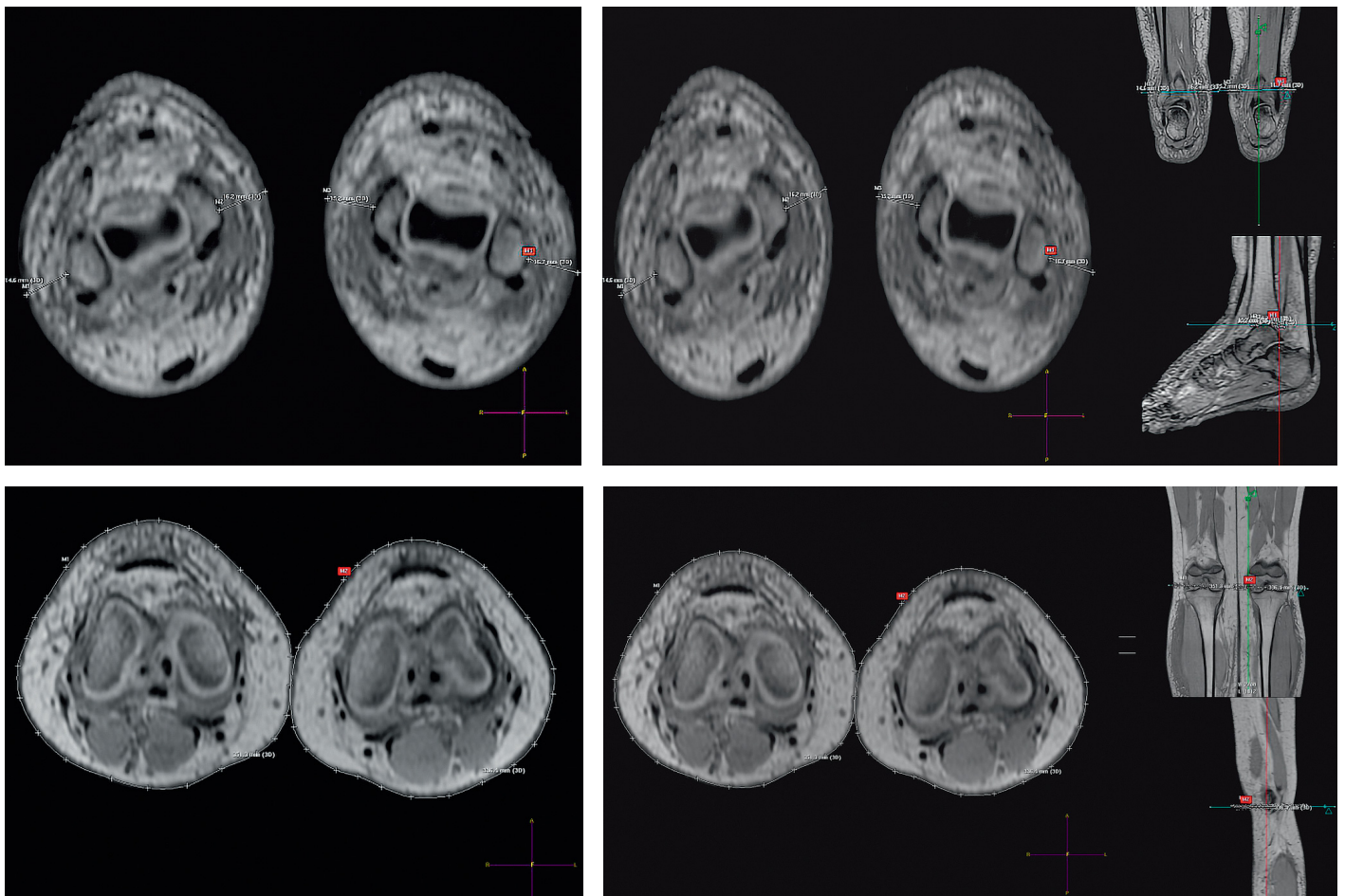


ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2024, ТОМ 6, № 3

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ



2024, VOLUME 6, № 3

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В МЕДИЦИНЕ

2024, ТОМ 6, № 3

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ ВРАЧЕЙ

Главный редактор

Александр Владимирович Поздняков — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Заместители главного редактора:

Елена Владимировна Синельникова — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Александра Анатольевна Сперанская — д. м. н., профессор, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

Ответственный секретарь:

Майя Михайловна Гребенюк — Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Сергей Сергеевич Багненко — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Петрова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Игорь Валерьевич Бойков — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Алексей Васильевич Борсуков — д. м. н., профессор, Смоленский государственный медицинский университет (г. Смоленск, Российская Федерация)
Майкл Ф. Браун — д. м. н., профессор, Университет Аризоны (Аризона, США)
Дмитрий Анатольевич Гранов — д. м. н., профессор, академик РАН, Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
Таирхан Бекполатович Даутов — д. м. н., профессор, Национальный научный кардиохирургический центр (Астана, Казахстан)
Алексей Алексеевич Дмитращенко — д. м. н., профессор, 3 Центральный военный клинический госпиталь им. А.А. Вишневецкого (г. Москва, Российская Федерация)

Head Editor

Alexander V. Pozdnyakov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Head Editor-in-Chief:

Elena V. Sinelnikova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)
Alexandra A. Speranskaya — Dr. Sci. (Med.), Professor, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

Executive Secretary:

Mayya M. Grebenyuk — Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)

EDITORIAL BOARD:

Sergey S. Bagnenko — Dr. Sci. (Med.), Professor, National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov (Saint Petersburg, Russian Federation)
Igor V. Boykov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Saint Petersburg, Russian Federation)
Alexey V. Borsukov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Smolensk State Medical University (Smolensk, Russian Federation)
Michael F. Brown — Dr. Sci. (Med.), Professor, University of Arizona (Arizona, USA)
Dmitriy A. Granov — Dr. Sci. (Med.), Professor, academician RAS, Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov (Saint Petersburg, Russian Federation)
Tairhan B. Dautov — Dr. Sci. (Med.), Professor, National Scientific Cardiac Surgery Center (Astana, Kazakhstan)
Alexey A. Dmitrashchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor, 3 Central Military Clinical Hospital named after A.A. Vishnevsky (Moscow, Russian Federation)

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

Журнал реферируется РЖ ВИНТИ.

