

ISSN 2658-6606
eISSN 2658-6592

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2024, ТОМ 6, № 1

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ



2024, VOLUME 6, № 1

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2024, ТОМ 6, № 1

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

Рецензируемый
научно-практический журнал
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ
Visualization in Medicine

Основан в 2016 году в Санкт-Петербурге

ISSN 2658-6606
eISSN 2658-6592

Выпускается 4 раза в год

Издатели, учредители:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России (адрес: Литовская ул., 2, Санкт-Петербург, 194100) Фонд НОИ «Здоровые дети — будущее страны» (адрес: 197371, Санкт-Петербург, ул. Парашютная, д. 31, к. 2, кв. 53).

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство: ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г.

Журнал реферируется РЖ ВИНТИ

Проект-макет: Титова Л.А.

Электронная версия —
<http://elibrary.ru>,
<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Титова Л.А. (выпускающий редактор)
Варламова И.Н. (верстка)

Адрес редакции: Литовская ул., 2,
Санкт-Петербург, 194100;
тел./факс: (812) 295-31-55;
e-mail: lt2007@inbox.ru

Статьи просьба направлять по адресу:
lt2007@inbox.ru

Address for correspondence:
Lithuania 2, Saint Petersburg,
Russian Federation, 194100.
Tel/Fax: +7 (812) 295-31-55.
E-mail: lt2007@inbox.ru.

Формат 60 × 90/8. Усл.-печ. л. 5.
Тираж 100 экз. Распространяется бесплатно.
Оригинал-макет изготовлен
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.
Отпечатано ФГБОУ ВО СПбГПМУ
Минздрава России
Литовская ул., 2, Санкт-Петербург, 194100.
Заказ 26. Дата выхода 08.05.2024.

Полное или частичное воспроизведение
материалов, содержащихся в настоящем
издании, допускается только с письменного
разрешения редакции.

Ссылка на журнал «Visualization in Medicine /
Визуализация в медицине» обязательна.

Редакционная коллегия: Editorial Board:

Главный редактор Head Editor
д.м.н., проф. А.В. Поздняков Prof. A.V. Pozdnyakov, MD, PhD

Заместители главного редактора: Head Editor-in-Chief:
д.м.н., проф. Синельникова Е.В. Prof. Sinelnikova E.V., MD, PhD
д.м.н., проф. Сперанская А.А. Prof. Speranskaya A.A., MD, PhD

Ответственный секретарь: Executive Secretary:
Гребенюк М.М. Grebenyuk M.M.

д.м.н., проф. Амосов В.И. (Санкт-Петербург) Amosov V.I., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Бягненко С.С. (Санкт-Петербург) Bagnenko S.S., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Бойков И.В. (Санкт-Петербург) Boykov I.V., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Борсуков А.В. (Смоленск) Borsukov A.V., MD, PhD, Prof. (Smolensk)
д.м.н., проф. Браун М.Ф. (Аризона, США) Brown M.F., MD, PhD, Prof. (Arizona, USA)
д.м.н., проф., академик РАН Granov D.A., MD, PhD, Prof., academician RAS (Saint Petersburg)
Гранов Д.А. (Санкт-Петербург) Granov D.A., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Даутов Т.Б. (Астана, Казахстан) Dautov T.B., MD, PhD, Prof. (Astana, Kazakhstan)
д.м.н., проф. Дмитращенко А.А. (Москва) Dmitrashchenko A.A., MD, PhD, Prof. (Moscow)
д.м.н., проф. Железняк И.С. (Санкт-Петербург) Zheleznyak I.S., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Ицкович И.Э. (Санкт-Петербург) Itskovich I.E., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Карлова Н.А. (Санкт-Петербург) Karlova N.A., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Карлье Пьер (Париж, Франция) Carlier P., MD, PhD, Prof. (Paris, France)
д.м.н., проф. Лишманов Ю.Б. (Томск) Lishmanov Yu.B., MD, PhD, Prof. (Tomsk)
д.м.н., проф. Малаховский В.Н. (Санкт-Петербург) Malakhovskiy V.N., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Мищенко А.В. (Санкт-Петербург) Mishchenko A.V., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Панов В.О. (Москва) Panov V.O., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
доктор наук Поздняков К.А. (Лондон, Великобритания) Pozdnyakov K.A., PhD (London, UK)
д.м.н., проф., академик РАН MD, PhD, Prof., academician RAS
Пронин И.Н. (Москва) Pronin I.N. (Moscow)
д.м.н., проф. Рязанов В.В. (Санкт-Петербург) Ryazanov V.V., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Савелло А.В. (Санкт-Петербург) Savello A.V., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Себедев К.И. (Санкт-Петербург) Sebelev K.I., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Серебрякова С.В. (Санкт-Петербург) Serebryakova S.V., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Синицын В.Е. (Москва) Sinitsyn V.E., MD, PhD, Prof. (Moscow)
д.м.н., проф. Сперанская А.А. (Санкт-Петербург) Speranskaya A.A., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
к.ф.м.н., доцент Струц А.В. (Аризона, США) Struts A.V., Cand. Phys.-Math. Sci. (Arizona, USA)
д.м.н., проф. Трофимова Т.Н. (Санкт-Петербург) Trofimova T.N., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Тулунов А.А. (Новосибирск) Tulupov A.A., MD, PhD, Prof. (Novosibirsk)
д.м.н., проф. Тюрин И.Е. (Москва) Tyurin I.E., MD, PhD, Prof. (Moscow)
д.м.н., проф. Черемисин В.М. (Санкт-Петербург) Cheremisin V.M., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)
д.м.н., проф. Фокин В.А. (Санкт-Петербург) Fokin V.A., MD, PhD, Prof. (Saint Petersburg)

2024, VOLUME 6, N 1

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

*В.С. Львов, Д.О. Иванов, А.В. Поздняков,
Т.В. Мелашенко, Л.М. Макаров, О.Ф. Позднякова*
Применение диффузионно-тензорной МРТ
в диагностике перинатального гипоксически-
ишемического поражения головного мозга
у недоношенных новорожденных3

❖ ОБЗОРЫ

*Д.В. Бавыкин, Л.А. Титова,
И.А. Бавыкина, И.А. Баранов*
Диагностическое значение ультразвуковой
денситометрии в оценке минеральной плотности
костной ткани у детей..... 11

❖ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

*Н.В. Крашенинникова, Е.В. Синельникова,
Э.Н. Столова, А.В. Синицына, И.А. Баулин*
Ультразвуковая вариабельность образований
мягких тканей 17

*Е.А. Сотникова, К.К. Панунцева,
Е.А. Савалей, А.М. Магомедова*
Возможности различных методов лучевой диагностики
при «блоке почки».....22

Е.А. Сотникова, М.П. Коваленко
Лучевые методы диагностики
синдрома Аперта28

❖ ИНФОРМАЦИЯ

Правила для авторов33

❖ ORIGINAL PAPERS

*V.S. Lvov, D.O. Ivanov, A.V. Pozdnyakov,
T.V. Melashenko, L.M. Makarov, O.F. Pozdnyakova*
The use of diffusion tensor MRI
in the diagnosis of perinatal hypoxic-
ischemic brain damage
in premature newborns.....3

❖ REVIEWS

*D.V. Bavykin, L.A. Titova,
I.A. Bavykina, I.A. Baranov*
The diagnostic value of ultrasound
densitometry in the assessment of bone
mineral density in children..... 11

❖ CLINICAL CASE

*N.V. Krasheninnikova, E.V. Sinelnikova,
E.N. Stolova, A.V. Sinitsyna, I.A. Baulin*
Ultrasound variability of soft
tissue masses 17

*E.A. Sotnikova, K.K. Panuntseva,
E.A. Savaley, A.M. Magomedova*
The possibilities of various methods of radiation diagnosis
in “kidney block”22

E.A. Sotnikova, M.P. Kovalenko
Radiation methods for diagnosing
Apert syndrome.....28

❖ INFORMATION

Rules for authors33



УДК 616-053.32+612.648.1+616.833-009-053.35/.36+543.429.2

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФУЗИОННО-ТЕНЗОРНОЙ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ГИПОКСИЧЕСКИ-ИШЕМИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА У НЕДОНОШЕННЫХ НОВОРОЖДЕННЫХ

© Виктор Сергеевич Львов, Дмитрий Олегович Иванов, Александр Владимирович Поздняков, Татьяна Владимировна Мелашенко, Леонид Михайлович Макаров, Ольга Федоровна Позднякова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Виктор Сергеевич Львов — эпилептолог, врач функциональной диагностики, невролог.
E-mail: viktorlvov@list.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-5321> SPIN: 5372-1970

Для цитирования: Львов В.С., Иванов Д.О., Поздняков А.В., Мелашенко Т.В., Макаров Л.М., Позднякова О.Ф. Применение диффузионно-тензорной МРТ в диагностике перинатального гипоксически-ишемического поражения головного мозга у недоношенных новорожденных // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 1. С. 3–10.

Поступила: 10.01.2024

Одобрена: 13.02.2024

Принята к печати: 20.03.2024

Резюме. Введение. В процессе внутриутробного развития чувствительные пути миелинизируются раньше двигательных, что обуславливает более высокую чувствительность к гипоксии данных регионов мозга. **Цель исследования.** Выявить статистически значимые различия в показателях диффузии по данным диффузионно-тензорной магнитно-резонансной томографии (ДТ-МРТ) у недоношенных детей с тяжелым гипоксически-ишемическим поражением центральной нервной системы (ЦНС) в виде перивентрикулярной лейкомаляции (ПВЛ) и пери-интравентрикулярных кровоизлияний (ПИВК). **Материалы и методы.** В исследование были включены 45 недоношенных детей, находившихся на выхаживании в условиях перинатального центра СПбГПМУ. Гестационный возраст пациентов при рождении составлял от 25 до 30 недель. **Результаты.** В исследовании не было выявлено изменение показателей диффузии в области двигательных путей у детей с ПВЛ и ПИВК по сравнению с детьми с нормальной МРТ. Однако у детей с отсутствием структурных изменений на МРТ отмечены более высокие значения ФА в задней части ЗНБК, что отражает более высокую упорядоченность проводящих путей на данном уровне. При этом в группах детей с ПВЛ и ПИВК данная закономерность не выявлялась. **Заключение.** Для тяжелого гипоксически-ишемического поражения ЦНС у недоношенных новорожденных в возрасте 28–32 недели гестации характерна дисмиелинизация в области задних частей задних ножек внутренних капсул, содержащих чувствительные пути, что влечет уменьшение показателя фракционной анизотропии, определяемого при проведении ДТ-МРТ. Показатель ФА в задней части задней ножки внутренней капсулы может служить перспективным количественным маркером тяжелого гипоксически-ишемического поражения ЦНС.

Ключевые слова: перинатальное гипоксически-ишемическое поражение центральной нервной системы, перивентрикулярная лейкомаляция, пери-интравентрикулярное кровоизлияние, магнитно-резонансная томография, диффузионно-тензорная МРТ.

THE USE OF DIFFUSION TENSOR MRI IN THE DIAGNOSIS OF PERINATAL HYPOXIC-ISCHEMIC BRAIN DAMAGE IN PREMATURE NEWBORNS

© Viktor S. Lvov, Dmitry O. Ivanov, Alexander V. Pozdnyakov, Tatyana V. Melashenko, Leonid M. Makarov, Olga F. Pozdnyakova

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Viktor S. Lvov — Epileptologist, Functional Diagnostics Doctor, Neurologist.
E-mail: viktorlvov@list.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2711-5321> SPIN: 5372-1970

For citation: Lvov VS, Ivanov DO, Pozdnyakov AV, Melashenko TV, Makarov LM, Pozdnyakova OF. The use of diffusion tensor MRI in the diagnosis of perinatal hypoxic-ischemic brain damage in premature newborns. Visualization in Medicine. 2024;6(1):3–10.

Received: 10.01.2024

Revised: 13.02.2024

Accepted: 20.03.2024

Abstract. Introduction. In the process of intrauterine development, the sensory pathways are myelinated earlier than the motor ones, which causes a higher sensitivity to hypoxia of these regions of the brain. **The purpose of the study.** To identify statistically significant differences in diffusion indices according to diffusion tensor MRI (DTI) data in premature infants with severe hypoxic-ischemic central nervous system damage in the form of periventricular leukomalacia (PVL) and peri-intraventricular hemorrhages (PIVH). **Materials and methods.** The study included 45 premature infants who were being cared for in the conditions of the perinatal center of St. Petersburg State Medical University. The gestational age of the patients at birth ranged from 25 to 30 weeks. **Results.** The study did not reveal a change in the diffusion indices in the area of the motor tract in children with PVL and PIVH compared with children with normal MRI. However, in children with no structural changes on MRI, higher FA values were noted in the posterior part of the PLIC (which reflects a higher organisation of the pathways at this level). At the same time, this pattern was not revealed in the groups of children with PVL and PIVH. **Conclusion.** Severe hypoxic-ischemic CNS damage in premature newborns aged 28-32 weeks of gestation is characterized by dysmyelination in the posterior parts of the hind legs of internal capsules containing sensitive pathways, which leads to a decrease in the index of fractional anisotropy determined by DTI. The FA index in the posterior part of PLIC can serve as a promising quantitative marker of severe hypoxic-ischemic brain injury.

Keywords: hypoxic-ischemic brain injury, periventricular leucomalacia, peri-intraventricular hemorrhage, magnetic resonance imaging, diffusion tensor imaging

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время магнитно-резонансная томография (МРТ) признается наиболее информативным и специфичным методом для диагностики перинатальных поражений центральной нервной системы (ЦНС) [1, 2]. Однако ранняя диагностика таких состояний у новорожденных продолжает оставаться сложной. Оценить степень тяжести и прогноз гипоксически-ишемического поражения ЦНС у новорожденных методами стандартного обследования не всегда представляется возможным.

С помощью метода МРТ возможно не только выявление структурных изменений ЦНС, но и оценка миелинизации церебральных структур у новорожденных. Предложен ряд методик оценки миелинизации [3–5], однако ни одна из них не является оптимальной и конечной.

Имеются сообщения, что при тяжелом гипоксически-ишемическом поражении ЦНС у недоношенных новорожденных дисмиелинизация определяется чаще в области задней ножки внутренней капсулы (ЗНК) [6].

Диффузионно-тензорная МРТ (ДТ-МРТ) является перспективной методикой, позволяющей количественно оценить степень миелинизации головного мозга, визуализировать проводящие пути, оценить их структуру и целостность. Ряд исследований указывает на высокую ценность количественных данных, полученных при проведении ДТ-МРТ в прогнозировании исхода гипоксически-ишемического поражения ЦНС [7–10].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить статистически значимые различия в показателях диффузии по данным диффузионно-тензорной МРТ (ДТ-МРТ) у недоношенных детей

с тяжелым гипоксически-ишемическим поражением ЦНС в виде перивентрикулярной лейкомаляции (ПВЛ) и пери-интравентрикулярных кровоизлияний (ПИВК).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование были включены 45 недоношенных детей, находившихся на выхаживании в условиях перинатального центра СПбГПМУ. Гестационный возраст пациентов при рождении составлял от 25 до 30 недель. Из них у 12 детей (27%) была диагностирована церебральная ишемия легкой степени, у 4 пациентов (9%) — церебральная ишемия средней степени, 29 (64%) — церебральная ишемия тяжелой степени, у данных пациентов наблюдался длительный синдром угнетения центральной нервной системы, длительная потребность в аппаратной искусственной вентиляции легких.

Критериями включения являлись: недоношенность, гестационный срок на момент проведения магнитно-резонансной томографии (МРТ) 28–32 недели постконцептуального возраста (ПКВ); к критериям исключения относились: верифицированное генетическое, нейрометаболическое заболевание, пороки развития центральной нервной системы (ЦНС).

Всем детям была выполнена МРТ. Гестационный возраст пациентов на момент исследования составлял от 28 до 32 недель. ПКВ, средний паспортный возраст на момент исследования составил 1 месяц 1 неделя жизни.

МРТ проводилась на томографе Philips Ingenia с индукцией магнитного поля 1,5 Тл. Были получены T1-, T2-ВИ, FLAIR-ВИ. При анализе МРТ всем пациентам проводилась оценка степени церебральной зрелости [3] по данным T1- и T2-ВИ.

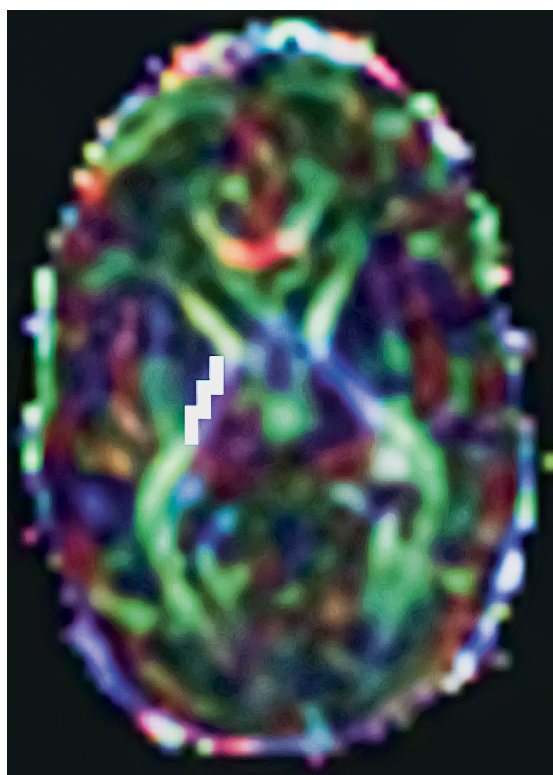


Рис. 1. На представленном изображении выделены зоны интереса — передняя и задняя часть ЗНВК. Пациент А. Гестационный возраст при рождении 26 недель, возраст к моменту проведения МРТ — 30 недель постконцептуального возраста

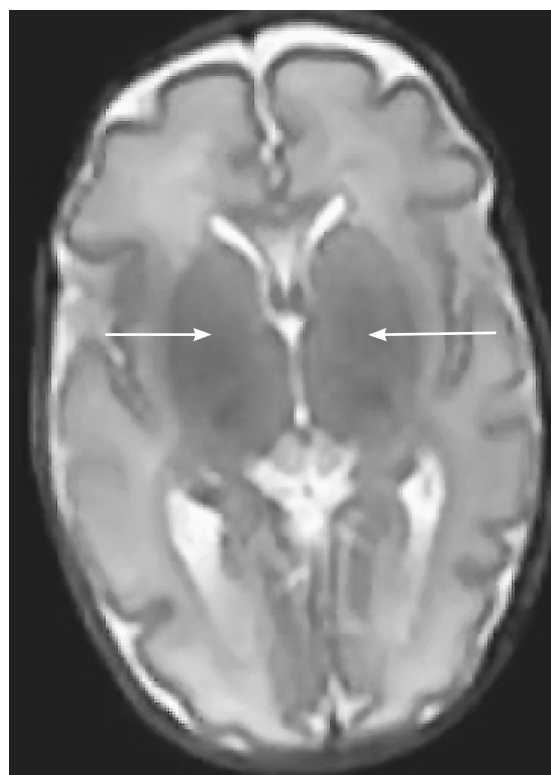


Рис. 2. Первичная миелинизация в таламусах (отмечены стрелками). T2-ВИ, аксиальный срез. Пациент А. Гестационный возраст при рождении 26 недель, возраст к моменту проведения МРТ — 30 недель постконцептуального возраста

Всем детям дополнительно проведена ДТ-МРТ. Постпроцессинговый анализ ДТ-МРТ выполнен с использованием программного обеспечения FiberTrack (Philips). Зоны интереса — передняя и задняя часть ЗНВК (рис. 1), таламусы.

