуто, с полным представлением всех наименований на английском языке).
- Адрес с индексом (на английском языке).
- Телефон с кодом.
- E-mail.
- ORCID.

**Иванова Полина Ивановна,** кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Адрес: 130000, г. Смоленск, Красный проспект, д. 52.

Тел.: +7 (915) 911-11-11. Электронная почта: ivman@mail.ru

ORCID.org/0000-0501-6547-5555

**Ivanova Irina Ivanovna,** Ph. D. Med., Associate Professor of the Department of Radiology, Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 52, Krasnyi prospekt, Smolensk, 130000, Russia.

Phone number: +7 (915) 911-11-11. E-mail: ivman@mail.ru

ORCID.org/0000-0501-6547-5555

После сведений об авторах должны быть указаны источники финансирования, а также конкурентонезависимость: «Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов».

#### Комментарии к новым правилам

**Заглавия статей на английском языке** должны быть информативными, не могут содержать сокращений и транслитераций, кроме непереводимых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные наименования.

**Транслитерация** русскоязычного текста часто проводится по различным правилам, что ведет к потере информации в аналитических системах. При анализе словаря российских авторов в SCOPUS наиболее распространенной и корректной считается система BGN (Board of Geographic Names) (табл.).

#### Наиболее распространенные варианты транслитерации

Простая система		Система библиотеки Конгресса США		Система Board of Geographic Names (BGN)		Система Госдепартамента США	
Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.
A	A	A	A	A	A	A	A
Б	В	Б	В	Б	В	Б	В
В	V	В	V	В	V	В	V
Γ	G	Γ	G	Γ	G	Γ	G
Д	D	Д	D	Д	D	Д	D
Е	Е	Е	Е	Е	E, YE	Е	E, YE
Ë	Е	Ë	Е	Ë	E, YE	Ë	E, YE
Ж	ZH	Ж	ZH	Ж	ZH	Ж	ZH
3	Z	3	Z	3	Z	3	Z
И	I	И	I	И	Ι	И	I
Й	Y	Й	Ι	Й	Ι	Й	Ι
К	K	К	K	К	K	К	K
Л	L	Л	L	Л	L	Л	L
M	M	M	M	M	M	M	M
Н	N	Н	N	Н	N	Н	N
О	0	О	0	О	0	О	О
П	P	П	P	П	P	П	P
Р	R	P	R	Р	R	Р	R
С	S	С	S	С	S	С	S
Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
У	U	У	U	У	U	У	U
Ф	F	Φ	F	Φ	F	Φ	F
X	KH	X	KH	X	KH	X	KH
Ц	TS	Ц	TS	Ц	TS	Ц	TS

Простая система		Система библиотеки Конгресса США		Система Board of Geographic Names (BGN)		Система Госдепартамента США	
Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.
Ч	СН	Ч	СН	Ч	СН	Ч	СН
Ш	SH	Ш	SH	Ш	SH	Ш	SH
Щ	SCH	Щ	SHCH	Щ	SHCH	Щ	SHCH
Ъ	опускает- ся	Ъ	"	Ъ	"	Ъ	опуска- ется
Ы	Y	Ы	Y	Ы	Y	Ы	Y
Ь	опускает- ся	Ь	,	Ь	•	Ь	опуска- ется
Э	Е	Э	Е	Э	Е	Э	Е
Ю	YU	Ю	IY	Ю	YU	Ю	YU
Я	YA	Я	IA	Я	YA	Я	YA

**Реферат (авторское резюме) и ключевые слова** на английском языке в русскоязычном издании являются для иностранных ученых и специалистов практически единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований.

Текст реферата (авторского резюме) должен быть:

- компактным, лаконичным и четким (объемом от 150 до 250 слов), информативным (необходимо избегать применения общих слов, предоставления второстепенной информации, описания общеизвестных фактов);
- оригинальным, содержательным, включать описание предмета и цели работы, материалов и методов ее проведения, результатов и области применения. Необходимо следовать логике описания научных данных в тексте публикации, кратко представить выводы. Недопустимо проводить в реферате аналитический обзор литературных источников, данных, полученных в ходе других исследований, что не несет смысловой нагрузки в плане представления ценности научной и практической составляющей рассматриваемой работы для зарубежных читателей;
- «англоязычным» (текст должен быть написан на грамотном английском языке, использование интернет-переводчиков недопустимо, в результате их применения текст выглядит несогласованным, искаженным, без смысла, со значительной потерей информативности).