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 входит в Перечень ведущих научных журналов и изданий ВАК, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук (Распоряжение № 222-р от 10.06.2024).

Проект-макет: Титова Л.А.

Layout project: Titova L.A.

Электронная версия / Electronic version:

<http://elibrary.ru>,

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Титова Л.А. (выпускающий редактор)

Варламова И.Н. (верстка)

Titova L.A. (Commissioning Editor)

Varlamova I.N. (layout)

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

Address for correspondence:

2 Lithuania, Saint Petersburg 194100, Russian Federation.

Tel/Fax: +7 (812) 295-31-55 e-mail: lt2007@inbox.ru

Статьи просьба направлять по адресу /

Please send articles to:

lt2007@inbox.ru

<http://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>

Формат 60 × 90/8. Усл.-печ. л. 7. Тираж 100 экз. Распространяется бесплатно. Оригинал-макет изготовлен ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России.

Format 60 × 90/8. Cond.-printed sheets 7. Circulation 100. Distributed for free. The original layout is made Saint Petersburg State Pediatric Medical University.

Отпечатано ФГБОУ ВО СПбГПМУ

Минздрава России. Литовская ул., 2,

Санкт-Петербург, 194100.

Заказ 92. Дата выхода 10.12.2024.

Printed by Saint Petersburg State Pediatric Medical University, 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100, Russian Federation. Order 92. Release date 10.12.2024.

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.

2024, VOLUME 6, N 3

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL FOR DOCTORS

VISUALIZATION IN MEDICINE

- Игорь Сергеевич Железняк** — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Ирина Эммануиловна Ицкович** — д. м. н., профессор, Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Наталья Александровна Карлова** — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Пьер Карлье** — д. м. н., профессор, Институт биомедицинской визуализации; Институт миологии (Париж, Франция)
- Юрий Борисович Лишманов** — д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН (г. Томск, Российская Федерация)
- Владимир Николаевич Малаховский** — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Андрей Владимирович Мищенко** — д. м. н., профессор, Городская клиническая онкологическая больница № 1 Департамента здравоохранения города Москвы (г. Москва, Российская Федерация)
- Вадим Олегович Панов** — к. м. н., Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина (г. Москва, Российская Федерация)
- Константин Александрович Поздняков** — доктор наук, Лондонский городской университет (Лондон, Великобритания)
- Игорь Николаевич Пронин** — д. м. н., профессор, академик РАН, Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко (г. Москва, Российская Федерация)
- Владимир Викторович Рязанов** — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Александр Викторович Савелло** — д. м. н., профессор, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Константин Иванович Себелев** — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Светлана Владимировна Серебрякова** — д. м. н., профессор, Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Валентин Евгеньевич Синицын** — д. м. н., профессор, университетская клиника Медицинского научно-образовательного центра МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Российская Федерация)
- Александра Анатольевна Сперанская** — д. м. н., профессор, Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Андрей Владимирович Струц** — к.ф.м. н., доцент, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация); факультет химии и биохимии университета Аризоны (Аризона, США)
- Татьяна Николаевна Трофимова** — д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет; Институт мозга человека им. Н.П. Бехтерева РАН; Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И.П. Павлова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Андрей Александрович Тулупов** — д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения РАН (г. Новосибирск, Российская Федерация)
- Игорь Евгеньевич Тюрин** — д. м. н., профессор, Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования (г. Москва, Российская Федерация)
- Владимир Максимович Черемисин** — д. м. н., профессор, Санкт-Петербургский государственный университет, медицинский факультет (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Владимир Александрович Фокин** — д. м. н., профессор, Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова (г. Санкт-Петербург, Российская Федерация)
- Igor S. Zheleznyak** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Irina E. Itskovich** — Dr. Sci. (Med.), Professor, North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Natalia A. Karlova** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Pierre Carlier** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Institute of Biomedical Imaging; Institute of Myology (Paris, France)
- Yuriy B. Lishmanov** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Member of the RAS, Tomsk National Research Medical Center of the RAS (Tomsk, Russian Federation)
- Vladimir N. Malakhovskiy** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Andrey V. Mishchenko** — Dr. Sci. (Med.), Professor, City Clinical Oncology Hospital No. 1 of the Moscow City Health Department (Moscow, Russian Federation)
- Vadim O. Panov** — Cand. Sci. (Med.), National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin (Moscow, Russian Federation)
- Konstantin A. Pozdnyakov** — Dr. Sci. (Med.), City St. George's, University of London (London, UK)
- Igor N. Pronin** — Dr. Sci. (Med.), Professor, academician RAS, Research Institute of Neurosurgery named after Academician N.N. Burdenko (Moscow, Russian Federation)
- Vladimir V. Ryazanov** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Alexander V. Savello** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Military Medical Academy named after S.M. Kirov (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Konstantin I. Sebelev** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Almazov National Medical Research Centre (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Svetlana V. Serebryakova** — Dr. Sci. (Med.), Professor, All-Russian Center for Emergency and Radiation Medicine named after A.M. Nikiforov (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Valentin E. Sinitsyn** — Dr. Sci. (Med.), Professor, University Clinic of the Medical Research and Educational Center of Moscow State University named after M.V. Lomonosov (Moscow, Russian Federation)
- Alexandra A. Speranskaya** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Andrey V. Struts** — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Associate professor, Saint Petersburg State Pediatric Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation); Department of Chemistry and Biochemistry, University of Arizona (Arizona, USA)
- Tatiana N. Trofimova** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Member of the RAS, Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine; N.P. Bekhtereva Institute of the Human Brain of the Russian Academy of Sciences; Pavlov First Saint Petersburg State Medical University (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Andrey A. Tulupov** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Associate Member of the RAS, Institute "International Tomographic Center" of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russian Federation)
- Igor E. Tyurin** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (Moscow, Russian Federation)
- Vladimir M. Cheremisin** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Saint Petersburg State University, Faculty of Medicine (Saint Petersburg, Russian Federation)
- Vladimir A. Fokin** — Dr. Sci. (Med.), Professor, Almazov National Medical Research Centre (Saint Petersburg, Russian Federation)