Количественные показатели — фракционная анизотропия (ФА), коэффициент диффузии (apparent diffusion coefficient, ADC) были рассчитаны автоматически.

Статистическая обработка полученных данных проводилась на персональном компьютере с использованием программного обеспечения STATISTICA 10.0. Использовался непараметрический U-критерий Манна-Уитни ввиду того, что распределение показателей существенно отличалось от нормального. Различия считались достоверными при значении $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

У 12 недоношенных новорожденных (27%) патологии на МРТ выявлено не было. Степень зрелости церебральных структур соответствовала постконцептуальному возрасту детей (рис. 2).

У 18 пациентов (40%) выявлена кистозная ПВЛ. У 10 пациентов с ПВЛ также выявлены пери-интравентрикулярные кровоизлияния: у 6 — двусторонние, у 4 — одностороннее. При этом была отмечена задержка развития церебральных структур (рис. 3). Все эти пациенты имели клиническую картину церебральной ишемии тяжелой степени.

У 15 пациентов (33%) выявлены пери-интравентрикулярные кровоизлияния (без перивентрикулярной лейкомаляции): у 5 пациентов — в правой гемисфере, у 7 пациентов — в левой гемисфере, у 3 пациентов — билатеральные. У пациентов данной группы также была отмечена задержка развития церебральных структур. 11 из этих детей имели клиническую картину церебральной ишемии тяжелой степени, 4 — церебральной ишемии средней тяжести.

В результате статистического сравнения количественных показателей диффузии были обнаружены следующие различия.

- 1) При сравнении показателей диффузии в задних ножках внутренних капсул между группой детей с отсутствием структурных изменений

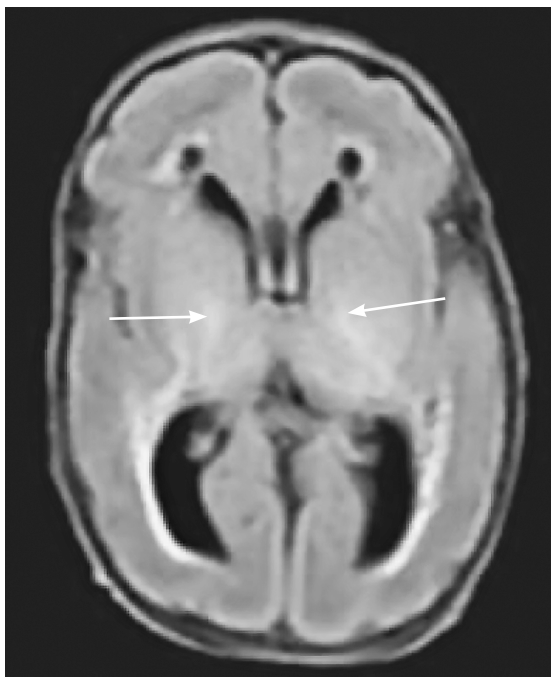


Рис. 3. Задержка миелинизации в таламусах (отмечены стрелками). T2-ВИ, аксиальный срез. Пациент Б. Гестационный возраст при рождении — 27 недель, возраст к моменту проведения МРТ — 29 недель постконцептуального возраста

на МРТ и группой детей с ПВЛ было выявлено достоверное уменьшение ФА в области задней части задней ножки внутренней капсулы справа у детей с ПВЛ ($p=0,02$).

В то же время значения ФА в области передней половины задней ножки правой внутренней капсулы статистически не различались. Значения ФА в области правой ЗНВК статистически не различались. Различий в показателях ADC между группами выявлено не было. Средние значения показателей диффузии в области ЗНВК приведены в таблице 1.

- 2) При сравнении показателей диффузии в задних ножках внутренних капсул у детей с отсутствием структурных изменений на МРТ и группой детей с ПИВК достоверных различий выявлено не было. Средние значения показателей диффузии в области ЗНВК приведены в таблице 2.
- 3) При сравнении показателей диффузии в таламусах в группе детей с отсутствием структурных изменений на МРТ и группой детей с ПВЛ достоверных различий выявлено не было. У детей с ПИВК по сравнению с группой детей с нормальной МРТ показатели диффузии в таламусах также не различались.

Средние значения приведены в таблицах 3 и 4 соответственно.

При сравнении показателей диффузии в передней и задней половинах задних ножек внутренних капсул у детей с отсутствием структурных изменений на МРТ выявлена закономерность, приведенная в таблице 5.

ФА в задней половине правой ЗНВК была достоверно выше, чем в передней половине ($p=0,02$). В левой ЗНВК наблюдалась тенденция к подобным различиям ($p=0,06$). Показатель ADC при этом достоверно не различался.

При этом как в группе детей с ПВЛ, так и в группе детей с ПИВК показатели диффузии в передней и задней половинах задних ножек внутренних капсул значимо не различались. Средние значения приведены в таблицах 6 и 7 соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Согласно представлениям об анатомии проводящих путей головного мозга, передняя часть ЗНВК содержит преимущественно двигательные пути (кортикоспинальный и кортиконуклеарный пути), в то время как в задней ножке ЗНВК проходят преимущественно соматосенсорные пути. Известно, что в ЦНС в процессе внутриутробного развития чувствительные пути миелинизируются раньше двигательных [11, 12], что обуславливает более высокую чувствительность к гипоксии данных регионов мозга. Это подтверждают полученные данные, демонстрируя у детей с отсутствием структурных изменений на МРТ увеличение ФА в задней части ЗНВК (что отражает более высокую упорядоченность проводящих путей на данном уровне). При этом в группах детей с ПВЛ и ПИВК данная закономерность не выявляется, что может свидетельствовать о снижении темпов миелинизации проводящих путей вследствие гипоксического воздействия. В то же время в исследовании не было выявлено изменения показателей диффузии в области двигательных путей у детей с ПВЛ и ПИВК по сравнению с детьми с нормальной МРТ.

Мы не обнаружили различий показателей диффузии между группами в таламусах. В ряде обзорных работ, посвященных лучевой диагностике гипоксически-ишемического поражения ЦНС, имеются указания на низкую распространенность повреждения таламусов у недоношенных новорожденных [1]. В то же время имеются и противоположные мнения [13].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, можно сделать вывод, что для тяжелого гипоксически-ишемического поражения

Таблица 1

**Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в области ЗНБК (ФА, ADC)
у детей с нормальной МРТ и детей с ПВЛ**

Анатомическая структура	Пациенты с отсутствием структурных изменений на МРТ (n=12)	Дети с ПВЛ (n=18)	Р-значение
ЗНБК, ФА	0,32	0,27	0,02
ЗНБК, прав. задн. часть, ADC	1,26	1,25	1,0
ЗНБК, лев. задн. часть, ФА	0,35	0,31	0,31
ЗНБК, лев. задн. часть, ADC	1,25	1,18	0,7
ЗНБК, прав. передн. часть, ФА	0,28	0,30	0,83
ЗНБК, прав. передн. часть, ADC	1,27	1,18	0,17
ЗНБК, лев. передн. часть, ФА	0,30	0,31	0,83
ЗНБК, лев. передн. часть, ADC	1,26	1,18	0,1

Примечание: ЗНБК — задняя ножка внутренней капсулы; ПВЛ — перивентрикулярная лейкомаляция; ФА — фракционная анизотропия; ADC — коэффициент диффузии (apparent diffusion coefficient) (здесь и далее в таблицах).

Таблица 2

**Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в области ЗНБК (ФА, ADC)
у детей с нормальной МРТ и детей с ПИВК**

Анатомическая структура	Пациенты с отсутствием структурных изменений на МРТ (n=12)	Дети с ПИВК (n=15)	Р-значение
ЗНБК, прав. задн. часть, ФА	0,32	0,38	0,22
ЗНБК, прав. задн. часть, ADC	1,26	1,17	0,29
ЗНБК, лев. задн. часть, ФА	0,35	0,37	0,29
ЗНБК, лев. задн. часть, ADC	1,25	1,12	0,22
ЗНБК, прав. передн. часть, ФА	0,28	0,36	0,08
ЗНБК, прав. передн. часть, ADC	1,27	1,15	0,22
ЗНБК, лев. передн. часть, ФА	0,30	0,35	0,57
ЗНБК, лев. передн. часть, ADC	1,26	1,15	0,16

Примечание: ПИВК — пери-интравентрикулярные кровоизлияния (здесь и далее в таблицах).

Таблица 3

**Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в таламусах (ФА, ADC)
у детей с нормальной МРТ и детей с ПВЛ**

Анатомическая структура	Пациенты с отсутствием структурных изменений на МРТ (n=12)	Дети с ПВЛ (n=18)	Р-значение
Правый таламус, ФА	0,13	0,14	0,51
Правый таламус, ADC	1,29	1,19	0,20
Левый таламус, ФА	0,13	0,13	0,97
Левый таламус, ADC	1,25	1,25	0,69

Таблица 4

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии в таламусах (ФА, ADC) у детей с нормальной МРТ и детей с ПИВК

Анатомическая структура	Пациенты с отсутствием структурных изменений на МРТ (n=12)	Дети с ПИВК (n=15)	P-значение
Правый таламус, ФА	0,13	0,15	0,46
Правый таламус, ADC	1,29	1,20	0,11
Левый таламус, ФА	0,13	0,19	0,37
Левый таламус, ADC	1,25	1,21	0,47

Таблица 5

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с отсутствием структурных изменений на МРТ (n=12)

Сторона, показатель	Передняя часть ЗНБК	Задняя часть ЗНБК	P-значение
Правая гемисфера, ФА	0,28	0,32	0,02
Правая гемисфера, ADC	1,27	1,26	0,68
Левая гемисфера, ФА	0,32	0,35	0,06
Левая гемисфера, ADC	1,29	1,28	0,25

Таблица 6

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с ПВЛ (n=18)

Сторона, показатель	Передняя часть ЗНБК	Задняя часть ЗНБК	P-значение
Правая гемисфера, ФА	0,30	0,27	0,32
Правая гемисфера, ADC	1,19	1,25	0,80
Левая гемисфера, ФА	0,31	0,31	0,38
Левая гемисфера, ADC	1,18	1,18	0,88

Таблица 7

Средние значения (медиана) количественных показателей диффузии (ФА, ADC) в ЗНБК у детей с ПИВК (n=15)

Сторона, показатель	Передняя часть ЗНБК	Задняя часть ЗНБК	P-значение
Правая гемисфера, ФА	0,36	0,38	1,0
Правая гемисфера, ADC	1,15	1,17	0,49
Левая гемисфера, ФА	0,35	0,37	0,89
Левая гемисфера, ADC	1,15	1,12	0,49

ЦНС у недоношенных новорожденных в возрасте 28–32 недели гестации характерна дисмиелинизация в области задних частей задних ножек внутренних капсул, содержащих чувствительные пути, что влечет уменьшение показателя фракционной анизотропии, определяемого при проведении ДТ-МРТ. Показатель ФА в задней части задней ножки внутренней капсулы может служить перспективным количественным маркером тяжелого гипоксически-ишемического поражения ЦНС.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

- Varghese B., Xavier R., Manoj V.C. et al. Magnetic resonance imaging spectrum of perinatal hypoxic-ischemic brain injury. *Indian J Radiol Imaging*. 2016;26(3):316–327.
- Tkach J.A., Merhar S.L., Kline-Fath B.M., Pratt R.G., Loew W.M., Daniels B.R., Dumoulin C.L. MRI in the neonatal ICU: initial experience using a smallfootprint 1.5-T system. *Am J Roentgenol*. 2014;202(1):W95–W105.
- Мелашенко Т.В. Критерии церебральной зрелости у недоношенных новорожденных по результатам нейровизуализации. *Лучевая диагностика и терапия*. 2014; 3(5):31–36.
- Zacharia Z., Zimine S., Lovblad K.O., Warfield S., Thoeny H., Ozdoba C., Bossi E., Kreis R., Boesch C., Schroth G., Hüppi P.S. Early Assessment of Brain Maturation by MR Imaging Segmentation in Neonates and Premature Infants. *Am J Neuroradiology*. 2006;27:972–977.
- Childs A-M., Ramenghi L.A., Cornette L., Tanner S.F., Arthur R.J., Martinez D., Levene M.I. Cerebral Maturation in Premature Infants: Quantitative Assessment Using MR Imaging. *A. J. Neuroradiology*. 2001;22:1577–1582.
- Мелашенко Т.В., Тащилкина Ю.А., Тащилкин А.И. Сравнительный анализ темпов миелинизации головного мозга по данным МРТ у недоношенных новорожденных с гипоксическо-ишемической энцефалопатией. *Journal of Roentgenology and Radiology*. 2013;1:19–24.
- Murakami A., Morimoto M., Yamada K., Kizu O., Nishimura A., Nishimura T., Sugimoto T. Fiber-tracking techniques

can predict the degree of neurologic impairment for periventricular leukomalacia. *Pediatrics*. 2008;122:500–506.

- Rose J., Mirmiran M., Butler E.E., Lin C.Y., Barnes P.D., Kermoian R., Stevenson D.K. Neonatal microstructural development of the internal capsule on diffusion tensor imaging correlates with severity of gait and motor deficits. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49:745–50.
- deBruine F.T.D., Van Wezel-Meijler G., Leijser L.M., Steggerda S.J., Van Den Berg-Huysmans A.A., Rijken M., Van Buchem M.A., Van Der Grond J. Tractography and 2-year Follow-Up in Preterm Infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013;55:427–433.
- Ермолина Ю.В. Особенности структурных и функциональных изменений головного мозга у детей со спастическими формами церебрального паралича. Дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2016.
- Kinney H.C., Armstrong D.L. Perinatal neuropathology. In Graham DI, Lantos PE, editors: *Greenfield's Neuropathology*. London; 2002.
- Kinney H.C., Brody B.A., Kloman A.S., Gilles F.H. Sequence of central nervous system myelination in human infancy. II. Patterns of myelination in autopsied infants. *J Neuropathol Exp Neurol*. 1988;47:217–234.
- Volpe J.J. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *Lancet Neurol*. 2009;8(1):110–124.

REFERENCES

- Varghese B., Xavier R., Manoj V.C. et al. Magnetic resonance imaging spectrum of perinatal hypoxic-ischemic brain injury. *Indian J Radiol Imaging*. 2016;26(3):316–327.
- Tkach J.A., Merhar S.L., Kline-Fath B.M., Pratt R.G., Loew W.M., Daniels B.R., Dumoulin C.L. MRI in the neonatal ICU: initial experience using a smallfootprint 1.5-T system. *Am J Roentgenol*. 2014;202(1):W95–W105.
- Melashenko T.V. Kriterii tsebral'noy zrelosti u nedonoshennykh novorozhdennykh po rezul'tatam neyrovizualizatsii. [Criteria for cerebral maturity in premature newborns based on neuroimaging results]. *Luhevaya diagnostika i terapiya*. 2014;3(5):31–36. (in Russian).
- Zacharia Z., Zimine S., Lovblad K.O., Warfield S., Thoeny H., Ozdoba C., Bossi E., Kreis R., Boesch C., Schroth G., Hüppi P.S. Early Assessment of Brain Maturation by MR Imaging Segmentation in Neonates and Premature Infants. *Am J Neuroradiology*. 2006;27:972–977.
- Childs A-M., Ramenghi L.A., Cornette L., Tanner S.F., Arthur R.J., Martinez D., Levene M.I. Cerebral Maturation in Premature Infants: Quantitative Assessment Using MR Imaging. *A. J. Neuroradiology*. 2001;22:1577–1582.
- Melashenko T.V., Tashchilkina Yu.A., Tashchilkin A.I. Sravnitel'nyy analiz tempov miyelinizatsii golovnogo mozga po dannym MRT u nedonoshennykh novorozhdennykh s gipoksicheskoy ishemiyeskoy entsefalopatiyey. [Compa-

- rative analysis of the rate of brain myelination according to MRI data in premature newborns with hypoxic-ischemic encephalopathy]. *Journal of Roentgenology and Radiology*. 2013;1:19–24. (in Russian).
7. Murakami A., Morimoto M., Yamada K., Kizu O., Nishimura A., Nishimura T., Sugimoto T. Fiber-tracking techniques can predict the degree of neurologic impairment for periventricular leukomalacia. *Pediatrics*. 2008;122:500–506.
 8. Rose J., Mirmiran M., Butler E.E., Lin C.Y., Barnes P.D., Kermoian R., Stevenson D.K. Neonatal microstructural development of the internal capsule on diffusion tensor imaging correlates with severity of gait and motor deficits. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49:745–750.
 9. deBruine F.T.D., Van Wezel-Meijler G., Leijser L.M., Steggerda S.J., Van Den Berg-Huysmans A.A., Rijken M., Van Buchem M.A., Van Der Grond J. Tractography and 2-year Follow-Up in Preterm Infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013;55:427–433.
 10. Yermolina Yu.V. Osobennosti strukturnykh i funktsional'nykh izmeneniy golovnogo mozga u detey so spasticheskimi formami tserebral'nogo paralicha. [Features of structural and functional changes in the brain in children with spastic forms of cerebral palsy]. Diss. ... kand. med. nauk. Moskva; 2016. (in Russian).
 11. Kinney H.C., Armstrong D.L. Perinatal neuropathology. In Graham DI, Lantos PE, editors: *Greenfield's Neuropathology*. London; 2002.
 12. Kinney H.C., Brody B.A., Kloman A.S., Gilles F.H. Sequence of central nervous system myelination in human infancy. II. Patterns of myelination in autopsied infants. *J Neuropathol Exp Neurol*. 1988;47:217–234.
 13. Volpe J.J. Brain injury in premature infants: a complex amalgam of destructive and developmental disturbances. *Lancet Neurol*. 2009;8(1):110–124.



УДК 616.71-007.251-073.786+615.849.11+611.018.43+616-007.234

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕНСИТОМЕТРИИ В ОЦЕНКЕ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ДЕТЕЙ

© Дмитрий Владимирович Бавыкин, Лилия Александровна Титова,
Ирина Анатольевна Бавыкина, Илья Альбертович Баранов

Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко. 394036, г. Воронеж,
ул. Студенческая, д. 10

Контактная информация: Дмитрий Вадимович Бавыкин — к.м.н., доцент кафедры инструментальной диагностики.
E-mail: bavykin_d@list.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8802-3914> SPIN: 6688-1397

Для цитирования: Бавыкин Д.В., Титова Л.А., Бавыкина И.А., Баранов И.А. Диагностическое значение ультразвуковой денситометрии в оценке минеральной плотности костной ткани у детей // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 1. С. 11–16.