#### Пристатейный список литературы

Данный этап работы (оформление библиографической части рукописи) включает:

- использование цитат и ссылок из современных литературных источников (давность издания которых не превышает 5 лет) с приведением фамилий и инициалов всех авторов (что позволяет исключить потерю индексации авторов и снижения уровня цитирования их работ), выделяя их шрифтом, например курсивом;
- оформление списка литературы с применением правил, предусмотренных действующими ГОСТ (7.82–2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления»; 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»; 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка»). Ссылки на литературные источники в списке располагают в алфавитном порядке по фамилии первого автора, сначала приводятся издания на русском языке, затем на иностранных. Работы одного автора указываются по возрастанию годов издания. В тексте ссылки на номера источников даются в квадратных скобках.

#### Примеры для книг в списке

3уев A. A. Заглавие (обязательно полное). 5-е изд., испр. и доп. M.: Наука, 2009. 99 с.

*Ferguson-Smith V. A.* The indications for screening for fetal chromosomal aberration. prenatal diagnosis inserm. Ed. by Boue A. Paris, 1976. P. 81–94.

#### Примеры для диссертаций и авторефератов в списке

Hатанов  $\mathcal{A}$ . M. Название диссертации: Дис. ... канд. (докт.) мед. наук. M.: Название учреждения, 2008. 108 с.

Hатанов  $\mathcal{A}$ . M. Название диссертации: Автореф. дис. ... канд. (докт.) мед. наук. M.: Название учреждения, 2008. 20 с.

#### Примеры для статей в списке

*Горюнов Н. Л.* Название статьи // Название журнала (сокращенное и без кавычек). 1989. Т. 66. № 9. С. 99-102.

*Nicolaides K. N.* Screening for fetal chromosomal abnormalities need to change the rules. Ultrasound Obstet. Gynecol. 1994. V. 4. No. 3. P. 353—355.

#### Примеры для авторских свидетельств в списке

*Симонов Ю. М., Суворов Н. В.* Название: А. С. 163514 СССР // Б. И. 1986. № 16. С. 44.

После формирования **Списка литературы** на русском языке его представляют на английском языке под заголовком **References**. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они должны полностью повторяться и в русско-, и в англоязычном вариантах.

Ссылки на отечественные источники должны быть обработаны:

- в программе BGN (Board of Geographic Names), представленной на сайте http://www.translit.ru, обрабатываем весь текст библиографической ссылки;
- копируем транслитерированный текст в References;
- преобразуем транслитерированную ссылку: оставляем транслитерированные фамилии и инициалы авторов;
- убираем транслитерацию заглавия литературного источника, заменяя его на переводное название, на английском языке парафраз (допустимо сохранение в нем транслитерированных названий, если невозможно провести англоязычный перевод собственных наименований);
- далее приводятся выходные данные с использованием символов и сокращений, предусмотренных англоязычными изданиями и БД SCOPUS (на сайте издательства Emerald даны достаточно подробные рекомендации по составлению пристатейных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard reference system) практически для всех видов публикаций. Из текста ссылки необходимо убрать знаки, которые отсутствуют в БД SCOPUS, например: «//», «–», знак «№» заменяем на англоязычное сокращение No., обозначение страниц даем в виде сокращения слова раде р. или Р. Обязательно пишем на английском языке полное место издания и транслитерацию названия издательства через запятую год (например, Moscow: Meditsina, 2009)
- в конце ссылки в круглых скобках указывается страна (in Russian).

#### Пример преобразования библиографической ссылки для References

Выделяем и копируем всю библиографическую ссылку:

*Кочукова Е. В., Павлова О. В., Рафтопуло Ю. Б.* Система экспертных оценок в информационном обеспечении ученых // Информационное обеспечение науки. Новые технологии: Сб. науч. тр. М.: Научный мир, 2009. С.190–199.

Вставляем копию ссылки в программу для танслитерации, получаем:

Kochukova E. V., Pavlova O. V., Raftopulo Yu. B. Sistema ekspertnykh otsenok v informatsionnom obespechenii uchenykh // Informatsionnoe obespechenie nauki. Novye tekhnologii: Sb. nauch. tr. M.: Nauchnyi mir, 2009. S.190–199.

Преобразуем транслитерированную ссылку: фамилии и инициалы выделяем курсивом, убираем транслитерацию заглавия тезисов; убираем специальные разделители между полями (//); заменяем заглавие статьи на парафраз; пишем на английском языке полное место издания и обозначение страниц (издательство оставляем транслитерированным).

Конечный результат:

*Kochukova E.V., Pavlova O. V., Raftopulo Yu. B.* Information Support of Science. New Technologies: Collected papers. Moscow: Nauchnyi Mir, 2009. P. 190–199 (in Russian).