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

❖ ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

*К.М. Комиссарчик, Л.И. Халилова,
А.В. Шигабуудинов, А.А. Кряклина, И.Г. Калина*
Северная ходьба как эффективная физическая
активность для студентов высшей школы4

*Д.А. Малеков, Л.Я. Канина, А.В. Косулин,
А.В. Поздняков, Н.В. Марченко,
О.Ф. Позднякова, М.М. Гребенюк*
Современный подход к диагностике лимфедемы
нижних конечностей у детей методом
магнитно-резонансной лимфографии9

*А.А. Разинова, О.Ф. Позднякова, М.М. Костик,
А.В. Поздняков, В.В. Масалова, Е.В. Гайдар,
Л.С. Снегирева, М.М. Гребенюк, К.П. Дроботов*
Роль магнитно-резонансной томографии по протоколу
whole-body в выявлении воспалительных изменений
в суставах у детей с ювенильным идиопатическим
артритом.....19

❖ ОБЗОРЫ

*Р.А. Постаногов, Г.К. Садыкова, В.П. Куценко,
М.М. Васянина, И.С. Кудрявцев, И.С. Менькова,
Н.В. Марченко*
Диагностика патологий жирового тела Гоффа
с применением магнитно-резонансной томографии29

❖ КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

*Е.В. Костромина, Т.Д. Андреева,
Е.В. Синельникова, Р.А. Кадырлеев,
С.С. Багненко, И.А. Буровик, Е.А. Бусько,
Э.Н. Столова, К.В. Козубова, Э.С. Любимская,
В.С. Луконина, А.В. Клименко*
Редкое клиническое наблюдение: «многоликость»
лучевой картины эозинофильной гранулемы костей
у детей — от первичного обращения до постановки
диагноза42

❖ ИНФОРМАЦИЯ

Правила для авторов51

❖ ORIGINAL PAPERS

*K.M. Komissarchik, L.I. Khalilova,
A.V. Shigabudinov, A.A. Kryaklina, I.G. Kalina*
Nordic walking as an effective physical activity
for high school students4

*D.A. Malekov, L.Ya. Kanina, A.V. Kosulin,
A.V. Pozdnyakov, N.V. Marchenko,
O.F. Pozdnyakova, M.M. Grebenyuk*
Modern approach to the diagnostic of lower extremities
lymphedema paediatric patients by using magnetic
resonance lymphography9

*A.A. Razinova, O.F. Pozdnyakova, M.M. Kostik,
A.V. Pozdnyakov, V.V. Masalova, E.V. Gaidar,
L.S. Snegireva, M.M. Grebenyuk, K.P. Drobotov*
The role of magnetic-resonance tomography
on whole-body protocols in the detection
of inflammatory changes in joints in children
with juvenily idiopathic arthritis.....19

❖ REVIEWS

*R.A. Postanogov, G.K. Sadykova, V.P. Kutsenko,
M.M. Vasyanina, I.S. Kudryavtsev, I.S. Menkova,
N.V. Marchenko*
Diagnostics of Hoffa's fat pad pathologies using
magnetic resonance imaging.....29

❖ CLINICAL CASE

*E.V. Kostromina, T.D. Andreeva,
E.V. Sinelnikova, R.A. Kadyrleev,
S.S. Bagnenko, I.A. Burovik, E.A. Busko,
E.N. Stolova, K.V. Kozubova, E.S. Liubimskaia,
V.S. Lukonina, A.V. Klimenko*
Rare clinical observation: “the many faces”
of the ray-pattern of eosinophilic bone granuloma
in children — from initial presentation to diagnosis42

❖ INFORMATION

Rules for authors51



УДК 796.011.3-07+378.147+378.172+612.2+796.51
DOI: 10.56871/ViM.2024.95.40.001

СЕВЕРНАЯ ХОДЬБА КАК ЭФФЕКТИВНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

© Константин Михайлович Комиссарчик¹, Лилия Ирековна Халилова¹, Алексей Викторович Шигабудинов¹,
Анна Александровна Кряклина², Ирина Геннадьевна Калина³

¹ Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

² Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет. 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, д. 14

³ Набережно-Челнинский институт (филиал) Казанского (Приволжского) федерального университета. 423812, Республика Татарстан, г. Набережные Челны, пр. Суюмбике, д. 10А

Контактная информация: Константин Михайлович Комиссарчик — к.п.н., доцент, заведующий кафедрой физической культуры. E-mail: komisskon@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4480-5110> SPIN: 2530-7612

Для цитирования: Комиссарчик К.М., Халилова Л.И., Шигабудинов А.В., Кряклина А.А., Калина И.Г. Северная ходьба как эффективная физическая активность для студентов высшей школы // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 4–8. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.95.40.001>

Поступила: 29.08.2024

Одобрена: 19.09.2024

Принята к печати: 30.10.2024

Резюме. Введение. Проблема оптимизации занятий физической культурой (ФК) в вузе и исследования новейших форм ФК и направлений в спорте остаются актуальными задачами научного поиска преподавателей физической культуры в системе высшей школы. **Цель исследования** — теоретическое и экспериментальное обоснование включения северной ходьбы в практику физического воспитания для студентов специальной медицинской группы (СМГ) в вузе. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 360 студентов трех университетов, использующих на занятиях по физической культуре северную ходьбу. **Результаты.** Было проведено исследование видов ходьбы с различными биомеханическими особенностями на предмет возможности использования в северной ходьбе. Полученные результаты средних статистических данных позволили выявить положительную динамику повышения функциональной деятельности дыхательной системы у участников, занимающихся северной ходьбой. Результаты исследования функционального развития студентов СМГ на период эксперимента предоставили возможность определить положительную динамику. **Заключение.** Полученные результаты средних статистических данных позволили выявить повышение функциональной деятельности дыхательной системы у участников, занимающихся северной ходьбой. У многих студентов прекратились боли в спине, произошло существенное улучшение осанки.