Поступила: 27.12.2023

Одобрена: 15.01.2024

Принята к печати: 20.03.2024

Резюме. В статье приведены литературные данные относительно преимуществ и недостатков использования ультразвуковой денситометрии в оценке состояния костного метаболизма у детей. Приведены примеры эффективного применения скрининговых исследований в диагностике костного возраста в детской популяции. Показаны исследования, которые демонстрируют результаты сравнения двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии и ультразвуковой методики в различных возрастных группах. Анализ литературных данных содержит сведения о частоте встречаемости остеопении и остеопороза в детском возрасте, рассмотрены факторы, которые оказывают влияние на формирование костной ткани. Показана роль мониторинга минеральной плотности костной ткани при диспансерном наблюдении в педиатрической практике. Представлен анализ перспектив использования искусственного интеллекта в оценке рентгенологических данных, выявлены направления научных изысканий, развитие которых будет способствовать более широкому применению метода ультразвуковой денситометрии при определении минеральной плотности костной ткани у детей.

Ключевые слова: метаболизм костной ткани, остеоскрининг, остеопения, остеопороз

THE DIAGNOSTIC VALUE OF ULTRASOUND DENSITOMETRY IN THE ASSESSMENT OF BONE MINERAL DENSITY IN CHILDREN

© Dmitry V. Bavykin, Lilia A. Titova, Irina A. Bavykina, Ilya A. Baranov

Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko. 10 Studencheskaya str., Voronezh, 394036, Russian Federation

Contact information: Dmitry V. Bavykin — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Instrumental Diagnostics. E-mail: bavykin_d@list.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8802-3914> SPIN: 6688-1397

For citation: Bavykin DV, Titova LA, Bavykina IA, Baranov IA. The diagnostic value of ultrasound densitometry in the assessment of bone mineral density in children. Visualization in Medicine. 2024;6(1):11–16.

Received: 27.12.2023

Revised: 15.01.2024

Accepted: 20.03.2024

Abstract. The article presents literature data regarding the advantages and disadvantages of using ultrasound densitometry in assessing the state of bone metabolism in children. Examples of the effective use of screening studies in diagnosing bone age in the pediatric population are given. Studies are shown that demonstrate the results of comparisons between dual-energy X-ray absorptiometry and ultrasound techniques in different age groups. Analysis of literature data contains information on the incidence of osteopenia and osteoporosis in childhood, factors that influence the formation of bone tissue are considered. The role of monitoring bone mineral density during clinical observation in pediatric practice is shown. An analysis of the prospects for using artificial intelligence in assessing radiological data is presented, directions of scientific research are identified, the development of which will contribute to the wider use of the ultrasound densitometry method in determining bone mineral density in children.

Keywords: bone metabolism, screening, osteopenia, osteoporosis

В педиатрической практике может отмечаться снижение костного метаболизма не только при наличии хронических заболеваний или патологии костной системы, но и в процессе физиологического роста ребенка в периоды «ростовых скачков». Большое влияние на состояние костной ткани в раннем возрасте оказывают также пренатальные факторы, питание, двигательная активность, достаточность питания и обеспеченность нутриентами [1–3]. В этой связи оценка минеральной плотности костной ткани является важным компонентом динамического наблюдения в детском возрасте.

Двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (ДРА) прочно вошла в клиническую практику и зарекомендовала себя как простой неинвазивный метод диагностики изменений минеральной плотности костной ткани (МПКТ) у детей. Денситометрия позволяет проводить диагностику и динамическое наблюдение над состоянием костной минерализации при разнообразных соматических патологиях [4–7].

В последние годы внимание ряда исследователей сосредоточено на изучении возможности использования ультразвуковой денситометрии в оценке МПКТ и костного возраста у детей. К преимуществам данной методики можно отнести отсутствие лучевой нагрузки, высокую скорость проведения исследования, хорошие точность и воспроизводимость результата в сочетании с отсутствием требований к специализированным условиям при проведении исследования и низкими затратами на его выполнение. В этой связи широко обсуждается возможность использования ультразвуковой денситометрии в проведении эпидемиологических исследований для оценки костного возраста [8–10]. Отсутствие сведений о пороговых показателях скорости звука костной ткани и возрастных особенностях прочности в детской популяции являются недостатками методики, что может способствовать появлению гипердиагностики частоты снижения МПКТ у детей [11–18].

Отечественные исследования, проведенные под руководством А.А. Щербакова в 2020 году, подтверждают ценность методики в определении распространенности остеопенического синдрома в детской популяции. Авторы провели ультразвуковую денситометрию школьникам 7–17 лет (84 мальчиков и 85 девочек) и установили, что частота встречаемости снижения МПКТ зависит от возраста и пола детей и располагается в диапазоне 28–65% (наиболее часто встречалась остеопения I степени). С возрастом остеопенический синдром претерпевает следующие изменения: статистически значимо в 2 раза чаще в младшем

школьном возрасте снижение МПКТ выявлялось у девочек (31,8 и 60%; $p=0,01$), в период обучения в 5–9 классе результаты по гендерному принципу значительно не отличались (65 и 53,3%; $p=0,2$), в то время как среди старшеклассников чаще остеопенический синдром диагностировался у юношей (60 и 28%; $p=0,02$). Деформирующая дорсопатия, функциональная диспепсия, миопия, низкорослость и белково-энергетическая недостаточность зачастую сопровождали снижение МПКТ [11]. Прицельный скрининг на наличие остеопенического синдрома у детей с хронической соматической патологией с использованием ультразвуковой денситометрии выявил практически у половины обследуемых (41,3%) наличие снижения МПКТ, в то время как в группе здоровых сверстников остеопения встречалась в 2 раза реже (20,9%) [19]. В аналогичном исследовании, проведенном среди пациентов в возрасте 19 лет, при наличии хронических заболеваний остеопения и остеопороз диагностировались на уровне 30 и 2% соответственно [14].

По данным Н.Ю. Крутиковой и соавт., снижение МПКТ, по данным ультразвуковой денситометрии, отмечается на 4-м месяце жизни, а к возрасту 6 лет стремительно нарастает с пиковым значением в возрасте 2 лет. При этом в раннем возрасте статистически значимо остеопения реже встречается у мальчиков, а в возрасте 5–6 лет — у девочек. Возрастная оценка изменений костной ткани проводилась с участием 2595 дошкольников [20]. В то же время скрининг, проведенный с использованием ультразвуковой денситометрии на большеберцовой кости голени в середине диафиза, среди 2316 детей раннего возраста 1-й или 2-й группы здоровья продемонстрировал, что критическими периодами в формировании костной ткани является возраст 4, 12, 18, 24 и 36 месяцев. По мнению авторов, включение методики в диагностический комплекс при проведении диспансерного наблюдения детей до 3 лет позволит выявлять и предотвращать снижение МПКТ [21].

Ультразвуковая денситометрия ввиду своей безопасности может использоваться у детей с рождения. При оценке состояния МПКТ 189 недоношенных детей с массой тела менее 1500 г установлено, что фактор использования экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) и массы тела новорожденных является значимым в состоянии МПКТ. Авторами установлено, что эти факторы приводят к значимому снижению прочности кости. Частота встречаемости существенного снижения МПКТ ($SOS <10\%$ и $>3\%$) по данным УЗИ-денситометрии у недоношенных детей, рожденных с

экстремально низкой массой тела после ЭКО, отмечено в 12,8% случаев [22].

Прямая корреляция замечена при сопоставлении результатов ультразвуковой денситометрии и ДРА [23]. В сравнительное исследование были включены 1600 детей разного возраста, выявлено снижение костной плотности по данным УЗ-денситометрии у недоношенных с выраженной обратной корреляцией данных МПКТ с массой тела. Каждый третий недоношенный ребенок имел остеопенические изменения (30%), а остеопороз выявлен у 5% новорожденных пациентов. В группе доношенных детей снижение МПКТ определено у 11% новорожденных, изменений, характерных для остеопороза, не выявлено. При обследовании ДРА в области эпифиза плечевой кости выявлены аналогичные изменения между группами новорожденных. В возрастной группе 3–7 лет отмечалась относительно низкая частота снижения МПКТ. Остеопения выявлена в 14,4% случаев, а остеопороз имели 3,3% детей. Среди младших школьников остеопения составила 24,2%, остеопороз выявлен в 5,7% случаев. В группе пациентов в возрасте 11–17 лет не отмечено существенных отличий (230 школьников обследованы методом ДРА и 222 ребенка — ультразвуковой денситометрией). При оценке ДРА остеопения выявлена у 18,6% подростков, а с использованием УЗ-метода при проведении анализа на лучевой кости снижение МПКТ диагностировано у 18,9% пациентов, а на большеберцовой кости — в 22,5% случаев [24].

В проспективном обсервационном исследовании с участием недоношенных детей, рожденных раньше 32 недель гестации или с массой тела ≤ 1800 г при рождении, проведено сканирование ДРА для измерения минерального состава кости и ультразвуковое сканирование большеберцовой кости для измерения скорости звука в кости. В результате установлена слабая обратная корреляция ($R^2 0,163$, $p < 0,01$). Результаты ДРА и ультразвуковой денситометрии коррелировали с параметрами в скорректированном гестационном возрасте на момент сканирования костей ($p < 0,05$ – $0,001$). Результаты ультразвукового исследования коррелировали со сроком беременности при рождении ($p < 0,001$), в отличие от результатов ДРА. Наблюдалась статистически значимая слабая обратная корреляция между ДРА и ультразвуковой денситометрией [25].

При проведении аналогичного исследования 60 детям в возрасте от 9 до 10 лет, рожденным недоношенными, чувствительность варьировала от 33 до 92%, а специфичность — от 16 до 68%. Положительные и отрицательные прогностические

значения варьировали от 4 до 38% и от 82 до 97% соответственно. Установлены статистически значимые слабые корреляции и слабая взаимосвязь между измерениями. Результаты ДРА не эквивалентны ультразвуковым данным и, следовательно, по мнению авторов, не могут являться заменой в оценке МПКТ. Данное исследование в противовес ранее приведенным ставит под сомнение рациональность использования ультразвуковой денситометрии в определении МПКТ [26].

К. Utczas и соавт. демонстрируют успешное применение ультразвуковой денситометрии в оценке костного возраста у детей. При проведении оценки МПКТ у 1502 здоровых детей в возрасте от 6 до 18 лет с помощью количественной ультразвуковой денситометрии и рентгенограмм левой кисти и запястья у подвыборки из 47 случайно взятых участников авторами установлено наличие значимой корреляции со всеми рентгенологическими оценками возраста. Коэффициенты корреляции варьировали от 0,895 до 0,958, самая сильная корреляция ультразвуковой оценки зрелости скелета была обнаружена с помощью метода Таннера–Уайтхауса. Ученые предлагают использовать ультразвуковую оценку костного возраста в хронологическом возрасте 8,5–16,0 лет у мальчиков и 7,5–15,0 лет у девочек [8].

В настоящее время проводятся многоцентровые валидации с использованием искусственного интеллекта в оценке результатов инструментальных методов исследования, что дает возможность унификации методологии. Система демонстрирует свой потенциал в повышении эффективности результатов диагностики и последующего лечения пациентов и снижении затрат на здравоохранение [27]. Появление референтных возрастных баз и накопление информации об эффективности использования ультразвуковой денситометрии позволят повысить качество диагностики и оказания медицинской помощи детскому населению.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратьева Е.И., Сутовская Д.В., Зобенко В.Я. и др. Состояние минеральной плотности костной ткани у школьников города Краснодара. *Сибирский медицинский журнал*. Томск: 2011;26(4-2):231–236.
2. Жекайте Е.К., Кондратьева Е.И., Лошкова Е.В. и др. Снижение минеральной плотности кости у детей. *Вопросы практической педиатрии*. 2023;18(1):111–123. DOI: 10.20953/1817-7646-2023-1-111-123.
3. Coheley L.M., Lewis R.D. Dietary Patterns and Pediatric Bone. *Curr Osteoporos Rep*. 2021;19(1):107–114. DOI: 10.1007/s11914-020-00654-8.
4. Жекайте Е.К., Максимычева Т.Ю. Снижение минеральной плотности у детей с муковисцидозом: динамика показателей за 15 лет. *Архив педиатрии и детской хирургии*. 2023;1(1):31–40. DOI: 10.31146/2949-4664-apps-1-1-31-40.
5. Новикова В.П., Кузьмина Д.А., Гузеева О.Д. Хронический гастрит и патология костной ткани у детей. *Врач-аспирант*. 2011;47(4.1):248–254.
6. Маслова Н.А., Звонкова Н.Г., Боровик Т.Э. и др. Изменения метаболизма костной ткани при детском церебральном параличе. *Российский педиатрический журнал*. 2022;25(2):76–83. DOI: 10.46563/1560-9561-2022-25-2-76-83.
7. Бавыкина И.А., Леднёва В.С., Бавыкин Д.В. и др. Физическое развитие и минеральная плотность костной ткани детей с воспалительными заболеваниями кишечника. *Медицинский алфавит*. 2023;(34):16–19. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-34-16-19.
8. Utczas K., Muzsnai A., Cameron N. et al. A comparison of skeletal maturity assessed by radiological and ultrasonic methods. *Am J Hum Biol*. 2017;29(4). DOI: 10.1002/ajhb.22966.
9. Kuang Y.X., Cheng H., Zheng Y.Y. et al. Comparison on Performance of Quantitative Ultrasound and Dual-Energy X-ray Absorptiometry in Evaluating Bone Health of Adults Aged 18-40 Years. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*. 2023;45(5):737–742. Chinese. DOI: 10.3881/j.issn.1000-503X.15695.
10. Rüeger E., Hutmacher N., Eichelberger P., Löcherbach C., Albrecht S., Romann M. Ultrasound Imaging-Based Methods for Assessing Biological Maturity during Adolescence and Possible Application in Youth Sport: A Scoping Review. *Children (Basel)*. 2022;9(12):1985. DOI: 10.3390/children9121985.
11. Щербаков А.А., Штина И.Е., Устинова О.Ю., Эйфельд Д.А. Распространенность снижения минеральной плотности костной ткани у учащихся общеобразовательных школ. В сборнике: *Анализ риска здоровью — 2021. Внешнесредовые, социальные, медицинские и поведенческие аспекты. Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2021. Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Пермь; 2021:271–276.
12. Положаева И.В., Алиякпаров М.Т. Актуальность проблемы остеопороза в молодом возрасте и его ранней современной диагностики. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018;2:115–120.
13. Солдатов А.И., Сергеев К.В. Ультразвуковой прибор для диагностики остеопороза. *Электронные средства и системы управления. Материалы докладов Международной научно-практической конференции*. 2022;1(1):100–102.
14. Иманалиева Ф.Э., Тагаев Т.Ж., Маришбек Э.М., Маматов С.М. Минеральная плотность костной ткани по данным ультразвуковой денситометрии у лиц разных возрастных групп населения Кыргызской республики. *Клиническая геронтология*. 2022;28(5-6):63–68. DOI: 10.26347/1607-2499202205-06063-068.
15. Иманалиева Ф.Э., Маматов С.М., Арстанбекова М.А. Диагностика остеопороза в разных возрастных группах населения города Бишкек с использованием ультразвуковой денситометрии. *Клиническая геронтология*. 2020;26(3-4):16–20. DOI: 10.26347/1607-2499202003-04016-020.
16. Tho NHT, Tran, Lawrence H. Le, Dean Ta. Analysis of Ultrasonic Guided Wave Propagation in Multilayered Bone Structure With Varying Soft-Tissue Thickness in View of Cortical Bone Characterization. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2022;69(1):147–155. DOI: 10.1109/TUFFC.2021.3112621.
17. Kay Raum, Pascal Laugier. Clinical Devices for Bone Assessment. *Adv Exp Med Biol*. 2022;1364:35–53. DOI: 10.1007/978-3-030-91979-5_3.
18. Nicolas Bochud, Pascal Laugier. Axial Transmission: Techniques, Devices and Clinical Results. *Adv Exp Med Biol*. 2022;1364:55–94. DOI: 10.1007/978-3-030-91979-5_4.
19. Марушко Ю.В., Волоха Т.И., Асонов А.О. Ультразвуковая денситометрия (аксиальное измерение) в диагностике остеопенического синдрома у детей с разной соматической патологией. *Современная педиатрия*. 2016;1(73):54–58.
20. Крутикова Н.Ю., Виноградова А.Г., Юденкова О.А. и др. История внедрения диагностических методов определения нарушения прочности кости. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2018;17(4):146–150.
21. Крутикова Н.Ю., Рябухин Ю.В. Современная диагностика нарушений формирования кости у новорожденных и детей