#### Оформление таблиц

- 1) Начинается со ссылки в тексте именно так, сокращенный вариант табл. 1.
- 2) Далее пишем слово Таблица 1 (выравниваем по правому краю таблицы, даем разреженным шрифтом в 3 пункта), ставим порядковый номер без знака №.

- 3) Следующая строка формулируем название таблицы (должно быть всегда), выделяем жирным шрифтом, выравниваем по центру.
- 4) Делаем шапку таблицы, обозначив название всех граф с единицами измерений, текст шапки выделяем жирным шрифтом, выравниваем по центру.
- 5) Далее текст таблицы название строк (выравниваем по левому краю), содержимое граф по центру.

#### Образец оформления таблиц:

Результаты MP-стадирования в сопоставлении с патоморфологической стадией PTM представлены в табл. 1.

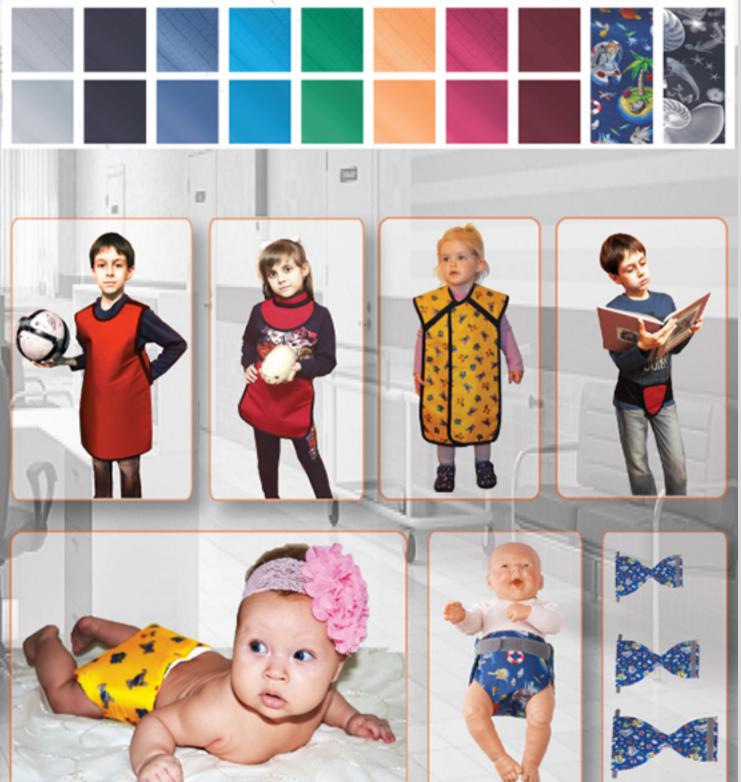
Таблица 1 Сопоставление патоморфологической и MP-стадии рака тела матки

Патомор-фологиче-	MP-стадия (без контрастирования) n = 41			MP-стадия (с контрастированием) n = 30			Всего
ская стадия	T1a	Т1в	<b>T2</b>	T1a	Т1в	T2	
T1a	23	0	0	22	4	0	49
Т1в	5	9	0	2	1	0	17
T2	1	0	3	0	0	1	5
Итого	29	9	3	24	5	1	71

Если во всей статье всего одна таблица, то в ссылке в тексте ей не присвается никакой номер и далее при ее оформлении опускается пункт 2).



### РЕНТГЕНОЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



## Выбор профессионалов



### Ультрасовременный конусно-лучевой компьютерный томограф NewTom 5G —

первый, применяемый в педиатрической практике в России. Аппарат установлен и работает в ГБУЗ «ДГКБ св. Владимира ДЗМ».

Доза лучевой нагрузки при КЛКТ составляет от 0,02 до 0,1 мЗВ ( в 7–10 раз меньше, чем при КТ-сканированиии). К тому же, революционная технология SafeBeam в NewTom 5G автоматически регулирует дозу лучевой нагрузки в зависимости от плотности исследуемой области, снижая дозу еще до 40% для маленьких детей.



Есть и другие важные преимущества. Например, время, затрачиваемое на обследование, может составлять от 0,9 до 5,4 сек, что значительно быстрее традиционного КТ-обследования. Благодаря этому, в ряде случаев можно избежать общего наркоза, так часто применяемого у пациентов раннего возраста.



НПАО «АМИКО» — эксклюзивный дистрибьютор КЛКТ NewTom в России. WWW.amico.ru