Ключевые слова: северная ходьба, студенты, проба Генчи, проба Штанге, биомеханические показатели

NORDIC WALKING AS AN EFFECTIVE PHYSICAL ACTIVITY FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

© Konstantin M. Komissarchik¹, Liliya I. Khalilova¹, Alexey V. Shigabudinov¹,
Anna A. Kryaklina², Irina G. Kalina³

¹ Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

² Saint Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University. 14 lit. A Professor Popov str., Saint Petersburg 197022 Russian Federation

³ Naberezhnye Chelny Branch of Kazan Federal University. 10A Syuyumbike Ave., Naberezhnye Chelny Republic of Tatarstan 423812 Russian Federation

Contact information: Konstantin M. Komissarchik — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Physical Culture. E-mail: komisskon@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4480-5110> SPIN: 2530-7612

For citation: Komissarchik KM, Khalilova LI, Shigabudinov AV, Kryaklina AA, Kalina IG. Nordic walking as an effective physical activity for high school students. *Visualization in Medicine*. 2024;6(3):4–8. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.95.40.001>

Received: 29.08.2024

Revised: 19.09.2024

Accepted: 30.10.2024

Abstract. Introduction. The problem of optimizing physical education lessons at a university and the search for modern forms of physical culture and trends in sports remain urgent tasks in the scientific search for physical education teachers in the higher education system. **The purpose of the study** is to theoretically and experimentally substantiate the inclusion of Nordic walking in the practice of physical education for students of a special medical group (SMG) at a university. **Materials and methods.** The study involved 360 students involved in Nordic walking during physical education lessons. **Results.** A study was conducted on types of walking with different biomechanical features for the possibility of use in Nordic walking. The obtained results of average statistical data made it possible to identify positive dynamics in terms of physical fitness (strength) and increased functional activity of the respiratory system in participants involved in Nordic walking. The results of the study of the level of physical fitness (strength) and functional development of SMG students during the experiment period made it possible to determine significant positive dynamics of development of positive changes in those involved. **Conclusion.** The obtained results of average statistical data allowed us to identify positive dynamics in the indicators of physical fitness (strength) and an increase in the functional activity of the respiratory system in participants engaged in Nordic walking. Many students stopped having back pain, and their posture improved significantly.

Keywords: Nordic walking, students, Genche test, Barbell test, biomechanical indicators

ВВЕДЕНИЕ

На наш взгляд, северной ходьбой могут заниматься студенты специальной медицинской группы во всех вузах России. Проведенный анализ научных исследований показал, что на сегодняшний день нет более универсального спортивно-оздоровительного направления, оказывающего эффективное воздействие на организм студента независимо от его медицинской группы. Регулярные занятия северной ходьбой положительно влияют на организм студентов. Во время ходьбы с палками используется 94% мышц тела [2–4]. Особенно важно, что улучшается осанка, значительно уменьшаются боли в спине, повышаются функциональные возможности дыхательной и сердечно-сосудистой систем, улучшается качество жизни студенческой молодежи, с ограниченными возможностями здоровья в том числе. С помощью скандинавских (северных) палок можно самостоятельно контролировать темп передвижения, а также снижать нагрузку на суставы ног. Скандинавские палки, являясь специальной опорой, делают ходьбу максимально безопасной. Для студентов данный вид двигательной активности подразумевает пребывание на свежем воздухе, что, в свою очередь, не только способствует повышению работоспособности и развитию выносливости, но и является профилактическим средством заболеваний дыхательной системы [1].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель исследования — теоретическое и экспериментальное обоснование включения северной ходьбы в практику физического воспитания для студентов специальной медицинской группы в вузе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В рамках данного исследования мы провели тестирование уровня физической подготовленности и функционального развития студентов специальной медицинской группы (СМГ) с 1-го по 3-й курсы. Нами выбраны следующие диагностические методики: анкетирование, проба Генчи и проба Штанге — оценка функциональной деятельности дыхательной системы.

В исследовании, которое проводилось в парке «Сосновка», в парке Лопухина и на лыжной базе филиала Казанского федерального университета в г. Набережные Челны (НЧФ КФУ), приняли участие 360 студентов, отнесенных к СМГ (рис. 1, 2).

В основной части занимающиеся выполняли специальные упражнения, закрепляя технику северной ходьбы, а также непосредственно северную ходьбу. В заключительной части учебного занятия обязательно проводилась заминка (дыхательные упражнения). Студенты в сентябре проходили дистанцию 2 км, а с октября по ноябрь — 3 км.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На первом этапе было проведено исследование видов ходьбы с различными биомеханическими особенностями на предмет возможности использования в северной ходьбе, применение фитнес-браслетов с подсчетом шагов. Все техники ходьбы осваивались студентами на еженедельных систематических занятиях. К примеру, техника ходьбы с «пригибным шагом» показывает нарушение равновесия тела из-за наклона вперед при быстром темпе. Техника «спортивной ходьбы» указывает на выпрямленные ноги,



Рис. 1. Студенты на занятиях физической культуры в парке «Сосновка»
Fig. 1. Students during physical education classes in Sosnovka Park



Рис. 2. Преподаватели на занятиях физкультурой
Fig. 2. Teachers in physical education classes

разогнутые колени и на 30° приподнятые руки в резких движениях.

За определение количества совершенных шагов в носимом гаджете отвечают специальные встроенные датчики. Их может быть несколько. От датчика приближения напрямую зависит точность подсчета нужных показателей. Студенты СПбГПМУ и СПХФУ использовали акселерометр — электронное устройство, которое определяет ускорение фитнес-браслета при его ношении на руке. Он передает в программу для анализа данные о том, находится ли рука неподвижно или в движении (рис. 3). Полученная информация анализируется по специальным алгоритмам, на ее основе вычисляется количество пройденных шагов. Качественный фитнес-браслет

оснащен акселерометром, который различает взмахи руки при ходьбе и совершении других операций. Некоторые даже дифференцируют бег и ходьбу, правильно подсчитывая потраченные калории.