- раннего возраста с помощью ультрасонометрии на педиатрическом участке (методические рекомендации). *Остеопороз и остеопатии*. 2015;18(2):33–35. DOI: 10.14341/oste02015233-35.
22. Мерзлякова Д.Р., Хафизова Н.Р., Вахитова Г.А. и др. Прочность костной ткани по результатам ультразвуковой денситометрии у детей, рожденных после проведения экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) с массой тела менее 1500 г. *PMЖ. Мать и дитя*. 2023;6(1):34–38. DOI: 10.32364/2618-8430-2023-6-1-34-38.
 23. Бусурин В.И., Кудрявцев П.С. Применение метода ультразвуковой остеометрии для скрининг-диагностики и мониторинга эффективности терапии остеопороза. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2022;67(5):75–79.
 24. Мальцев С.В., Мансурова Г.Ш., Колесниченко Т.В., Зотов Н.А. Минеральная плотность кости у детей в разные возрастные периоды. *Практическая медицина*. 2013;6(75):106–108.
 25. Tarrell A., Grinsell M., Murray M., Lewis K.W., Yoder B.A., Jenkins S.M. Tibial quantitative ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry in preterm infants. *J Perinatol*. 2023;43(5):642–646. DOI: 10.1038/s41372-022-01588-y.
 26. Lageweg C.M.T., van der Putten M.E., van Goudoever J.B., Feuth T., Gotthardt M., van Heijst A.F.J., Christmann V. Evaluation of bone mineralization in former preterm born children: Phalangeal quantitative ultrasound cannot replace dual-energy X-ray absorptiometry. *Bone Rep*. 2018;8:38–45. DOI: 10.1016/j.bonr.2018.01.004.
 27. Liu Y., Ouyang L., Wu W. et al. Validation of an established TW3 artificial intelligence bone age assessment system: a prospective, multicenter, confirmatory study. *Quant Imaging Med Surg*. 2024;14(1):144–159. DOI: 10.21037/qims-23-715.
 - with cystic fibrosis: dynamics of indicators over 15 years]. *Arkhiv pediatrii i detskoy khirurgii*. 2023;1(1):31–40. DOI: 10.31146/2949-4664-apps-1-1-31-40. (in Russian).
 5. Novikova V.P., Kuz'mina D.A., Guzeyeva O.D. Khronicheskiy gastrit i patologiya kostnoy tkani u detey. [Chronic gastritis and bone tissue pathology in children]. *Vrach-aspirant*. 2011;47(4.1):248–254. (in Russian).
 6. Maslova N.A., Zvonkova N.G., Borovik T.E. i dr. Izmeneniya metabolizma kostnoy tkani pri detskom tserebral'nom paralichе. [Changes in bone tissue metabolism in cerebral palsy]. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2022;25(2):76–83. DOI: 10.46563/1560-9561-2022-25-2-76-83. (in Russian).
 7. Bavykina I.A., Lednova V.S., Bavykin D.V. i dr. Fizicheskoye razvitiye i mineral'naya plotnost' kostnoy tkani detey s vospalitel'nymi zabolevaniyami kishechnika. [Physical development and mineral density of bone tissue in children with inflammatory bowel diseases]. *Meditinskiy alfavit*. 2023;(34):16–19. DOI: 10.33667/2078-5631-2023-34-16-19. (in Russian).
 8. Utczas K., Muzsnai A., Cameron N. et al. A comparison of skeletal maturity assessed by radiological and ultrasonic methods. *Am J Hum Biol*. 2017;29(4). DOI: 10.1002/ajhb.22966.
 9. Kuang Y.X., Cheng H., Zheng Y.Y. et al. Comparison on Performance of Quantitative Ultrasound and Dual-Energy X-ray Absorptiometry in Evaluating Bone Health of Adults Aged 18-40 Years. *Zhongguo Yi Xue Ke Xue Yuan Xue Bao*. 2023;45(5):737–742. Chinese. DOI: 10.3881/j.issn.1000-503X.15695.
 10. Rieger E., Hutmacher N., Eichelberger P., Löcherbach C., Albrecht S., Romann M. Ultrasound Imaging-Based Methods for Assessing Biological Maturity during Adolescence and Possible Application in Youth Sport: A Scoping Review. *Children (Basel)*. 2022;9(12):1985. DOI: 10.3390/children9121985.
 11. Shcherbakov A.A., Shtina I.Ye., Ustinova O.Yu., Eysfel'd D.A. Rasprostranennost' snizheniya mineral'noy plotnosti kostnoy tkani u uchashchikhhsya obshcheobrazovatel'nykh shkol. [Prevalence of decreased bone mineral density in secondary school students]. V sbornike: Analiz riska zdorov'yu — 2021. *Vneshnesredovyye, sotsial'nyye, meditsinskiye i povedencheskiye aspekty. Sovmestno s mezhdunarodnoy vstrechey po okruzhayushchey srede i zdorov'yu RISE-2021. Materialy XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiyem. Perm'*; 2021: 271–276. (in Russian).
 12. Polozhayeva I.V., Aliyapkarov M.T. Aktual'nost' problemy osteoporoza v molodom vozraste i yego ranney sovremennoy diagnostiki. [The relevance of the problem of osteoporosis at a young age and its early modern diagnosis]. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*. 2018;2:115–120. (in Russian).
 13. Soldatov A.I., Sergeyev K.V. Ul'trazvukovoy pribor dlya diagnostiki osteoporoza. *Elektronnyye sredstva i sistemy uprav-*

REFERENCES

1. Kondrat'yeva Ye.I., Sutovskaya D.V., Zobenko V.Ya. i dr. Sostoyaniye mineral'noy plotnosti kostnoy tkani u shkol'nikov goroda Krasnodara. [The state of mineral density of bone tissue in schoolchildren of the city of Krasnodar]. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal. Tomsk*: 2011;26(4-2):231–236. (in Russian).
2. Zhekayte Ye.K., Kondrat'yeva Ye.I., Loshkova Ye.V. i dr. Snizheniye mineral'noy plotnosti kosti u detey. [Decrease in bone mineral density in children]. *Voprosy prakticheskoy pediatrii*. 2023;18(1):111–123. DOI: 10.20953/1817-7646-2023-1-111-123. (in Russian).
3. Coheley L.M., Lewis R.D. Dietary Patterns and Pediatric Bone. *Curr Osteoporos Rep*. 2021;19(1):107–114. DOI: 10.1007/s11914-020-00654-8.
4. Zhekayte Ye.K., Maksimycheva T.Yu. Snizheniye mineral'noy plotnosti u detey s mukovistsidozom: dinamika pokazateley za 15 let. [Decrease in mineral density in children

- leniya. [Ultrasound device for diagnosing osteoporosis]. *Materiyaly dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. 2022;1(1):100–102. (in Russian).
14. Imanaliyeva F.E., Tagayev T.Zh., Marishbek E.M., Mamatov S.M. Mineral'naya plotnost' kostnoy tkani po dannym ul'trazvukovoy densitometrii u lits raznykh voznrastnykh grupp naseleniya Kyrgyzskoy respubliky. [Mineral density of bone tissue according to ultrasound densitometry in individuals of different age groups of the population of the Kyrgyz Republic]. *Klinicheskaya gerontologiya*. 2022;28(5-6):63–68. DOI: 10.26347/1607-2499202205-06063-068. (in Russian).
 15. Imanaliyeva F.E., Mamatov S.M., Arstanbekova M.A. Diagnostika osteoporoz v raznykh voznrastnykh gruppakh naseleniya goroda Bishkek s ispol'zovaniyem ul'trazvukovoy densitometrii. [Diagnosis of osteoporosis in different age groups of the population of Bishkek using ultrasound densitometry]. *Klinicheskaya gerontologiya*. 2020;26(3-4):16–20 DOI: 10.26347/1607-2499202003-04016-020. (in Russian).
 16. Tho NHT. Tran, Lawrence H. Le, Dean Ta. Analysis of Ultrasonic Guided Wave Propagation in Multilayered Bone Structure With Varying Soft-Tissue Thickness in View of Cortical Bone Characterization. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control*. 2022;69(1):147–155. DOI: 10.1109/TUFFC.2021.3112621.
 17. Kay Raum, Pascal Laugier. Clinical Devices for Bone Assessment. *Adv Exp Med Biol*. 2022;1364:35–53. DOI: 10.1007/978-3-030-91979-5_3.
 18. Nicolas Bochud, Pascal Laugier. Axial Transmission: Techniques, Devices and Clinical Results. *Adv Exp Med Biol*. 2022;1364:55–94. DOI: 10.1007/978-3-030-91979-5_4.
 19. Marushko Yu.V., Volokha T.I., Asonov A.O. Ul'trazvukovaya densitometriya (aksial'noye izmereniye) v diagnostike osteopenicheskogo sindroma u detey s raznoy somaticheskoy patologiyey. [Ultrasound densitometry (axial measurement) in the diagnosis of osteopenic syndrome in children with various somatic pathologies]. *Sovremennaya pediatriya*. 2016;1(73):54–58. (in Russian).
 20. Krutikova N.Yu., Vinogradova A.G., Yudenkova O.A. i dr. Istoriya vnedreniya diagnosticheskikh metodov opredeleniya narusheniya prochnosti kosti. [History of the introduction of diagnostic methods for determining impaired bone strength]. *Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*. 2018;17(4):146–150. (in Russian).
 21. Krutikova N.Yu., Ryabukhin Yu.V. Sovremennaya diagnostika narusheniy formirovaniya kosti u novorozhdennykh i detey rannego vozrasta s pomoshch'yu ul'trasonometrii na pediatricheskom uchastke (metodicheskiye rekomendatsii). [Modern diagnosis of bone formation disorders in newborns and young children using ultrasonometry in the pediatric area (methodological recommendations)]. *Osteoporoz i osteopatii*. 2015;18(2):33–35. DOI: 10.14341/osteo2015233-35. (in Russian).
 22. Merzlyakova D.R., Khafizova N.R., Vakhitova G.A. i dr. Prochnost' kostnoy tkani po rezul'tatam ul'trazvukovoy densitometrii u detey, rozhdennykh posle provedeniya ekstrakorporal'nogo oplodotvoreniya (EKO) s massoy tela meneye 1500 g. [Strength of bone tissue according to the results of ultrasound densitometry in children born after in vitro fertilization (IVF) with a body weight of less than 1500 g.]. *RMZH. Mat' i ditya*. 2023;6(1):34–38. DOI: 10.32364/2618-8430-2023-6-1-34-38. (in Russian).
 23. Busurin V.I., Kudryavtsev P.S. Primeneniye metoda ul'trazvukovoy osteometrii dlya skrining-diagnosticski i monitoringa effektivnosti terapii osteoporoz. [Application of the ultrasound osteometry method for screening diagnostics and monitoring the effectiveness of osteoporosis therapy]. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*. 2022;67(5):75–79. (in Russian).
 24. Mal'tsev S.V., Mansurova G.Sh., Kolesnichenko T.V., Zotov N.A. Mineral'naya plotnost' kosti u detey v raznyye voznrastnyye periody. [Bone mineral density in children at different ages]. *Prakticheskaya meditsina*. 2013;6(75):106–108. (in Russian).
 25. Tarrell A., Grinsell M., Murray M., Lewis K.W., Yoder B.A., Jenkins S.M. Tibial quantitative ultrasound compared to dual-energy X-ray absorptiometry in preterm infants. *J Perinatol*. 2023;43(5):642–646. DOI: 10.1038/s41372-022-01588-y.
 26. Lageweg CMT., van der Putten M.E., van Goudoever J.B., Feuth T., Gotthardt M., van Heijst AFJ., Christmann V. Evaluation of bone mineralization in former preterm born children: Phalangeal quantitative ultrasound cannot replace dual-energy X-ray absorptiometry. *Bone Rep*. 2018;8:38–45. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2018.01.004>.
 27. Liu Y., Ouyang L., Wu W. et al. Validation of an established TW3 artificial intelligence bone age assessment system: a prospective, multicenter, confirmatory study. *Quant Imaging Med Surg*. 2024; 14(1):144–159. <https://doi.org/10.21037/qims-23-715>.



УДК 616-006.327.03+576.7]-073.43

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

© Наталья Владимировна Крашенинникова, Елена Владимировна Синельникова,
Эмилия Наумовна Столова, Анастасия Вячеславовна Сеницына,
Иван Александрович Баулин

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург,
ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Наталья Владимировна Крашенинникова — к.м.н., доцент кафедры лучевой диагностики
и биомедицинской визуализации ФП и ДПО. E-mail: nvknb@mail.ru SPIN: 9935-9318

Для цитирования: Крашенинникова Н.В., Синельникова Е.В., Столова Э.Н., Сеницына А.В., Баулин И.А. Ультразвуковая
вариабельность образований мягких тканей // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 1. С. 17–21.

Поступила: 21.12.2023

Одобрена: 23.01.2024

Принята к печати: 20.03.2024

Резюме. Современные возможности в выявлении и дифференциальной диагностике патологических очаговых образований мягких тканей с помощью метода ультразвуковой диагностики позволяют верифицировать с большой вероятностью их форму, расположение, эхоструктуру, наличие и выраженность васкуляризации. Однако некоторые новообразования не имеют высокой ультразвуковой специфичности для верификации предполагаемого морфологического типа опухоли. К таким образованиям относится редко встречающийся фиброматоз десмоидного типа (ДФ), имеющий очень вариабельное ультразвуковое изображение в зависимости от места локализации, в связи с чем поиск и анализ ультразвуковых маркеров десмоидной фибромы является актуальной задачей, направленной на повышение точности диагностики этого доброкачественного новообразования с агрессивным и рецидивирующим характером роста.

Ключевые слова: ультразвуковая диагностика, десмоидный фиброматоз УЗИ, УЗИ мягких тканей

ULTRASOUND VARIABILITY OF SOFT TISSUE MASSES

© Natalia V. Krasheninnikova, Elena V. Sinelnikova, Emilia N. Stolova, Anastasia V. Sinitsyna, Ivan A. Baulin

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Contact information: Natalia V. Krasheninnikova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department
of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of AF and DPO. E-mail: nvknb@mail.ru SPIN: 9935-9318

For citation: Krasheninnikova NV, Sinelnikova EV, Stolova EN, Sinitsyna AV, Baulin IA. Ultrasound variability of soft tissue masses.
Visualization in Medicine. 2024;6(1):17–21.

Received: 21.12.2023

Revised: 23.01.2024

Accepted: 20.03.2024

Abstract. Modern ultrasonography capabilities make it possible to verify the shape, location, echostructure, presence and severity of vascularization in soft tissue formations with high probability. However, some neoplasms do not have high ultrasound specificity to verify the expected morphological type of tumor. Such formations include the rare desmoid type fibromatosis (DF). It has a highly variable ultrasound image depending on location. Therefore, it is important to search for and analyze ultrasound markers of desmoid fibroma. This is necessary to increase the accuracy of diagnosis of this benign neoplasm with an aggressive and recurrent growth pattern.

Keywords: desmoid fibromatosis ultrasound, soft tissue ultrasound

ВВЕДЕНИЕ

Фиброматоз десмоидного типа (ДФ), также известный как агрессивный фиброматоз, представляет собой локально агрессивное доброкачественное фибробластическое новообразование мезенхимальной природы, которое может иметь инфильтративный характер роста или рецидивировать, но не может метастазировать. Впервые было описано в 1832 году Джоном Макфарлейном. Это редкое заболевание: по оценкам исследователей, ежегодная заболеваемость составляет от двух до четырех новых случаев на миллион человек [1, 2]. Большинство ДФ возникают спорадически, но могут быть связаны и с наследственным синдромом семейного аденоматозного полипоза. Хирургическое вмешательство необходимо при симптоматическом течении заболевания, особенно при компрессии окружающих тканей, однако опухоли подвержены частому рецидивированию и могут развиваться из мышечно-апоневротических структур практически любой анатомической области тела, включая брюшную стенку, грудную стенку, конечности, шею, в ряде случаев наблюдается мультифокальный рост опухолей [3, 4]. Интраабдоминальные десмоидные фибромы чаще всего сочетаются с полипозом толстой кишки (синдрома Гарднера). После постановки диагноза «десмоидная фиброма» вариант лечения подбирается индивидуально для каждого пациента [5]. К числу доступных вариантов лечения пациентов относятся динамическое наблюдение, хирургическое лечение, лучевая терапия и системная терапия (гормональные препараты, химиотерапия). Из-за высокой частоты рецидивов визуализация играет важную роль не только в диагностике, но и в лечении ДФ. Хотя существует ряд исследований, описывающих данные ультразвукового исследования (УЗИ), компьютерной томографии (КТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) при ДФ, вариабельность локализации и ультразвуковой картины ДФ являются основанием для выявления признаков, позволяющих провести дифференциальную диагностику с другими очаговыми образованиями мягких тканей [6].

К классическим ультразвуковым характеристикам ДФ относятся:

- контур неровный, но четкий;
- форма округлая или неправильная;
- структура неоднородная;
- эхогенность пониженная;
- диаметр от нескольких миллиметров до 15 см.

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

Клинический случай № 1

Больная Т., 37 лет. Пациентка самостоятельно обнаружила у себя образование в средней трети по внутренней поверхности правого бедра. В течение 3 месяцев образование увеличивалось, в связи с чем она обратилась к онкологу. При осмотре онколог определил в мягких тканях внутренней поверхности правого бедра бугристое тяжистое образование до 5 см, с тяжем к коже, кожа над образованием втянута. Было высказано предположение о саркоме мягких тканей правого бедра, и пациентка была направлена на УЗИ. В ходе ультразвукового исследования в глубоких отделах подкожно-жировой клетчатки по переднемедиальной поверхности правого бедра лоцировалось гипоэхогенное образование с неровными спикурообразными, местами нечеткими контурами (рис. 1). При визуализации в режиме цветового доплеровского картирования в структуре образования определялись единичные локусы кровотока (рис. 2). При оценке особенностей образования в режиме панорамной визуализации лоцировалась акустическая тень за задней стенкой образования (рис. 3). При исследовании ДФ в режиме компрессионной эластографии был получен 5-й эластотип, что свидетельствует о значительной жесткости образования, причем размеры образования не отличались от размеров в В-режиме, что свидетельствовало о большой вероятности ограниченного роста.

Было выполнено МРТ мягких тканей бедра с внутривенным контрастированием (рис. 5). По результатам исследования в глубоком отделе подкожно-жировой клетчатки переднемедиальной поверхности бедра между медиальной широкой мышцей бедра и портняжной мышцей определяется объемное образование неправильной формы с нечеткими «звездчатыми» контурами за счет тяжистого

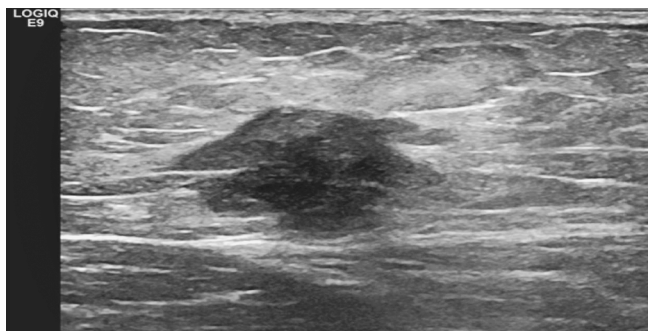


Рис. 1. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в В-режиме

уплотнения окружающей клетчатки 33×21×17 мм. При внутривенном введении контраста отмечается интенсивное, несколько неоднородное накопление парамагнетика структурой образования.

Заключение: МР-картина объемного образования глубоких отделов подкожной жировой клетчатки

переднемедиального отдела средней трети бедра с косвенными признаками инвазивного роста.

Была выполнена трепан-биопсия образования. Результат гистологии: веретенноклеточная опухоль с высоким содержанием коллагена, по гистологическому типу соответствующая десмоидному типу фиброматоза.

Больная была прооперирована. Под общей анестезией единым блоком иссечены кожа, подкожно-жировая клетчатка, фасция мышц и часть портняжной и медиальной головки четырехглавой мышцы бедра. Диагноз «десмоидная фиброма» подтвержден.

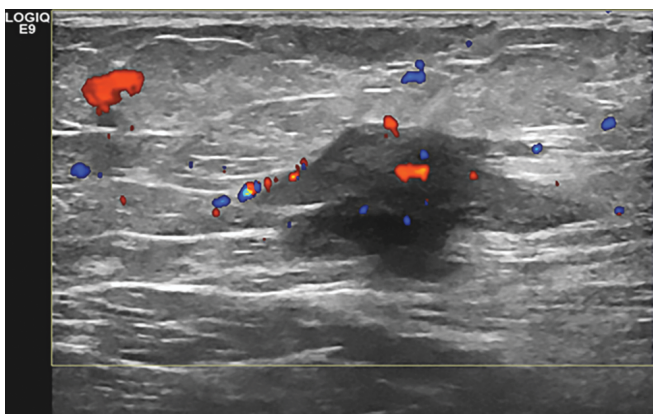


Рис. 2. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в режиме цветового доплеровского картирования

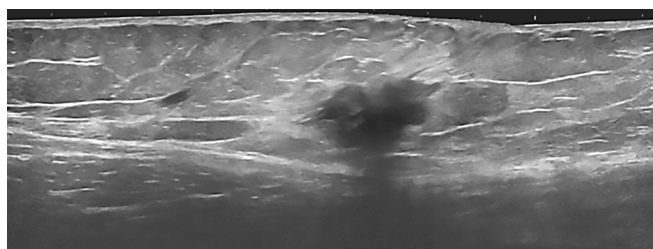


Рис. 3. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в режиме панорамной визуализации

Клинический случай № 2

Больная Л., 64 года. Обнаружила у себя уплотнение в мягких тканях передней поверхности грудной клетки в области мечевидного отростка до 1 см. Обратилась к хирургу, и с подозрением на липому в эпигастральной области направлена на УЗИ мягких тканей.