Студенты НЧФ КФУ использовали гироскопы — этот датчик определяет положение прибора (в нашем случае фитнес-браслета) в пространстве. Он передает в программу траекторию движения гаджета по трем осям системы координат. Благодаря этому можно определить, перемещается ли рука при движении по горизонтали или остается примерно в одной зоне.

При освоении северной ходьбы биомеханика двигательной активности является важной составляющей (рис. 4).

На втором этапе провели анкетирование среди студентов данных вузов. Анализ результатов анкетирования на предмет осведомленности студентов о северной ходьбе, а также оценка уровня их двигательной активности и нарушений заболеваний опорно-двигательного аппарата показали, что в начале исследования большая часть студентов СПбГПМУ и СПХФУ имели боли в спине — 75%, нарушения или заболевания опорно-двигательного аппарата были у 65% студентов НЧФ КФУ; у 40% студентов СПбХФУ часто болела голова. На вопросы «Вы ходите пешком более 40 мин в сутки (не учитывать передвижение по дому, вузу, торговому центру)?» ответили «Да» 55% студентов СПбГПМУ, 70% СПХФУ и 66% студентов НЧФ КФУ, «Нет» — от 30 до 45% обучающихся всех трех вузов; «Занимаетесь ли вы физической культурой или спортом вне вуза?» ответили «Да» от 40 до 54% студентов, «Нет» — от 56 до 60% всех студентов, о пользе северной ходьбы слышали от 28 до 34% обучающихся всех вузов.



Рис. 3. Изучение техники переката
Fig. 3. Study of the rolling technique



Рис. 4. Разминка в начале занятия северной ходьбой
Fig. 4. Warm-up at the beginning of a Nordic walking session

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, несмотря на стремительный темп развития северной ходьбы в России, результаты ответов студентов показали их низкую осведомленность о спортивно-оздоровительной ходьбе. Результаты исследования уровня функционального

развития студентов СМГ на период эксперимента позволили определить существенную положительную динамику. При выполнении теста «Проба Генчи» средний результат в начале эксперимента составлял 35 секунд, при повторном тестировании— 37 секунд. При выполнении теста «Проба Штанге»

средний результат в начале эксперимента составлял 41 секунду у студентов СПбГПМУ, при повторном тестировании — 51 секунду; у студентов СПХФУ и НЧФ КФУ — 44 секунды в начале эксперимента, при повторном тестировании — 52 секунды.

Полученные результаты средних статистических данных позволили выявить положительную динамику в показателях функциональной деятельности дыхательной системы у участников, занимающихся северной ходьбой. У многих студентов прекратились боли в спине, произошло существенное улучшение осанки. У студентов, которые в школе совсем не занимались физической культурой, увеличилась работоспособность, наладился сон.

Многие студенты планировали приобрести специальные палки для самостоятельных занятий северной ходьбой. Несмотря на малое количество часов занятий, произошли существенные изменения показателей физической подготовленности и функционального развития у студентов, занимающихся регулярно. Трудности были в освоении техники северной ходьбы. Преподавателю приходилось каждое занятие проводить подготовительные упражнения для отработки отдельных значимых элементов.

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 анкетированных на публикацию 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. The authors received written consent from the respondents to publish the data.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крысюк О.Б., Волков А.В. Северная ходьба как оздоровительная технология. *Адаптивная физическая культура*. 2013;3(55):47–49.
2. Никитина Т.В., Курнявкина Е.А., Дробышев В.А. Скандинавская ходьба в санаторно-курортной реабилитации больных с остеоартрозом крупных суставов конечностей. *Медицина и образование в Сибири*. 2015;6:55.
3. Митенкова Л.В., Комиссарчик К.М., Халилова Л.И., Иващенко В.П., Плотникова С.С. Сравнительный анализ частоты возникновения болей в спине в зависимости от физической активности. *Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта*. 2024;2(228):114–116.
4. Халилова Л.И., Комиссарчик К.М., Тараканова М.Е., Харитоновна Н.Ю. Бег на свежем воздухе как один из способов восстановления организма студенческой молодежи. *Глобальный научный потенциал*. 2024;3(156):141–143.

REFERENCES

1. Krysyuk O.B., Volkov A.V. Nordic walking as a health technology. *Adaptive physical education*. 2013;3(55):47–49.
2. Nikitina T.V., Kurnyavkina E.A., Drobyshev V.A. Nordic walking in spa rehabilitation of patients with osteoarthritis of large joints of the extremities. *Meditsina i obrazovaniye v Sibiri*. 2015;6:55.
3. Mitenkova L.V., Komissarchik K.M., Khalilova L.I., Ivashchenko V.P., Plotnikova S.S. Comparative analysis of the incidence of back pain depending on physical activity. *Uchenyye zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta*. 2024;2(228):114–116.
4. Khalilova L.I., Komissarchik K.M., Tarakanova M.E., Khari-tonova N.Yu. Running in the fresh air as one of the ways to restore the body of student youth. *Global'nyy nauchnyy potentsial*. 2024;3(156):141–143.

УДК 616-005.96-07+617.58+611.428+612.42+616-053.2+543.429.2
DOI: 10.56871/ViM.2024.84.49.002

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К ДИАГНОСТИКЕ ЛИМФЕДЕМЫ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ЛИМФОГРАФИИ

© Дамир Асиятович Малекон, Лариса Ярославовна Канина, Артем Владимирович Косулин, Александр Владимирович Поздняков, Наталья Викторовна Марченко, Ольга Федоровна Позднякова, Майя Михайловна Гребенюк

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

Контактная информация: Дамир Асиятович Малекон — старший преподаватель кафедры медицинской биофизики.
E-mail: d.a.malekov@gmail.com SPIN: 8804-4630

Для цитирования: Малекон Д.А., Канина Л.Я., Косулин А.В., Поздняков А.В., Марченко Н.В., Позднякова О.Ф. Современный подход к диагностике лимфедемы нижних конечностей у детей методом магнитно-резонансной лимфографии // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 9–18. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.84.49.002>