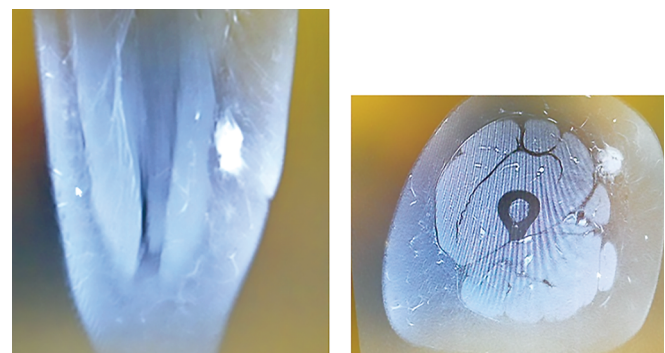


Рис. 5. МРТ мягких тканей бедра с внутривенным контрастированием

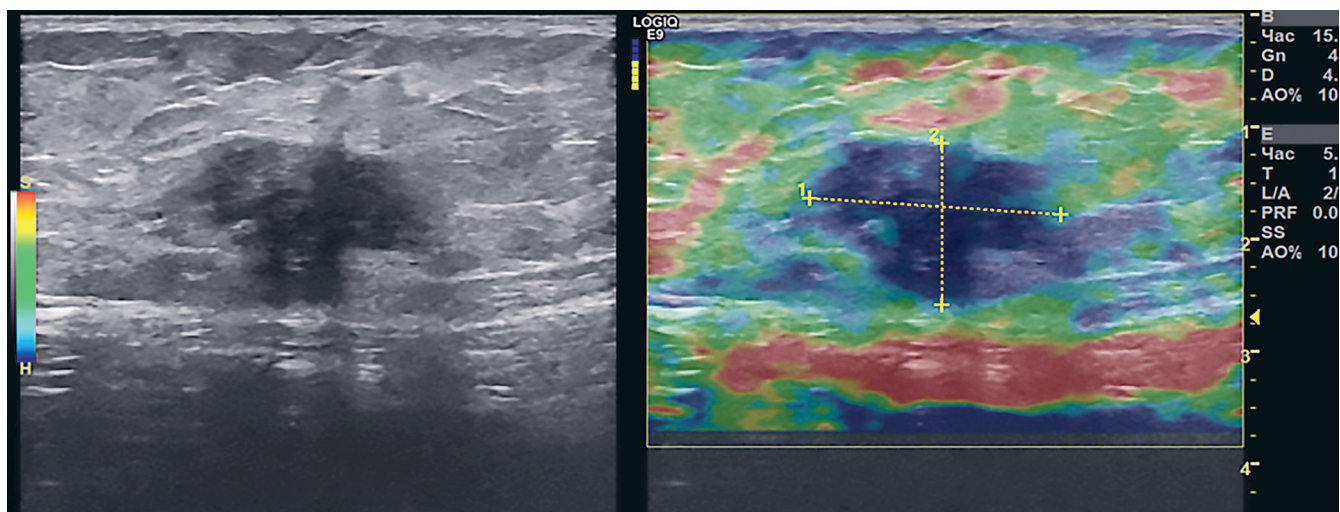


Рис. 4. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в режиме компрессионной эластографии

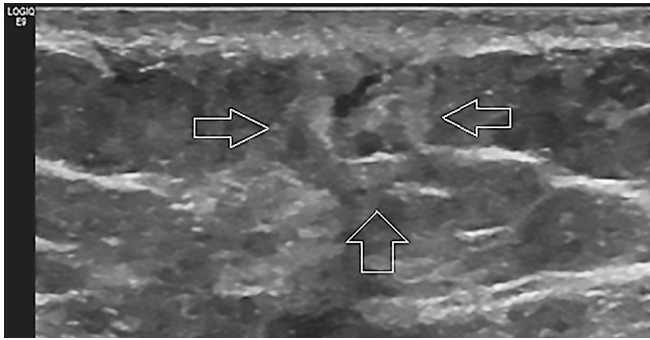


Рис. 6. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в В-режиме. Образование ограничено стрелками

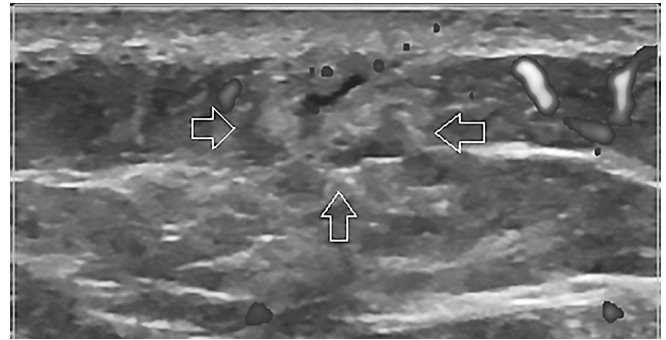


Рис. 7. Ультразвуковое изображение десмоидной фибромы в режиме энергетического доплеровского картирования. Образование ограничено стрелками

В ходе ультразвуковой диагностики в эпигастральной области в подкожно-жировой клетчатке непосредственно под кожей лоцируется образование неоднородной структуры с гипозоногенными и гиперэхогенными участками, 8×5×8 мм с нечеткими неровными контурами (рис. 6). При проведении энергетического доплеровского картирования в образовании лоцировался единичный локус-кровооток (рис. 7).

Была выполнена трепан-биопсия образования. *Заключение:* гистологическая структура может соответствовать фиброматозу десмоидного типа. Для верификации диагноза необходимо иммуногистохимическое (ИГХ) исследование с применением пяти антител.

Выполнены гистологическое и иммуногистохимическое исследования, структура соответствует фиброматозу десмоидного типа. *Заключение онколога:* фиброматоз десмоидного типа передней брюшной стенки.

Учитывая малые размеры и локализацию образования, рекомендовано динамическое наблюдение.

Выводы

Современные возможности ультразвукового диагностического оборудования позволяют выявлять поверхностно расположенные образования мягких тканей с высокой степенью детализации. Доступные программы постобработки изображения, дополнительные методы визуализации в режимах цветового и энергетического доплеровского картирования, компрессионной эластографии позволяют получить ультразвуковые характеристики злокачественной или доброкачественной природы новообразований. Однако такие редко встречающиеся образования, как десмоид-

ная фиброма, имеют очень вариабельное ультразвуковое изображение и достаточно низкую специфичность метода ультразвуковой диагностики, что требует от специалиста, выполняющего УЗИ, большого опыта и информированности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Wen Xu, Kun Lv, Yunling Huang, Qing Wen, Minqiang Pan, Pintong Huang. Features of ultrasound and contrast enhanced ultrasound in superficial desmoid-type fibromatosis: A series of 19 cases. *Clin Hemorheol Microcirc* 2022;80(2):211–218. DOI: 10.3233/CH-211249.
2. Milos R.I., Moritz T., Bernathova M., Amann G., Panotopoulos J., Noebauer-Huhmann I.M., Bodner G. Superficial desmoid tumors: MRI and ultrasound imaging characteristics. *Eur J Radiol.* 2015;84(11):2194–201. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.08.012.
3. Valentino M., Liberatore M., Maghella F., De Soccio V., De Felice C., Messineo D., Drudi F.M. Diagnostic imaging and CEUS findings in a rare case of Desmoid-type fibromatosis. A case report. *J Ultrasound.* 2018;21(3):253–257. DOI: 10.1007/s40477-018-0291-8.
4. Dong C.H., Lu Q., Wang W.P., Ji Z.B., Wang X. Contrast-Enhanced Ultrasound Features of Hepatic Reactive Lymphoid Hyperplasia: Correlation With Histopathologic Findings. *J Ultrasound Med.* 2019;38(9):2379–2388. DOI: 10.1002/jum.14934.
5. Zhang Q., Yan H.L., Lu Q., Luo Y. Value of contrast-enhanced ultrasound in deep angiomyxoma using a bi-plane transrectal probe: A case report. *World J Gastroenterol.* 2023;29(26):4214–4221. DOI: 10.3748/wjg.v29.i26.4214.
6. Cohen B.E., Murthy N.S., McKenzie G.A. Ultrasonography of Plantar Fibromatosis: Updated Case Series, Review of the Literature, and a Novel Descriptive Appearance Termed the “Comb Sign”. *J Ultrasound Med.* 2018;37(11):2725–2731. DOI: 10.1002/jum.14615.

REFERENCES

1. Wen Xu, Kun Lv, Yunling Huang, Qing Wen, Minqiang Pan, Pintong Huang. Features of ultrasound and contrast enhanced ultrasound in superficial desmoid-type fibromatosis: A series of 19 cases. *Clin Hemorheol Microcirc.* 2022;80(2):211–218. DOI: 10.3233/CH-211249.
2. Milos R.I., Moritz T., Bernathova M., Amann G., Panoopoulos J., Noebauer-Huhmann I.M., Bodner G. Superficial desmoid tumors: MRI and ultrasound imaging characteristics. *Eur J Radiol.* 2015;84(11):2194–201. DOI: 10.1016/j.ejrad.2015.08.012.
3. Valentino M., Liberatore M., Maghella F., De Soccio V., De Felice C., Messineo D., Drudi F.M. Diagnostic imaging and CEUS findings in a rare case of Desmoid-type fibromatosis. A case report. *J Ultrasound.* 2018;21(3):253–257. DOI: 10.1007/s40477-018-0291-8.
4. Dong C.H., Lu Q., Wang W.P., Ji Z.B., Wang X. Contrast-Enhanced Ultrasound Features of Hepatic Reactive Lymphoid Hyperplasia: Correlation With Histopathologic Findings. *J Ultrasound Med.* 2019;38(9):2379–2388. DOI: 10.1002/jum.14934.
5. Zhang Q., Yan H.L., Lu Q., Luo Y. Value of contrast-enhanced ultrasound in deep angiomyxoma using a biplane transrectal probe: A case report. *World J Gastroenterol.* 2023;29(26):4214–4221. DOI: 10.3748/wjg.v29.i26.4214.
6. Cohen B.E., Murthy N.S., McKenzie G.A. Ultrasonography of Plantar Fibromatosis: Updated Case Series, Review of the Literature, and a Novel Descriptive Appearance Termed the “Comb Sign”. *J Ultrasound Med.* 2018;37(11):2725–2731. DOI: 10.1002/jum.14615.

УДК 616.61/.64-002-007.271-07]-621.386.8+616-073.75

ВОЗМОЖНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ «БЛОКЕ ПОЧКИ»

© Елена Анатольевна Сотникова, Каринэ Константиновна Панунцева,
Евгения Александровна Савалей, Айна Магомедовна Магомедова

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Елена Анатольевна Сотникова — к.м.н., доцент кафедры медицинской биофизики.

E-mail: elena_sotnikova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3392-3129> SPIN: 4762-6501

Для цитирования: Сотникова Е.А., Панунцева К.К., Савалей Е.А., Магомедова А.М. Возможности различных методов лучевой диагностики при «блоке почки» // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 1. С. 22–27.

Поступила: 15.01.2024

Одобрена: 22.02.2024

Принята к печати: 20.03.2024

Резюме. «Блок почки» — это острое супрастенотическое расширение коллекторной системы почки и мочеточника при закупорке конкрементом или сдавлении извне, обусловленное нарушением пассажа мочи и сопровождающееся острой болью. Его тяжесть может варьировать от легкой до критической. Диагностика возможна при использовании таких методов, как компьютерная томографии, ультразвуковая диагностика и рентгенологическое исследование. В статье рассмотрены методики лучевого исследования и особенности визуализации мочевыделительной системы при нарушении оттока мочи — «блоке почки».

Ключевые слова: обструктивная уропатия, «блок почки», гидронефроз

THE POSSIBILITIES OF VARIOUS METHODS OF RADIATION DIAGNOSIS IN “KIDNEY BLOCK”

© Elena A. Sotnikova, Karine K. Panuntseva, Evgenia A. Savaley, Aina M. Magomedova

Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg, 194100, Russian Federation

Contact information: Elena A. Sotnikova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Biophysics. E-mail: elena_sotnikova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3392-3129> SPIN: 4762-6501

For citation: Sotnikova EA, Panuntseva KK, Savaley EA, Magomedova AM. The possibilities of various methods of radiation diagnosis in “kidney block”. Visualization in Medicine. 2024;6(1):22–27.

Received: 15.01.2024

Revised: 22.02.2024

Accepted: 20.03.2024

Abstract. The «kidney block» is an acute supragenototic expansion of the collector system of the kidney and ureter, with blockage by concretion or compression from the outside, due to a violation of the passage of urine and accompanied by acute pain. And its severity can range from mild to critical. Diagnosis is possible using methods such as computed tomography, ultrasound diagnostics and X-ray examination. The article discusses the methods of radiation examination and the peculiarities of visualization of the urinary system in violation of the outflow of urine — “kidney block”.

Keywords: obstructive uropathy, “kidney block”, hydronephrosis

ВВЕДЕНИЕ

Нарушение оттока мочи является частой причиной для лучевого исследования мочевыделительной системы человека. Подобное патологическое состояние может быть обусловлено как обструкцией мочеточника, например, конкрементом, так и сдавлением мочеточника извне: периуретральные сращения, сдавление добавочным сосудом. Хроническое нарушение оттока мочи приводит к расширению чашечно-лоханочной системы (ЧЛС) — гидронефрозу [1, 2]. *Гидронефроз* (греч. hydor — вода, nephros — почка) — заболевание почки,

обусловленное обструкцией лоханочно-мочеточникового соустья различного генеза, приводящее к нарушению оттока мочи и расширению чашечно-лоханочной системы почки. Современные представления о гидронефрозе выделяют две формы:

- первичный, или врожденный, гидронефроз, развивающийся вследствие какой-либо аномалии верхних мочевыводящих путей;
- вторичный, или приобретенный, гидронефроз, как осложнение какого-либо заболевания (например, мочекаменная болезнь, опухоли почки, лоханки или мочеточника, повреждения мочевыводящих путей) [6].

По локализации патологических изменений гидронефроз может быть одно- или двусторонним.

Увеличение внутрилоханочного давления приводит к постепенному сдавливанию паренхимы почки, нарушению в ней микроциркуляции, развитию фиброзной ткани с исходом в атрофию органа, что подтверждает актуальность представленного клинического случая [3].

Диагностика гидронефроза включает анализ клинических данных, к которым относятся: сбор анамнестических данных, физикальное обследование, визуализирующие методы и оценка результатов инструментальных методов диагностики. Существенное значение отводится лучевым методам: ультразвуковому исследованию с применением функциональных методик, эходоплерографии, внутривенной урографии, антеградной и ретроградной пиелоуретрографии, дигитальной ангиографии, мультиспиральной рентгеновской компьютерной томографии, магнитно-резонансной ангиографии и магнитно-резонансной урографии. Значительная роль в выявлении патологических изменений при гидронефрозе отводится функциональным методам диагностики с использованием методики динамической нефросцинтиграфии на основе радиофармпрепарата (РФП) диэтилентриаминпентауксусной кислоты (ДТПА), меченной ^{99m}Tc (технеций). РФП, тропный к почечным клубочкам, предоставляет информацию о функциональном состоянии почек и верхних мочевых путей и их адаптационных возможностях в условиях медикаментозной полиурии [7].

При обзорной рентгенографии органов брюшной полости возможно обнаружение конкремента, если таковой является рентгеноконтрастным [4]. Интересной является картина блока почки при экскреторной урографии: паренхима почки пропитывается контрастным препаратом, при этом отсутствует контрастирование ЧЛС. Такая картина обусловлена задержкой контрастного препарата в канальцевых эпителиальных клетках и в просвете канальцев. Этот феномен в литературе называют «симптом белой почки». Зачастую выявляется ореол разрежения вокруг почки вследствие отека паранефральной клетчатки [5].

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациентка, девочка, 9 лет. Из анамнеза жизни известно, что беременность протекала без патологии, в раннем возрасте переболела ветряной оспой. Наследственность отягощена со стороны матери — аутоиммунный тиреодит, сахарный диабет 2-го типа.

Жалуется на неоднократные приступы болей в левой поясничной области на протяжении двух месяцев, приступы длятся от 4 часов до суток, купируются самостоятельно.

Было выполнено по назначению лечащего врача ультразвуковое исследование почек вне приступа, выявлен гидронефроз слева (переднезадний размер лоханки 29 мм, чашки — до 10 мм), конкременты не прослеживаются. В биохимическом анализе крови отмечается повышение аланинаминотрансферазы (АЛТ) до 57,4 ед/л и аспартатаминотрансферазы (АСТ) до 38,7 ед/л. Изменений в анализе мочи и клиническом анализе крови не выявлено. Урологом назначено плановое проведение внутривенной урографии.

За день до назначенной внутривенной урографии начался приступ боли в левой поясничной области, на момент проведения исследования не купировался. Обратилась в КДЦ СПбГПМУ для проведения плановой внутривенной урографии.

На обзорной рентгенограмме органов брюшной полости в положении лежа (рис. 1) на фоне газа и содержимого в петлях кишечника рентгеноконтрастные инородные тела и конкременты не визуализируются.

Внутривенная урография (рис. 2): левая почка увеличена в размерах, контрастирование ее замедленно. Контрастируется паренхима левой почки с 5-й минуты исследования, максимально интенсивно



Рис. 1. Обзорная рентгенограмма органов брюшной полости. Рентгеноконтрастные инородные тела и конкременты не визуализируются

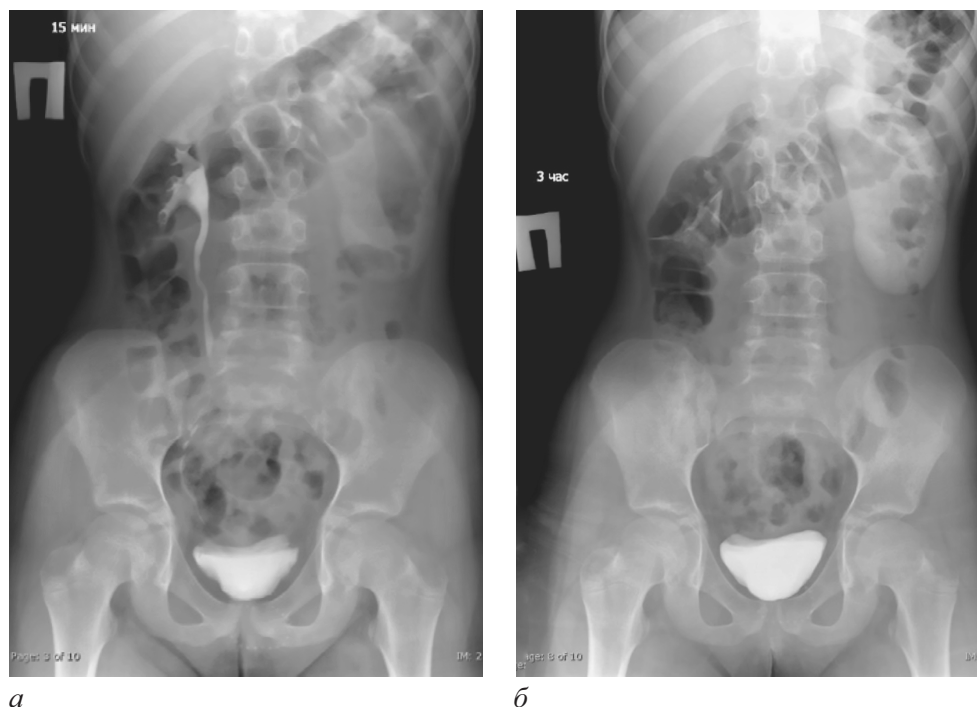


Рис. 2. Внутривенная урография (а, б). Контрастируется паренхима левой почки, контрастирование чашечно-лоханочной системы слева не получено



Рис. 3. Отсроченная урограмма. Сохраняется интенсивное накопление контрастного средства в паренхиме левой почки

к 3 часам. Контрастирование чашечно-лоханочной системы не получено на протяжении всего исследования. Левый мочеточник не прослеживается.