Поступила: 11.09.2024

Одобрена: 01.10.2024

Принята к печати: 30.10.2024

Резюме. Лимфедема — врожденное или приобретенное заболевание с хроническим прогрессирующим течением. В настоящее время критерии диагностики лимфедемы конечностей имеют дискуссионный характер. Цель нашей работы: оценка диагностической эффективности методики непрямой магнитно-резонансной лимфографии при лимфедеме. С помощью непрямой магнитно-резонансной лимфографии могут быть визуализированы и оценены лимфатические узлы и лимфоколлекторы при функциональных и структурных нарушениях.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, МР-лимфография, лимфедема

MODERN APPROACH TO THE DIAGNOSTIC OF LOWER EXTREMITIES LYMPHEDEMA PAEDIATRIC PATIENTS BY USING MAGNETIC RESONANCE LYMPHOGRAPHY

© Damir A. Malekov, Larisa Ya. Kanina, Artem V. Kosulin, Alexander V. Pozdnyakov, Natalia V. Marchenko, Olga F. Pozdnyakova, Maya M. Grebenyuk

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

Contact information: Damir A. Malekov — Senior Lecturer at the Department of Medical Biophysics.
E-mail: d.a.malekov@gmail.com SPIN: 8804-4630

For citation: Malekov DA, Kanina LYa, Kosulin AV, Pozdnyakov AV, Marchenko NV, Pozdnyakova OF. Modern approach to the diagnostic of lower extremities lymphedema paediatric patients by using magnetic resonance lymphography. Visualization in Medicine. 2024;6(3):9–18. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.84.49.002>

Received: 11.09.2024

Revised: 01.10.2024

Accepted: 30.10.2024

Abstract. Lymphedema is a congenital or acquired disease with a chronic progressive course. Currently, the diagnostic criteria for limb lymphedema are controversial. The aim of our work was to evaluate the diagnostic efficiency of the indirect magnetic resonance lymphography technique for lymphedema. With the help of indirect magnetic resonance lymphography, lymph nodes and lymph collectors can be visualized and assessed in case of functional and structural disorders.

Keywords: magnetic resonance imaging, MR-lymphography, lymphedema

ВВЕДЕНИЕ

Лимфедема — врожденное или приобретенное заболевание с хроническим прогрессирующим течением, в основе которого лежит нарушение транспортной функции лимфатической жидкости по

коллекторам. Данное заболевание встречается с частотой 1,15 случаев на 100 000 детей [1–3]. Основным клиническим проявлением лимфедемы является увеличение в объеме пораженной конечности в результате появления отека с последующим развитием фиброза и избыточного роста жировой

клетчатки. Однако в детском и подростковом возрасте лимфатический отек сложно диагностировать [4–6]. Другой проблемой своевременного лечения пациентов с лимфедемой остается позднее обращение. Это связано с отсутствием болевого синдрома и других явных клинических проявлений [7, 8]. Трудности выявления данной патологии также заключаются не только в выполнении методики МРТ, но и с подготовкой пациента к этому исследованию. Все эти проблемы значительно снижают полноценную диагностику у детей на ранних этапах развития болезни, до достижения возраста 6–7 лет [9–11].

В литературе представлены единичные работы по выполнению непрямой МР-лимфографии с контрастным усилением для диагностики лимфедемы [12–14].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель — оценить диагностическую эффективность метода непрямой магнитно-резонансной лимфографии при лимфедеме.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике Педиатрического университета было обследовано 150 пациентов, средний возраст которых составил 13,5 лет, 68% девочек и 32% мальчиков. Все пациенты поступили для амбулаторного и стационарного лечения в хирургическое

отделение в связи с наличием лимфедемы. Из них 87 пациентов (58%) с двусторонним поражением и 63 пациента (42%) — с односторонним поражением нижних конечностей. Была проанализирована группа волонтеров из 21 условно здорового человека (в возрасте от 18 до 25 лет). У волонтеров была проведена оценка накопления контрастного препарата в лимфатических узлах. Соотношение по полу было сопоставимо с группой обследуемых пациентов.

Исследования пациентов проводились на аппарате Philips с напряженностью магнитного поля в 1,5 Тесла. Параметры сканирования представлены в таблице 1.

Использование последовательностей с тонкими срезами позволяет выполнить мультипланарную реконструкцию без потери качества изображения.

Исследование включало в себя использование нативного сканирования с выполнением трех протоколов (табл. 1) и динамический сбор данных после введения контрастного препарата в интервалах 10–25, 50–65, 90–105 минут. Это позволяет оценить состояние лимфоколлекторов и выполнить динамическое контрастирование лимфатических узлов. Для получения постконтрастных изображений применяли последовательность T1 FFE в тех же параметрах и позиционировании, что и до контрастирования. Обследуемая область включала в себя зону малого таза и нижние конечности с захватом стоп.

Таблица 1

Параметры основных протоколов сканирования

Table 1

Parameters of the main scanning protocols

Элементы исследования / Elements of the study	T1 FFE Incoherent Gradient Echo (RF spoiled)	T2 TSE TurboSpin Echo	Stir Short Inversion Recovery
Толщина срезов, мм / Thickness of slices, mm	2	2	2
Шаг срезов, мм / Step of cuts, mm	1	1	1
Реконструкция срезов, мм / Reconstruction of sections, mm	0,5	0,5	0,5
Плоскость сканирования / Scanning plane	Коронарная / Coronary	Коронарная / Coronary	Коронарная / Coronary
TR/TE, мс	0,6/20	210/2	80/8,3
Угол опрокидывания / Tipping angle	15°	90°	90°
Поле обзора, мм / Field of view, mm	950×375	950×375	950×375
Количество срезов / Number of slices	200	200	200
Тип сканирования / Scantype	Body multistacks (3 stack)	Body multistacks (3 stack)	Body multistacks (3 stack)
Время сканирования, минут / Scantime, minutes	10	10	7

Техника контрастирования при МР-лимфографии состояла из нескольких этапов.

Первый этап: введение лидокаина внутривенно в каждый межпальцевой промежуток на глубину не более 2 мм, в объеме до 0,1 мл, для получения местного обезболивания.

Второй этап: после наступления анестезирующего эффекта введение парамагнитного контрастного препарата, паравазально в межпальцевые промежутки стоп нижних конечностей, по центру этих промежутков в направлении к тылу на глубину от 5 до 8 мм в объеме от 0,1 до 0,2 мл, в каждый межпальцевой промежуток, общим объемом до 5 мл.

Третий этап: выполнение серии постконтрастных сканов на 10–25, 50–65, 90–105-й минутах, подготовка и укладка пациента не меняется [15].

Группой экспертов был проведен анализ полученных изображений и реконструкции согласно метрике DMOS. Для анализа и оценки качества изображений магнитно-резонансной лимфографии были выбраны независимые наблюдатели в количестве трех врачей-рентгенологов из многопрофильных педиатрических стационаров [16]. Репрезентативность выборки составила 30 исследований. Для оптимизации снимков наблюдателю предоставлялась возможность самостоятельно подобрать соответствующую ширину окна (WW) и уровни окна (WL). Оценка производилась по рабочей шкале качества, где общие изображения градировались от «очень плохого» до «очень хорошего». Эксперти-

руемые снимки получили высокую оценку во всех тестируемых сканах.

Статистическая обработка полученных данных была выполнена с использованием программного приложения пакета Jamovi 2.3.28. Данные оценивались по балльной системе с помощью коэффициента внутриклассовой корреляции. Сравнение количественных показателей выполнялось с помощью парного критерия Стьюдента. Для оценки наличия и тесноты связи между результатами измерения различными способами использовался корреляционный анализ. При расчетах был установлен уровень значимости $p=0,05$. Оценка качества изображения проводилась согласно международному нормативному документу ITU-R BT.500-11 [16].

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным магнитно-резонансной лимфографии на нативных изображениях были выявлены изменения длины окружности нижних конечностей. В местах увеличения длины окружности отмечались утолщение кожи и подкожно-жировой клетчатки с фиброзными изменениями, а также участки депонирования лимфы, которые выявлялись в виде жидкостных прослоек в жировой клетчатке (рис. 1–4).

В нашем исследовании были выявлены различные типы оттока лимфатической жидкости (рис. 5, а–г).

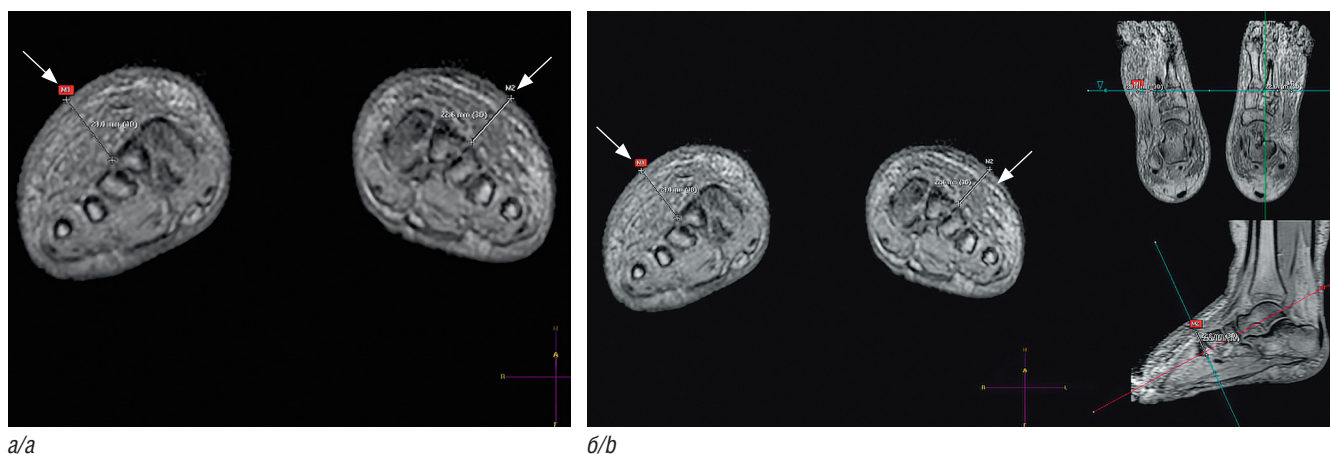


Рис. 1. Фрагмент области сканирования (стопа), протокол T1 FFE: а — аксиальная проекция стопы; б — мультипланарная реконструкция в трех взаимно перпендикулярных проекциях. Измерение толщины подкожно-жирового слоя (стрелка) проведено в аксиальной плоскости плюсны (а). У пациента положительный симптом Stemмера (кожу на тыле II пальца стопы невозможно собрать в складку), который встречается только при наличии отека конечности

Fig. 1. Fragment of scan area (foot), T1 FFE protocol: a — axial projection of the foot; b — multiplanar reconstruction in three mutually perpendicular projections. Measurement of the thickness of the subcutaneous fat layer (arrow) was carried out in the axial plane of the metatarsus (a). The patient has a positive Stemmer's sign (the skin on the dorsum of the second toe cannot be gathered into a fold), which occurs only in the presence of limb edema