На отсроченной урограмме, выполненной через 19 часов (рис. 3), сохраняется интенсивное контра-

стирование паренхимы левой почки. Согласно поступлению пациентки в хирургическое отделение СПбГПМУ.

При ультразвуковом исследовании почек чашечно-лоханочная система левой почки расширена, переднезадний размер лоханки — 50 мм. На мультиспиральной компьютерной томографии почек (рис. 4), мочеточников, мочевого пузыря левая почка увеличена в размерах ~120×40×53 мм. Рентгеноконтрастных конкрементов в чашечно-лоханочной системе обеих почек не выявлено. Отмечается увеличение размеров лоханки и чашечек левой почки, паренхима почки истончена, на некоторых участках не прослеживается. Плотностные показатели в нативную фазу ~170 HU (задержка контрастного средства после внутривенной урографии, диффузный нефрокальциноз). Кортикомедулярная дифференцировка не прослеживается. Патологических образований в паренхиме почки не выявлено. Выведение контрастного препарата замедлено (на ~12-й минуте после введения отмечается минимальное его количество в зависимом положении). С учетом отсутствия адекватного заполнения чашечно-лоханочной системы левой почки нельзя убедительно исключить наличия перипельвикальных кист. Кроме этого, отмечается добавочная почечная артерия, которая отходит от переднебоковой стенки аорты на 22 мм ниже основного ствола, ход почечных артерий деформирован за счет выражен-

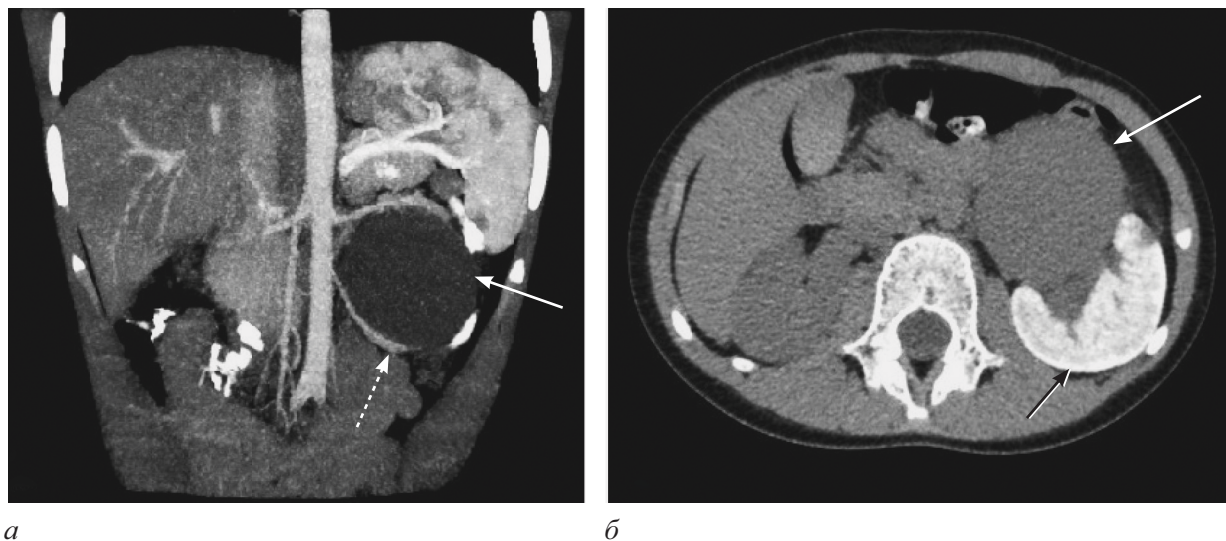


Рис. 4. Компьютерная томограмма почек: *а* — фронтальный срез с контрастным усилением; *б* — аксиальный срез без контрастного усиления; задержка контрастного препарата после внутривенной урографии в паренхиме левой почки. Белая сплошная стрелка — расширенная лоханка левой почки, черная стрелка — паренхима левой почки, белая пунктирная стрелка — добавочный сосуд

ного расширения ЧЛС. Паранефральная клетчатка не изменена. Мочеточник не заполнен контрастным средством.

Заключение: КТ-признаки выраженного гидронефроза слева, с признаками атрофии почечной паренхимы, нарушением экскреции. Нефрокальциноз, задержка контрастного препарата в паренхиме левой почки. Нельзя исключить наличие перипельвикальных кист.

Диагноз: Гидронефроз IV–V степени, обусловленный нижнеполярным сосудом. «Блок почки».

Проведена экстренная операция: стентирование левого мочеточника. Через неделю проведена повторная операция лапароскопическим способом: перемещение нижних полярных добавочных почечных сосудов левой почки. Во время операции отмечено, что отток из лоханки хороший, лоханка спалась на стенте. Через неделю произведено удаление стента из левого мочеточника. На контрольном ультразвуковом исследовании (УЗИ) почек калибр лоханки левой почки 7 мм.

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, аномалии мочевой системы составляют 40% всех врожденных пороков развития у детей и 20–30% всех причин перинатальной и младенческой смертности. В Российской Федерации развитие хронической почечной недостаточности у детей в 65% случаев обусловлено наличием врожденных пороков почек и мочевыводящих путей. Ведущее место среди данной категории забо-

леваний составляют гидронефроз и уретерогидронефроз. У детей с обструктивными уропатиями (ОУ) своевременно выполненное хирургическое вмешательство в 80–95% случаев позволяет сохранить функцию пораженной почки.

Обструктивная уропатия представляет собой наличие структурного или функционального препятствия нормальному оттоку мочи, иногда приводящему к нарушению почечной функции — обструктивной нефропатии. Многие заболевания могут приводить к ОУ: нефролитиаз, периуретеральные сращения, мочеточниковые перегибы и сдавления и другие. В детстве развитие заболевания обусловлено в основном врожденными аномалиями и пороками развития: aberrantные сосуды, аномалии мочеточников, подлоханочный стеноз, подковообразная почка, нефроптоз. Добавочный нижнеполярный сосуд почки возникает в период эмбрионального развития, когда не происходит облитерация и рассасывание нижней артерии. Таким образом, кровоснабжение почки происходит сразу из двух артериальных стволов, из которых нижний при прохождении рядом с мочеточником может сдавливать его, нарушая отток мочи. Эта патология встречается в 8 из 10 случаев аномалий почек и мочевыводящих путей [9, 10]. Консервативное лечение при гидронефрозе играет вспомогательную роль. Обычно применяется с целью предоперационной подготовки. Проводят лечение, направленное на ликвидацию воспалительного процесса в почке и мочевых путях, улучшение функционального состояния почек и верхних мочевых путей [3, 9, 10]. При сохранной функции почек

и наличии стеноза лоханочно-мочеточникового сегмента (ЛМС) и гидронефроза без добавочного нижнесементарного сосуда показана реконструктивная операция на лоханке и мочеточнике. При сохранной функции почек и наличии стеноза ЛМС и гидронефроза, обусловленных добавочными нижнесементарными сосудами, может быть выполнена резекция нижнесементарных сосудов и почки, если нижнесементарная артерия кровоснабжает небольшой функционально и структурно несостоятельный участок почечной ткани либо перемещение нижнеполярного сосуда с фиксированием его к капсуле почки, сальнику или брюшине [11]. При выраженных необратимых изменениях почки и верхних мочевых путей показана нефрэктомия.

В описанном выше клиническом случае пациентке было выполнено УЗИ почек, при котором был выявлен гидронефроз. На внутривенной урографии получена картина «белой почки», отсутствовало контрастирование ЧЛС, причина обструкции осталась неясной. При КТ почек причиной «блока почки» определили сдавление мочеточника добавочным нижнеполярным сосудом. Пациентке выполнено экстренное стентирование левого мочеточника, затем после предоперационной подготовки — перемещение нижнеполярных добавочных почечных сосудов лапароскопическим способом. Лечение оказалось эффективным, отток мочи восстановлен, лоханка сократилась.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of

the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика. Учебник. Том 1. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007, 2011, 2012.
2. Линденбратен Л.Д., Королюк И.П. Медицинская радиология. Учебник. М.: Медицина; 2000.
3. Чернецова Г.С., Колесниченко И.В., Чернецов О.Н. Основные вопросы хирургической коррекции гидронефроза в различных возрастных группах. Бишкек: КРСУ; 2014.
4. Комяков Б.К. Урология. Учебник. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2022.
5. Пытель А.Я., Пытель Ю.А. Рентгенодиагностика урологических заболеваний. М.: Медицина; 1966.
6. Лучевая диагностика. Ч. 1: Методы лучевой диагностики. Лучевая анатомия органов и систем. Основные патологические синдромы. Учебное пособие под ред. В.Д. Завадской. М.: Видар-М; 2009.
7. Терновой С.К., Васильев А.Ю., Сеницын В.Е., Шехтер А.И. Лучевая диагностика и терапия. Учебник для студентов медицинских вузов в 2-х томах. Т. 1: Общая лучевая диагностика. М.: Медицина; 2008.
8. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика. Учебник. Том 2. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2007, 2012.
9. Kaiping Bai, Yanping Hou, Zhiyuan Zhang, Xiaoyu Xing, Weiwen Zhu, Xiangyu Zou, Jie Sun. Ability of volume measures of hydronephrosis to predict need for surgery and evaluate renal function in children with ureteropelvic junction obstruction. *International Journal of Urology*. 2021; 29(3).
10. Mohamed Zouari, Rim Dghaies, Wiem Rhaïem, Manel Belhajmansour, Emna Krichen, Amel Ben Hamad, Mariem Boukattaya, Mahdi Ben Dhaou, Riadh Mhiri. Risk factors for adverse outcomes after pediatric pyeloplasty: A retrospective cohort study. *International Journal of Urology*. 2023; 31(1).
11. Shimon Degani, Zvi Leibovitz, Israel Shapiro, Gonen Ohel. Variations of the origin of renal arteries in the fetus identified on power Doppler and 3D sonography. *Journal of Clinical Ultrasound*. 2009; 38(2).

REFERENCES

1. Trufanov G.Ye. Luchevaya diagnostika. [Radiation diagnostics]. Uchebник. Tom 1. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2007, 2011, 2012. (in Russian).

2. Lindenbraten L.D., Korolyuk I.P. Meditsinskaya radiologiya. [Medical radiology]. Uchebnik. Moskva: Meditsina Publ.; 2000. (in Russian).
3. Chernetsova G.S., Kolesnichenko I.V., Chernetsov O.N. Osnovnyye voprosy khirurgicheskoy korrektsii gidronefroza v razlichnykh vozrastnykh gruppakh. [Basic issues of surgical correction of hydronephrosis in various age groups]. Bishkek: KRSU Publ.; 2014. (in Russian).
4. Komyakov B.K. Urologiya. [Urology]. Uchebnik. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2022. (in Russian).
5. Pytel' A.Ya., Pytel' Yu.A. Rentgenodiagnostika urologicheskikh zabolevaniy. [X-ray diagnostics of urological diseases]. Moskva: Meditsina Publ.; 1966. (in Russian).
6. Luchevaya diagnostika. Ch. 1: Metody luchevoj diagnostiki. Luchevaya anatomiya organov i sistem. Osnovnyye patologicheskiye sindromy. [Radiation diagnostics. Part 1: Methods of radiation diagnostics. Radiation anatomy of organs and systems. Main pathological syndromes]. Uchebnoye posobiye pod red. V.D. Zavadovskoy. Moskva: Vidar-M Publ.; 2009. (in Russian).
7. Ternovoy S.K., Vasil'yev A.Yu., Sinitsyn V.Ye., Shekhter A.I. Luchevaya diagnostika i terapiya. [Radiation diagnostics and therapy]. Uchebnik dlya studentov meditsinskikh vuzov v 2-kh tomakh. T. 1: Obshchaya luchevaya diagnostika. Moskva: Meditsina Publ.; 2008. (in Russian).
8. Trufanov G.Ye. Luchevaya diagnostika. [Radiation diagnostics]. Uchebnik. Tom 2. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2007, 2012. (in Russian).
9. Kaiping Bai, Yanping Hou, Zhiyuan Zhang, Xiaoyu Xing, Weiwen Zhu, Xiangyu Zou, Jie Sun. Ability of volume measures of hydronephrosis to predict need for surgery and evaluate renal function in children with ureteropelvic junction obstruction. *International Journal of Urology*. 2021; 29(3).
10. Mohamed Zouari, Rim Dghaies, Wiem Rhaiem, Manel Belhajmansour, Emna Krichen, Amel Ben Hamad, Mariem Boukattaya, Mahdi Ben Dhaou, Riadh Mhiri. Risk factors for adverse outcomes after pediatric pyeloplasty: A retrospective cohort study. *International Journal of Urology*. 2023; 31(1).
11. Shimon Degani, Zvi Leibovitz, Israel Shapiro, Gonen Ohel. Variations of the origin of renal arteries in the fetus identified on power Doppler and 3D sonography. *Journal of Clinical Ultrasound*. 2009; 38(2).

УДК 616.714.1-007.249+616.718+618.33]-616-073.75+778.33

ЛУЧЕВЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ СИНДРОМА АПЕРТА

© Елена Анатольевна Сотникова, Мария Петровна Коваленко

Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Елена Анатольевна Сотникова — к.м.н., доцент кафедры медицинской биофизики.
E-mail: elena_sotnikova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3392-3129> SPIN: 4762-6501

Для цитирования: Сотникова Е.А., Коваленко М.П. Лучевые методы диагностики синдрома Аперта // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 1. С. 28–32.

Поступила: 11.01.2024

Одобрена: 26.02.2024

Принята к печати: 20.03.2024

Резюме. Синдром Аперта — это редкое генетическое заболевание, сочетающее в себе краниостеноз (раннее срастание костей черепа) и синдактилию (срастание пальцев). В настоящее время диагностируется внутриутробно с помощью ультразвукового метода исследования, подтверждается с помощью генетического анализа (мутация *FGFR2*). Специфического лечения синдрома Аперта в настоящее время не существует, однако паллиативные и симптоматические мероприятия могут значительно облегчить состояние больного и улучшить качество его жизни. Часто выполняемой паллиативной хирургической операцией при синдроме Аперта является вмешательство для разделения сросшихся пальцев на руках и ногах. Важная роль перед таким оперативным вмешательством отводится рентгенографии, которая также позволяет подтвердить множественные аномалии кистей и стоп.

Ключевые слова: синдром Аперта, пренатальная диагностика, рентгенография

RADIATION METHODS FOR DIAGNOSING APERT SYNDROME

© Elena A. Sotnikova, Maria P. Kovalenko

Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Elena A. Sotnikova — Candidate of Medical Sciences, Associate Professor of the Department of Medical Biophysics. E-mail: elena_sotnikova@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3392-3129> SPIN: 4762-6501

For citation: Sotnikova EA, Kovalenko MP. Radiation methods for diagnosing Apert syndrome. Visualization in Medicine. 2024;6(1):28–32.

Received: 11.01.2024

Revised: 26.02.2024

Accepted: 20.03.2024

Abstract. Apert syndrome is a rare genetic disorder that combines craniostenosis (early fusion of the skull bones) and syndactyly (fusion of the fingers). Currently, it is diagnosed in utero using ultrasound and confirmed using genetic analysis (*FGFR2* mutation). There is currently no specific treatment for Apert syndrome, but palliative and symptomatic measures can significantly alleviate the patient's condition and improve his quality of life. A frequently performed palliative surgery for Apert syndrome is to separate fused fingers and toes. An important role before such surgical intervention is played by radiography, which also makes it possible to confirm multiple anomalies of the hands and feet.

Keywords: Apert syndrome, prenatal diagnosis, radiography

ВВЕДЕНИЕ

Синдром Аперта — это редкая форма синдрома краниосиностоза (акроцефалосиндактилия), вызванная мутациями в генах, кодирующих рецептор 2 фактора роста фибробластов (*FGFR2*). Частота рождения детей с синдромом Аперта, по данным разных авторов, составляет в среднем 1:160 000 живорожденных, причем чаще встречается у детей пожилых родителей. В отечествен-

ной литературе данная патология упоминается крайне редко. Диагностика данного синдрома до рождения затруднена, его признаки на ультразвуковом исследовании (УЗИ) становятся более заметными только в III триместре беременности. Диагноз ставится с помощью генетического анализа, при котором мутация *FGFR2*, *Ser252Trp* и *Pro253Arg* подтверждает диагноз. Он характеризуется многошовным краниосиностозом, гипоплазией средней части лица, аномалией развития

основания черепа и синдактилией верхних и нижних конечностей. Синдром Аперта связан с широким спектром аномалий центральной нервной системы (ЦНС), что, возможно, является причиной частого возникновения умственной отсталости у пациентов. Эти аномалии ЦНС можно разделить на те, которые являются первичными пороками развития, и те, которые возникают вторично по отношению к костной деформации. Деформации кистей и стоп создают особые проблемы с точки зрения повседневной деятельности у пациентов с синдромом Аперта. Верхние конечности этих пациентов обычно корректируются хирургическим путем для улучшения функции руки путем устранения синдактилии или частичной ампутации. Структура стопы в целом совместима с обычной обувью. Для удаления гипертрофированной кости в зонах нагрузки, чтобы уменьшить давление, показано плановое оперативное вмешательство [1–3]. Рентгенологический метод является основным методом диагностики в целях контроля результатов хирургического лечения на различных его этапах и планирования дальнейших оперативных вмешательств для улучшения качества жизни пациентов.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

Пациент — мальчик, 4 года, наблюдался по месту жительства с диагнозом: другие врожденные деформации черепа, лица и челюсти, бикоронарный синостоз, синдром Аперта (подтвержден мо-

лекулярно-генетическим методом). Родители обратились за направлением на оперативное лечение.

Неврологический статус: сознание ясное, контактен, активен, выраженная врожденная деформация костей черепа. Глазные щели $D>S$, сходящееся косоглазие, неправильный прикус. Мышечный тонус дистоничен, выше справа, сухожильные рефлексы $D>S$. Навыки самообслуживания в стадии формирования. Функцию тазовых органов контролирует. Диагноз: синдром Аперта. Резидуально-органическое поражение ЦНС. Задержка психоречевого и моторного развития.

В 2021 году, в возрасте 2 лет, проведено оперативное лечение по отведению и устранению клинодактилии I пальцев обеих кистей, остеотомия сращения ногтевых фаланг III–IV пальцев обеих кистей (рис. 1).

В 2022 году, в возрасте 3 лет, проведено оперативное лечение по устранению синдактилии IV–V пальцев обеих кистей, выделены V пальцы обеих кистей. В 2023 году в возрасте 4 лет проведено оперативное лечение по устранению синдактилии II–III пальцев обеих кистей.

При осмотре врачом-ортопедом ограничено сгибание и ротация в плечевых суставах. Правая кисть — выделены I, II, V пальцы, III–IV — представлены единым конгломератом, отмечается варусное искривление оси I пальца. Левая кисть — выделены I, II, V пальцы, III–IV — представлены единым конгломератом, отмечается варусная деформация I и II пальцев. Отсутствует сегментация пальцев стоп. Диагноз: синдром Аперта. Двусторонняя

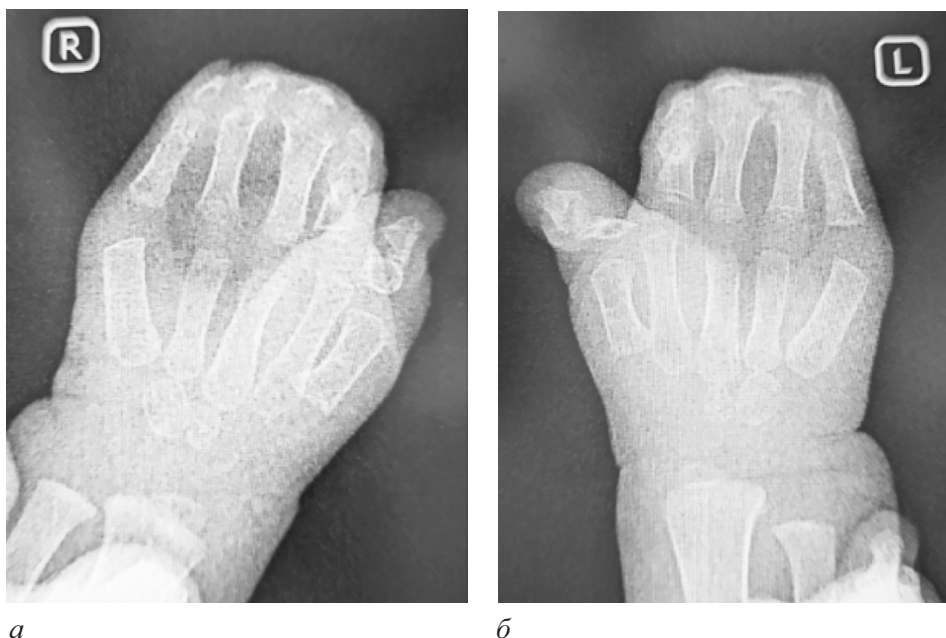


Рис. 1. Двусторонняя синдактилия II–V пальцев обеих кистей (а, б)

синдактилия III–IV пальцев костей. Множественные аномалии развития пальцев стоп.

На рентгенограммах кистей в прямой проекции — без костно-травматических и костно-деструктивных изменений. Определяется двусторонняя синдактилия III–IV пальцев. С двух сторон ви-

зуализируются ядра оссификации трапецевидных костей (рис. 2).

На рентгенограммах стоп в прямой проекции — без костно-травматических и костно-деструктивных изменений. Определяется деформация и сращение I и II плюсневых костей слева. Определяется

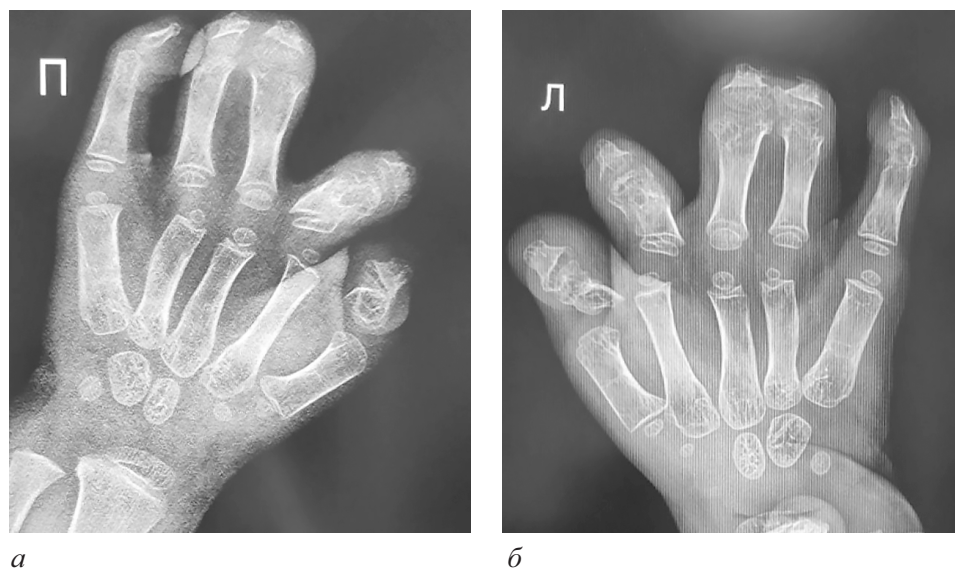


Рис. 2. Двусторонняя синдактилия III–IV пальцев обеих кистей (а, б)

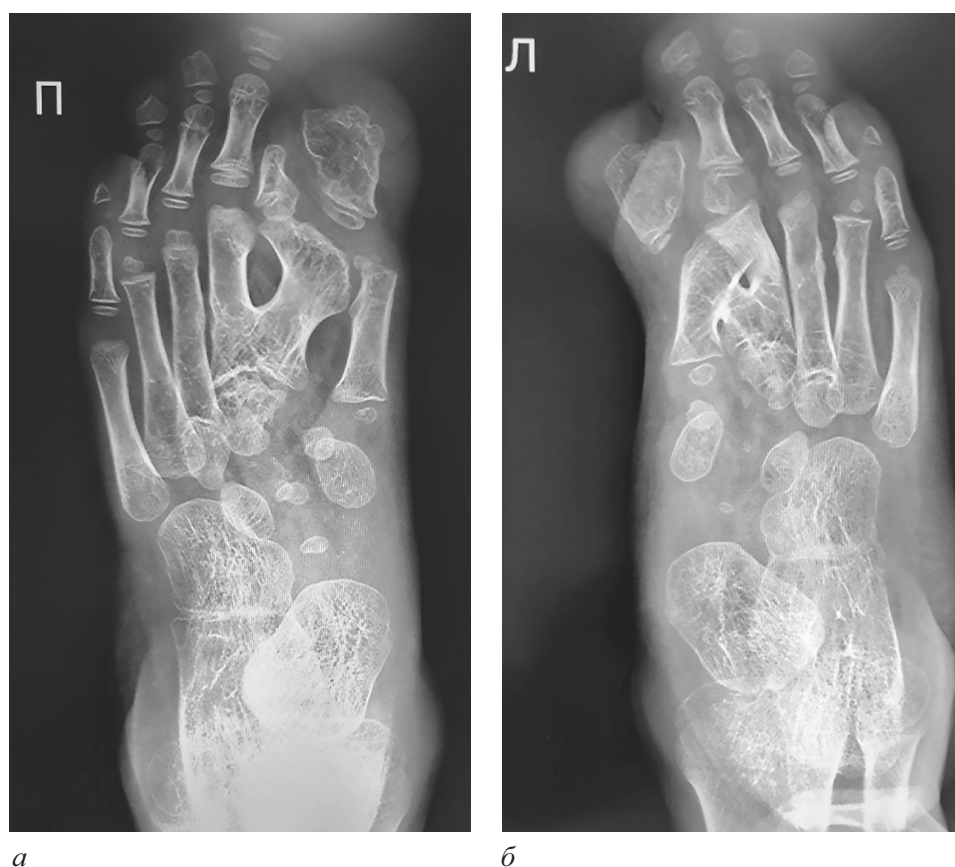


Рис. 3. Множественные аномалии развития пальцев стоп (а, б)

удвоение II плюсневой кости справа со сращением в проксимальном отделе с дополнительной концевой фалангой (недоразвита). Основные фаланги I пальцев обеих стоп деформированы, гиперплазированы (рис. 3).

ОБСУЖДЕНИЕ

Деформации, характерные для синдрома Аперта, могут быть обнаружены на УЗИ уже на 19-й неделе беременности, хотя большинство случаев становятся видимыми только к III триместру. Они включают в себя отсутствие сонопрозрачных пространств в области венечных швов, а также непрерывную структуру черепных пластин, что указывает на полное закрытие обоих венечных швов. Мегажелудочки, агенезия мозолистого тела и задней черепной ямки также могут быть обнаружены при синдроме Аперта. Редко могут быть обнаружены сопутствующие сердечно-сосудистые, мочеполовые и желудочно-кишечные аномалии, а также слияния тел позвонков. Кроме того, синдром Аперта всегда сопровождается симметричной синдактилией, что в сочетании с аномалиями костей черепа отличает его от других краниостенозов [4, 6]. «Золотым стандартом» в диагностике краниосиностаза признана компьютерная томография высокого разрешения с трехмерной реконструкцией черепа.

С помощью рентгенологического метода уже у маленьких детей можно обнаружить синостоз костей черепа в области венечного или стреловидного шва [5]. В дальнейшем можно определить характерную для синдрома Аперта деформацию черепной коробки, пороки развития костей лицевого черепа, аномалии позвонков и другие нарушения, включая синдактилию [7].

Вместе с тем УЗИ швов черепа при подозрении на краниосиностаз обладает рядом преимуществ перед другими методами: высокая информативность, широкая доступность, экономичность, простота и скорость выполнения, отсутствие седации пациента и, что особенно важно, не несет лучевой нагрузки.

В настоящее время к лечению аномалий рук и стоп при синдроме Аперта стали подходить комплексно, с попытками максимизировать конечный результат и минимизировать общее количество операций.

Профилактика синдрома Аперта возможна только в качестве пренатальной диагностики, которая может производиться как ультразвуковыми методами, так и путем молекулярно-генетического анализа.

При планировании оперативного лечения синдактилии ключевым методом диагностики остается рентгенологический.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие законных представителей пациента на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

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

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

Consent for publication. Written consent was obtained from legal representatives of the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tan A.P., Mankad K. Apert syndrome: magnetic resonance imaging (MRI) of associated intracranial anomalies Childs Nerv Syst. 2018;34(2):205–216. DOI: 10.1007/s00381-017-3670-0.
2. de Ángelis Ramos D., Matushita H. Apert syndrome without craniosynostosis Childs Nerv Syst. 2019;35(3):565–567. DOI: 10.1007/s00381-019-04050-1.
3. Meyer J.L. Apert's syndrome: (acrocephalosyndactylism) J Foot Surg. 1981;20(4):210–213.
4. Парвина О.О. Исследование клинического случая синдрома Аперта «Science and education». Scientific journal. 2023;4(5).
5. Khelkar P.C., Kadam A.N. Apert's syndrome: A rare craniofacial disorder J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2020;38(4):430–433. DOI: 10.4103/JISPPD.JISPPD_434_20.
6. Mavridis I.N., Rodrigues D. Nervous system involvement in Pfeiffer syndrome Childs Nerv Syst. 2021;37(2):367–374. DOI: 10.1007/s00381-020-04934-7.

7. Raposo-Amaral C.E., Medeiros L.L. Apert Syndrome Type III Hand: Prevalence and Outcomes J Craniofac Surg. 2023;34(4):1170–1173. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009107.
4. Parvina O.O. Issledovaniye klinicheskogo sluchaya sindroma Aperta «Science and education». [Study of a clinical case of Apert syndrome “Science and education”]. Scientific journal. 2023;4(5). (in Russian).

REFERENCES

1. Tan A.P., Mankad K. Apert syndrome: magnetic resonance imaging (MRI) of associated intracranial anomalies Childs Nerv Syst. 2018;34(2):205–216. DOI: 10.1007/s00381-017-3670-0.
2. de Ângelis Ramos D., Matushita H. Apert syndrome without craniosynostosis Childs Nerv Syst. 2019;35(3):565–567. DOI: 10.1007/s00381-019-04050-1.
3. Meyer J.L. Apert’s syndrome: (acrocephalosyndactylism) J Foot Surg. 1981;20(4):210–213.
5. Khelkar P.C., Kadam A.N. Apert’s syndrome: A rare craniofacial disorder J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2020;38(4):430–433. DOI: 10.4103/JISPPD.JISPPD_434_20.
6. Mavridis I.N., Rodrigues D. Nervous system involvement in Pfeiffer syndrome Childs Nerv Syst. 2021;37(2):367–374. DOI: 10.1007/s00381-020-04934-7.
7. Raposo-Amaral C.E., Medeiros L.L. Apert Syndrome Type III Hand: Prevalence and Outcomes J Craniofac Surg. 2023;34(4):1170–1173. DOI: 10.1097/SCS.00000000000009107.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Утв. приказом и.о. ректора
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России от 23.06.16

НАСТОЯЩИЕ ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ ИЗДАТЕЛЬСКИМ ДОГОВОРОМ

Условия настоящего Договора (далее «Договор») являются публичной офертой в соответствии с п. 2 ст. 437 Гражданского кодекса Российской Федерации. Данный Договор определяет взаимоотношения между редакцией журнала «**Visualization in Medicine**» (далее по тексту «Журнал»), зарегистрированного Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство ПИ № ФС77-74241 от 02 ноября 2018 г., именуемой в дальнейшем «Редакция» и являющейся структурным подразделением ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России, и автором и/или авторским коллективом (или иным правообладателем), именуемым в дальнейшем «Автор», принявшим публичное предложение (оферту) о заключении Договора.

Автор передает Редакции для издания авторский оригинал или рукопись. Указанный авторский оригинал должен соответствовать требованиям, указанным в разделах «Представление рукописи в журнал», «Оформление рукописи». При рассмотрении полученных авторских материалов Журнал руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern.committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47).

В Журнале печатаются ранее не опубликованные работы по профилю Журнала.

Журнал не рассматривает работы, результаты которых по большей части уже были опубликованы или описаны в статьях, представленных или принятых для публикации в другие печатные или электронные средства массовой информации. Представляя статью, автор всегда должен ставить редакцию в известность обо всех направлениях этой статьи в печать и о предыдущих публикациях, которые могут рассматриваться как множественные или дублирующие

публикации той же самой или очень близкой работы. Автор должен уведомить редакцию о том, содержит ли статья уже опубликованные материалы и предоставить ссылки на предыдущую, чтобы дать редакции возможность принять решение, как поступить в данной ситуации. Не принимаются к печати статьи, представляющие собой отдельные этапы незавершенных исследований, а также статьи с нарушением «Правил и норм гуманного обращения с биообъектами исследований».

Размещение публикаций возможно только после получения положительной рецензии.

Все статьи, в том числе статьи аспирантов и докторантов, публикуются бесплатно.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РУКОПИСИ В ЖУРНАЛ

Авторский оригинал принимает редакция. Подписанная Автором рукопись должна быть отправлена в адрес редакции по электронной почте на адрес It2007@inbox.ru. Автор должен отправить конечную версию рукописи и дать файлу название, состоящее из фамилии первого автора и первых 2–3 сокращенных слов из названия статьи.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

К авторскому оригиналу необходимо приложить экспертное заключение о возможности опубликования в открытой печати (бланк можно запросить по адресу It2007@inbox.ru).

Рукопись считается поступившей в Редакцию, если она представлена комплектно и оформлена в соответствии с описанными требованиями. Предварительное рассмотрение рукописи, не заказанной Редакцией, не является фактом заключения между сторонами издательского Договора.

При представлении рукописи в Журнал Авторы несут ответственность за раскрытие своих финансовых и других конфликтных интересов, способных оказать влияние на их работу. В рукописи должны быть упомянуты все лица и организации,

оказавшие финансовую поддержку (в виде грантов, оборудования, лекарств или всего этого вместе), а также другое финансовое или личное участие.

АВТОРСКОЕ ПРАВО

Редакция отбирает, готовит к публикации и публикует переданные Авторами материалы. Авторское право на конкретную статью принадлежит авторам статьи. Авторский гонорар за публикации статей в Журнале не выплачивается. Автор передает, а Редакция принимает авторские материалы на следующих условиях:

- 1) Редакции передается право на оформление, издание, передачу Журнала с опубликованным материалом Автора для целей реферирования статей из него в Реферативном журнале ВИНТИ, РНИЦ и базах данных, распространение Журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных Редакцией сайтах в сети Интернет в целях доступа к публикации в интерактивном режиме любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, а также на распространение Журнала с опубликованным материалом Автора по подписке;
- 2) территория, на которой разрешается использовать авторский материал, — Российская Федерация и сеть Интернет;
- 3) срок действия Договора — 5 лет. По истечении указанного срока Редакция оставляет за собой, а Автор подтверждает бессрочное право Редакции на продолжение размещения авторского материала в сети Интернет;
- 4) Редакция вправе по своему усмотрению без каких-либо согласований с Автором заключать договоры и соглашения с третьими лицами, направленные на дополнительные меры по защите авторских и издательских прав;
- 5) Автор гарантирует, что использование Редакцией предоставленного им по настоящему Договору авторского материала не нарушит прав третьих лиц;
- 6) Автор оставляет за собой право использовать предоставленный по настоящему Договору авторский материал самостоятельно, передавать права на него по договору третьим лицам, если это не противоречит настоящему Договору;
- 7) Редакция предоставляет Автору возможность безвозмездного получения справки с электронными адресами его официальной публикации в сети Интернет;
- 8) при перепечатке статьи или ее части ссылка на первую публикацию в Журнале обязательна.

ПОРЯДОК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ДОГОВОРА И ИЗМЕНЕНИЯ ЕГО УСЛОВИЙ

Заключением Договора со стороны Редакции является опубликование рукописи данного Автора в журнале «**Visualization in Medicine**» и размещение его текста в сети Интернет. Заключением Договора со стороны Автора, т.е. полным и безоговорочным принятием Автором условий Договора, является передача Автором рукописи и экспортного заключения.

ОФОРМЛЕНИЕ РУКОПИСИ

Статья должна иметь

(НА РУССКОМ И АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКАХ):

1. Заглавие (Title) должно быть кратким (не более 120 знаков), точно отражающим содержание статьи.

2. Сведения об авторах (публикуются). Для каждого автора указываются: фамилия, имя и отчество, место работы, почтовый адрес места работы, e-mail, ORCID, SPIN-код. Фамилии авторов рекомендуется транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях или по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>.

3. Резюме (Summary) (1500–2000 знаков, или 200–250 слов) помещают перед текстом статьи. Резюме не требуется при публикации рецензий, отчетов о конференциях, информационных писем.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал. Резюме доступно на сайте журнала «**Visualization in Medicine**» и индексируется сетевыми поисковыми системами. Из аннотации должна быть понятна суть исследования, нужно ли обращаться к полному тексту статьи для получения более подробной, интересующей его информации. Резюме должно излагать только существенные факты работы.

Рекомендуемая структура как аннотации, так и самой статьи IMRAD (для оригинальных исследований структура обязательна): введение (Introduction), материалы и методы (Materials and methods), результаты (Results), обсуждение (Discussion), выводы (Conclusion). Предмет, тему, цель работы нужно указывать, если они не ясны из заглавия статьи; метод или методологию проведения работы целесообразно описывать, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы. Объем текста авторского резюме определяется содержанием публикации (объемом сведений, их научной ценностью и/или практическим значением) и должен быть в пределах 200–250 слов (1500–2000 знаков).

4. Ключевые слова (Key words) от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний, которые будут способствовать правильному перекрестному индексированию статьи, помещаются под резюме с подзаголовком «ключевые слова». Используйте термины из списка медицинских предметных заголовков (Medical Subject Headings), приведенного в Index Medicus (если в этом списке еще отсутствуют подходящие обозначения для недавно введенных терминов, подберите наиболее близкие из имеющихся). Ключевые слова разделяются точкой с запятой.

5. Литература (References). Список литературы должен представлять полное библиографическое описание цитируемых работ в соответствии с NLM (National Library of Medicine) Author A. A., Author B. B., Author C. C. Title of article. Title of Journal. 2005;10(2):49–53. Фамилии и инициалы авторов в пристатейном списке приводятся в порядке упоминания. В описании указываются ВСЕ авторы публикации. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Книга: Автор(ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания.

Если в качестве автора книги выступает редактор, то после фамилии следует ред.

Преображенский Б. С., Темкин Я. С., Лихачев А. Г. Болезни уха, горла и носа. М.: Медицина; 1968.

Радзинский В. Е., ред. Перинеология: учебное пособие. М.: РУДН; 2008.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. eds. Vocal cord injection with autogenous fat. 3 rd ed. NY: Mosby; 1998.

Глава из книги: Автор (ы) название главы (знак точка) В кн.: или In: далее описание книги [Автор (ы) название книги (знак точка) место издания (двоеточие) название издательства (знак точка с запятой) год издания] (двоеточие) стр. от и до.

Коробков Г. А. Темп речи. В кн.: Современные проблемы физиологии и патологии речи: сб. тр. Т. 23. М.; 1989: 107–11.

Статья из журнала

Автор (ы) название статьи (знак точка) название журнала (знак точка) год издания (знак точка с запятой) том (если есть в круглых скобках номер журнала) затем знак (двоеточие) страницы от и до.

Кирющенко А. П., Совчи М. Г., Иванова П. С. Поликистозные яичники. Акушерство и гинекология. 1994; N 1: 11–4.

Brandenburg J. H., Ponti G. S., Worring A. F. Vocal cord injection with autogenous fat: a long-term mag-

netic resona. Laryngoscope. 1996; 106 (2, pt 1): 174–80.

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Бабий А. И., Левашов М. М. Новый алгоритм нахождения кульминации экспериментального нистагма (миниметрия). III съезд оториноларингологов Респ. Беларусь: тез. докл. Минск; 1992: 68–70.

Салов И. А., Маринушкин Д. Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». М.; 2000; ч. 1: 516–9.

Авторефераты

Петров С. М. Время реакции и слуховая адаптация в норме и при периферических поражениях слуха. Автореф. дис... канд. мед. наук. СПб.; 1993.

Описание Интернет-ресурса

Щеглов И. Насколько велика роль микрофлоры в биологии вида-хозяина? Живые системы: научный электронный журнал. Доступен по: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (дата обращения 02.07.2012).

Kealy M. A., Small R. E., Liamputtong P. Recovery after caesarean birth: a qualitative study of women's accounts in Victoria, Australia. BMC Pregnancy and Childbirth. 2010. Available at: <http://www.biomedcentral.com/1471-2393/10/47/>. (accessed 11.09.2013)

Для всех статей, имеющих DOI, индекс необходимо указывать в конце библиографического описания.

По новым правилам, учитывающим требования международных систем цитирования, библиографические списки (References) входят в англоязычный блок статьи и, соответственно, должны даваться не только на языке оригинала, но и в латинице (романским алфавитом). Поэтому авторы статей должны давать список литературы в двух вариантах: один на языке оригинала (русскоязычные источники кириллицей, англоязычные латиницей), как было принято ранее, и отдельным блоком тот же список литературы (References) в романском алфавите для Scopus и других международных баз данных, повторяя в нем все источники литературы, независимо от того, имеются ли среди них иностранные. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите.

В романском алфавите для русскоязычных источников требуется следующая структура библиографической ссылки: автор(ы) (транслитерация), перевод названия книги или статьи на английский язык, название источника (трансли-

терация), выходные данные в цифровом формате, указание на язык статьи в скобках (in Russian).

Технология подготовки ссылок с использованием системы автоматической транслитерации и переводчика

На сайте <http://www.translit.ru> можно бесплатно воспользоваться программой транслитерации русского текста в латиницу. Программа очень простая.

1. Входим в программу Translit.ru. В окошке «варианты» выбираем систему транслитерации BGN (Board of Geographic Names). Вставляем в специальное поле весь текст библиографии на русском языке и нажимаем кнопку «в транслит».
2. Копируем транслитерированный текст в готовящийся список References.
3. Переводим с помощью автоматического переводчика название книги, статьи, постановления и т.д. на английский язык, переносим его в готовящийся список. Перевод, безусловно, требует редактирования, поэтому данную часть необходимо готовить человеку, понимающему английский язык.
4. Объединяем описания в соответствии с принятыми правилами и редактируем список.
5. В конце ссылки в круглых скобках указывается (in Russian). Ссылка готова.

Примеры транслитерации русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи

Книга: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) [The title of the book in english] (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya.

Preobrazhenskiy B. S., Temkin Ya. S., Likhachev A. G. Bolezni ukha, gorla i nosa. [Diseases of the ear, nose and throat]. M.: Meditsina; 1968. (in Russian).

Radzinskiy V. E., ed. Perioneologiya: uchebnoe posobie. [Perineology tutorial]. M.: RUDN; 2008. (in Russian).

Глава из книги: Avtor (y) Nazvanie glavy (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) In: Avtor (y) Nazvanie knigi (znak tochka) Mesto izdaniya (dvoetochie) Nazvanie izdatel'stva (znak tochka s zapyatoy) god izdaniya]. (dvoetochie) stranisi ot i do.

Korobkov G. A. Temp rechí. [Rate of speech]. V kn.: Sovremennye problemy fiziologii i patologii rechí: sb. tr. T. 23. M.; 1989: 107–11. (in Russian).

Статья из журнала: Avtor (y) Nazvanie stat'i (znak tochka) [The title of the article in english] (znak tochka) Nazvanie zhurnala (znak tochka) god izdaniya (znak tochka s zapyatoy) tom (esli est' v kruglykh skobkakh nomer zhurnala) zatem (znak dvoetochie) stranitsy ot i do.

Kiryushchenkov A. P., Sovchi M. G., Ivanova P. S. Polikistoznye yaichniki. [Polycystic ovary]. Akusherstvo i ginekologiya. 1994; N 1: 11–4. (in Russian).

Тезисы докладов, материалы научных конф.

Babiy A. I., Levashov M. M. Novyy algoritm nakhozhdeniya kul'minatsii eksperimental'nogo nistagma (minimetriya). [New algorithm of finding of the culmination experimental nystagmus (minimetriya)]. III s'ezd otorinolaringologov Resp. Belarus': tez. dokl. Minsk; 1992: 68–70. (in Russian).

Salov I. A., Marinushkin D. N. Akusherskaya taktika pri vnutriutrobnoy gibeli ploda. [Obstetric tactics in intrauterine fetal death]. V kn.: Materialy IV Rossiyskogo foruma «Mat' i ditya». M.; 2000; ch.1:516–9. (in Russian).

Авторефераты

Petrov S. M. Vremya reaktsii i slukhovaya adaptatsiya v norme i pri perifericheskikh porazheniyakh slukha. [Time of reaction and acoustical adaptation in norm and at peripheral defeats of hearing]. PhD thesis. SPb.; 1993. (in Russian).

Описание Интернет-ресурса

Shcheglov I. Naskol'ko velika rol' mikroflory v biologii vida-khozyaina? [How great is the microflora role in type-owner biology?]. Zhivye sistemy: nauchnyy elektronnyy zhurnal. Available at: http://www.biorf.ru/catalog.aspx?cat_id=396&d_no=3576 (accessed 02.07.2012). (in Russian).

ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ЗА ПРАВИЛЬНОСТЬ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ НЕСЕТ АВТОР.

Остальные материалы предоставляются либо на русском, либо на английском языке, либо на обоих языках по желанию.

Структура основного текста статьи.

Введение, изложение основного материала, заключение, литература. Для оригинальных исследований — введение, методика, результаты исследования, обсуждение результатов, литература (IMRAD).

В разделе «методика» обязательно указываются сведения о статистической обработке экспериментального или клинического материала. Единицы измерения даются в соответствии с Международной системой единиц — СИ. Фамилии иностранных авторов, цитируемые в тексте рукописи, приводятся в оригинальной транскрипции.

Объем рукописей.

Объем рукописи обзора не должен превышать 25 стр. машинописного текста через два интервала, 12 кеглем (включая таблицы, список ли-

тературы, подписи к рисункам и резюме на английском языке), поля не менее 25 мм. Нумеруйте страницы последовательно, начиная с титульной. Объем рукописи статьи экспериментального характера не должен превышать 15 стр. машинописного текста; кратких сообщений (писем в редакцию) — 7 стр.; отчетов о конференциях — 3 стр.; рецензий на книги — 3 стр. Используйте колон-титул — сокращенный заголовок и нумерацию страниц, для помещения вверху или внизу всех страниц статьи.

Иллюстрации и таблицы. Число рисунков рекомендуется не более 5. В подписях под рисунками должны быть сделаны объяснения значений всех кривых, букв, цифр и прочих условных обозначений. Все графы в таблицах должны иметь заголовки. Повторять одни и те же данные в тексте, на рисунках и в таблицах не следует. Рисунки, схемы, фотографии должны быть представлены в расчете на печать в черно-белом виде или уровнями серого в точечных форматах tif, bmp (300–600 dpi), или в векторных форматах pdf, ai, eps, cdr. При оформлении графических материалов учитывайте размеры печатного поля Журнала (ширина иллюстрации в одну колонку — 90 мм, в две — 180 мм). Масштаб 1:1.

РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

Статьи, поступившие в редакцию, обязательно рецензируются. Если у рецензента возникают вопросы, то статья с комментариями рецензента возвращается Автору. Датой поступления статьи считается дата получения Редакцией окончательного варианта статьи. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи (литературная и технологическая правка).

АВТОРСКИЕ ЭКЗЕМПЛЯРЫ ЖУРНАЛА

Редакция обязуется выдать Автору 1 экземпляр Журнала на каждую опубликованную статью вне зависимости от числа авторов. Авторы, проживающие в Санкт-Петербурге, получают авторский экземпляр Журнала непосредственно в Редакции. Иногородним Авторам авторский экземпляр Журнала высылается на адрес автора по запросу от автора. Экземпляры спецвыпусков не отправляются авторам.

АДРЕС РЕДАКЦИИ

194100, Санкт-Петербург, Литовская ул., 2
e-mail: lt2007@inbox.ru.
Сайт журнала: <http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ПЕДИАТРИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРЕДСТАВЛЯЕТ

МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ СИНДРОМ

Под ред. акад. РАН А.В. Шаброва



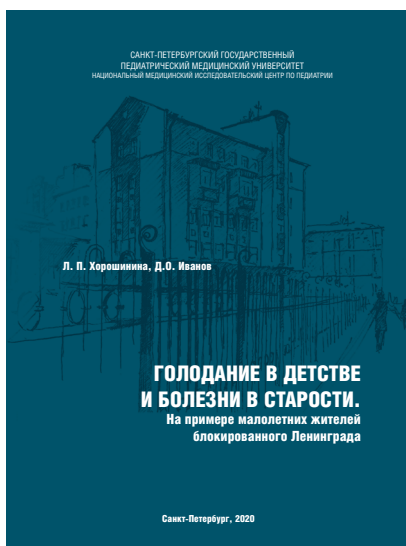
Монография посвящена одной из ведущих проблем современного здравоохранения — метаболическому синдрому. Представлены исторические аспекты изучения метаболического синдрома и ассоциированных с ним заболеваний сердечно-сосудистой системы, критерии диагностики, эпидемиологические данные, проанализирована роль таких факторов, как микробиом кишечника, адипокины, оксидативный стресс, нарушение пищевого поведения в патогенезе метаболического синдрома. Рассмотрено влияние метаболического синдрома на бронхолегочную патологию, гастроэнтерологическую патологию, половые дисфункции. Описаны перспективные методы обследования пациентов с метаболическим синдромом, современные подходы к терапии. Монография будет интересна врачам терапевтических специальностей, научным работникам, преподавателям, аспирантам, студентам медицинских вузов.

Твердый переплет, 496 страниц.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/777643/>

ГОЛОДАНИЕ В ДЕТСТВЕ И БОЛЕЗНИ В СТАРОСТИ

Л.П. Хорошнина, Д.О. Иванов



Книга посвящена малоизученным медицинским проблемам у людей старших возрастных групп, переживших в детстве длительные периоды голодания. Авторами изучаются отдаленные последствия длительного голодания детей и подростков в блокированном Ленинграде (1941–1944). Литературный обзор и полученные данные свидетельствуют об особенностях соматических заболеваний у бывших малолетних жителей блокадного Ленинграда, ставших ныне взрослыми. Книга переиздается повторно, текст её дополнен и исправлен.

Издание может быть интересно патологам, врачам-клиницистам, специалистам по организации здравоохранения и всем гражданам, интересующимся историей блокады Ленинграда.

2-е издание, переработанное и дополненное.

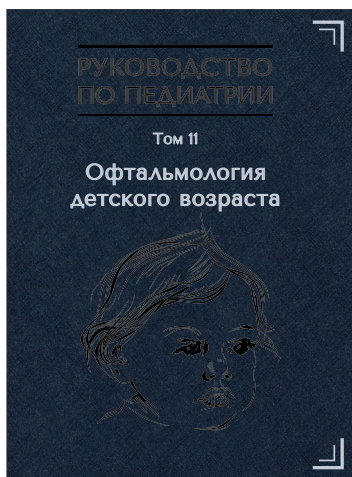
Твердый переплет, 176 страниц.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/777647/>

ИЗДАТЕЛЬСТВО ПЕДИАТРИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРЕДСТАВЛЯЕТ

Руководство по педиатрии. ОФТАЛЬМОЛОГИЯ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА

Редакционная коллегия тома: Д.О. Иванов, В.В. Бржеский



Том 11 «Руководства по педиатрии» отражает современный уровень развития офтальмологии детского возраста. Книга содержит актуальную информацию о современных методах диагностики и лечения заболеваний глаз у детей. Отдельные разделы посвящены клиническим рекомендациям по основным синдромам и заболеваниям.

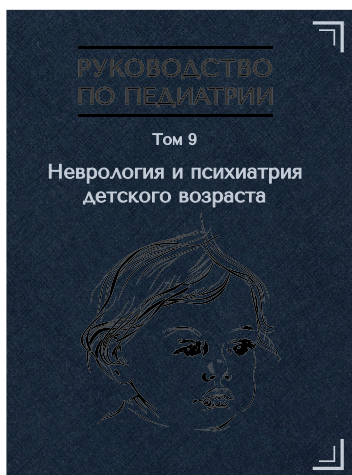
Издание предназначено офтальмологам, педиатрам и представителям других медицинских дисциплин, а также студентам старших курсов медицинских вузов.

Твердый переплет, цветные иллюстрации, 344 страницы.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/877706/>

Руководство по педиатрии. НЕВРОЛОГИЯ И ПСИХИАТРИЯ ДЕТСКОГО ВОЗРАСТА

Редакционная коллегия тома: Д.О. Иванов, В.И. Гузева, С.В. Гречаный



Том 9 «Руководства по педиатрии» отражает современный уровень развития неврологии и психиатрии детского возраста. Книга содержит актуальную информацию о современных методах диагностики и лечения заболеваний нервной системы и психических расстройств. Отдельные разделы посвящены клиническим рекомендациям по основным синдромам и заболеваниям.

Руководство предназначено неврологам, нейрохирургам, психиатрам, психотерапевтам и представителям других медицинских дисциплин, а также студентам старших курсов медицинских вузов.

Твердый переплет, 288 страниц.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/877707/>

ИЗДАТЕЛЬСТВО ПЕДИАТРИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА ПРЕДСТАВЛЯЕТ

ОРТОПЕДИЧЕСКАЯ СТОМАТОЛОГИЯ. ПРОТЕЗИРОВАНИЕ НЕСЪЁМНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ ЗУБНЫХ ПРОТЕЗОВ

М. Ф. Сухарев, С. Б. Фищев, М. Г. Рожкова



Учебник соответствует программе Министерства здравоохранения Российской Федерации по ортопедической стоматологии, предназначен и будет полезным для преподавателей курсов и стоматологических кафедр, студентов стоматологических факультетов, ординаторов, аспирантов, врачей-стоматологов.

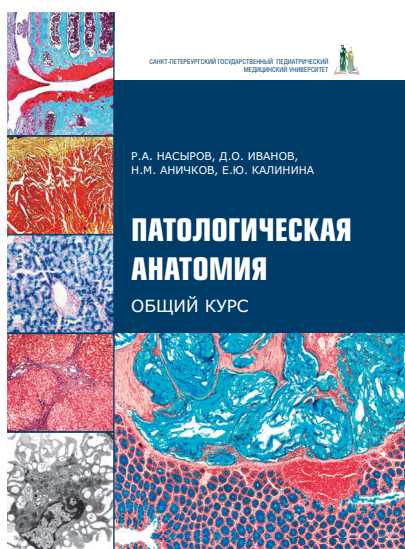
Авторы будут признательны за критические замечания и дополнения.

Твердый переплет, цветные иллюстрации, 464 страницы.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/877708/>

ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ. ОБЩИЙ КУРС

Р.А. Насыров, Д.О. Иванов, Н.М. Аничков, Е.Ю. Калинина



В общем курсе патологической анатомии (клинической патоморфологии) рассмотрены вопросы общей патологической анатомии: методы исследования в патоморфологии, повреждение и гибель клеток и тканей, в том числе старение; нарушения кровообращения и иных сред организма, воспаление, репарация и регенерация, заживление ран, иммунная патология, адаптация, патология роста клеток и их дифференцировки, опухоли, генетические заболевания, учение о диагнозе в патологической анатомии, патология и факторы окружающей среды, патология, вызванная питанием, констатация смерти и др.

Учебник рассчитан на студентов-медиков всех факультетов, а также на врачей, интересующихся вопросами общей патологической анатомии.

Твердый переплет, цветные иллюстрации, 280 страниц.

Приобрести издание можно в интернет-магазине Лабиринт:
<https://www.labirint.ru/books/777658/>