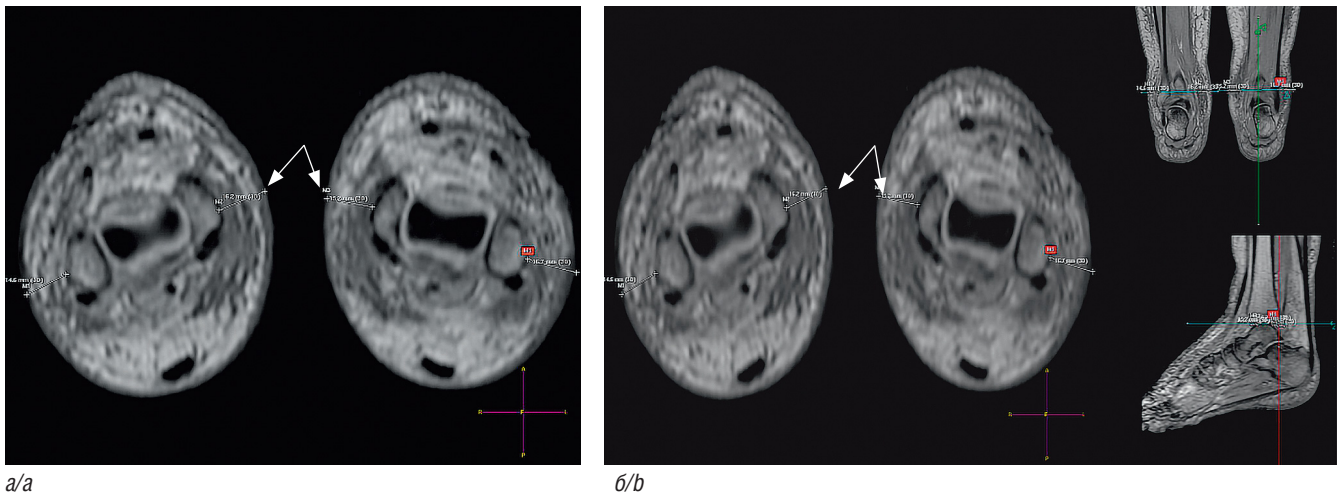


Рис. 2. Фрагмент области сканирования (голеностопный сустав). Протокол T1 FFE: *a* — аксиальная проекция; *b* — мультипланарная реконструкция в трех взаимно перпендикулярных проекциях. Выполняли измерения толщины подкожно-жировой клетчатки на уровне наружной и внутренней лодыжки ввиду низкой анатомической вариабельности (*a, б*). Утолщение подкожно-жирового слоя на данном уровне возможно определить только при наличии отека нижних конечностей (стрелки)

Fig. 2. Fragment of the scanning area (ankle joint). T1 FFE protocol: *a* — axial projection; *b* — multiplanar reconstruction in three mutually perpendicular projections. Measurements of subcutaneous fat thickness were performed at the level of the outer and inner ankle due to low anatomical variability (*a, b*). Thickening of the subcutaneous fat layer at this level can be determined only in the presence of lower limb edema (arrows)

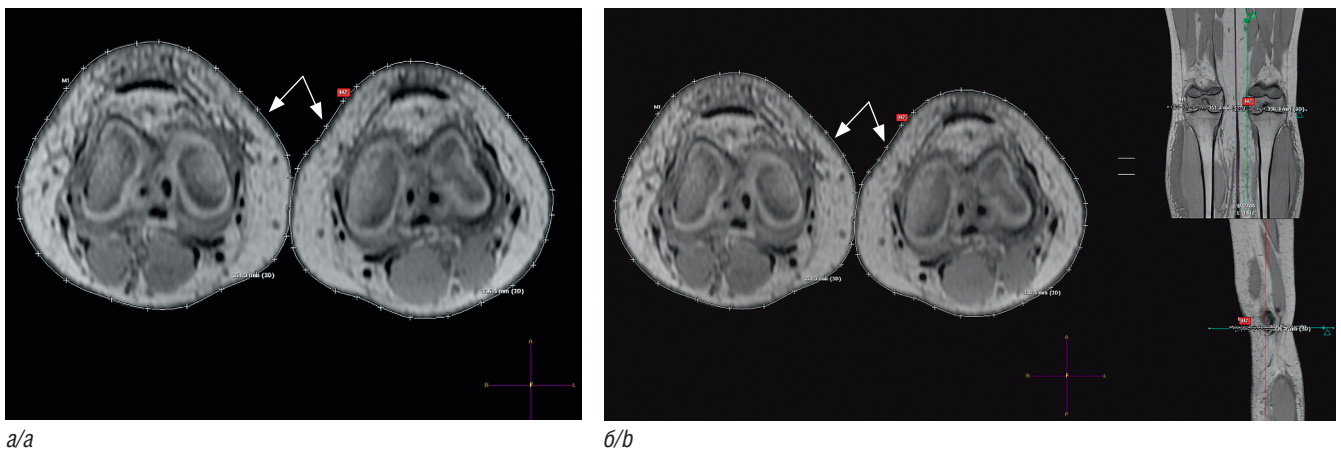


Рис. 3. Фрагмент области сканирования (коленный сустав). Протокол T1 FFE: *a* — аксиальная проекция; *b* — мультипланарная реконструкция. Представлены измерения длины окружности (указано стрелками)

Fig. 3. Fragment of the scanning area (knee joint). T1 FFE protocol: *a* — axial projection; *b* — multiplanar reconstruction. Measurements of the circumference are shown (indicated by arrows).

При тяжелых формах лимфедемы были выявлены изменения в виде экстравазации парамагнитного контрастного препарата в жировую клетчатку с признаками сохранения лимфоцеле в месте введения контрастного препарата во все фазы постконтрастного исследования (рис. 5, *a, б*). В особенности эти изменения убедительно выявлялись в нижних конечностях при использовании последовательности T1 FFE в коронарной проекции на 90-й минуте. Характерными признаками было поражение левой нижней конечности и гениталий. Экстравазация парамагнитного контрастного

препарата указана стрелкой в области тыла стопы и лодыжки левой конечности, а паравазальная — вдоль магистральных лимфоколлекторов указана наконечниками стрелок (рис. 5 *a, б*).

Редкая форма оттока в виде периферического типа по поверхностным лимфоколлекторам представлена на рисунке 5, *в*. У пациента с двусторонней лимфедемой, на отсроченном сканировании после введения контрастного вещества (60-я минута), отсутствуют магистральные лимфатические коллекторы. Отток представлен только по периферическим сосудам в подкожно-жировой клетчатке.

Рис. 4. Пациент с лимфедемой левой нижней конечности. Изображение нижних конечностей в коронарной проекции, протокол T2 TSE: *a* — стрелками указаны области скопления лимфатической жидкости в левой нижней конечности; *b* — область всей зоны обследования (от малого таза до нижних конечностей, включая стопы)

Fig. 4. Patient with signs of lymphedema of the left lower limb. Image of the lower extremities in coronary projection, T2 TSE protocol: *a* — arrows indicate areas of lymphatic fluid accumulation in the left lower extremity; *b* — area of the entire examination zone (from the pelvis to the lower extremities, including the feet).

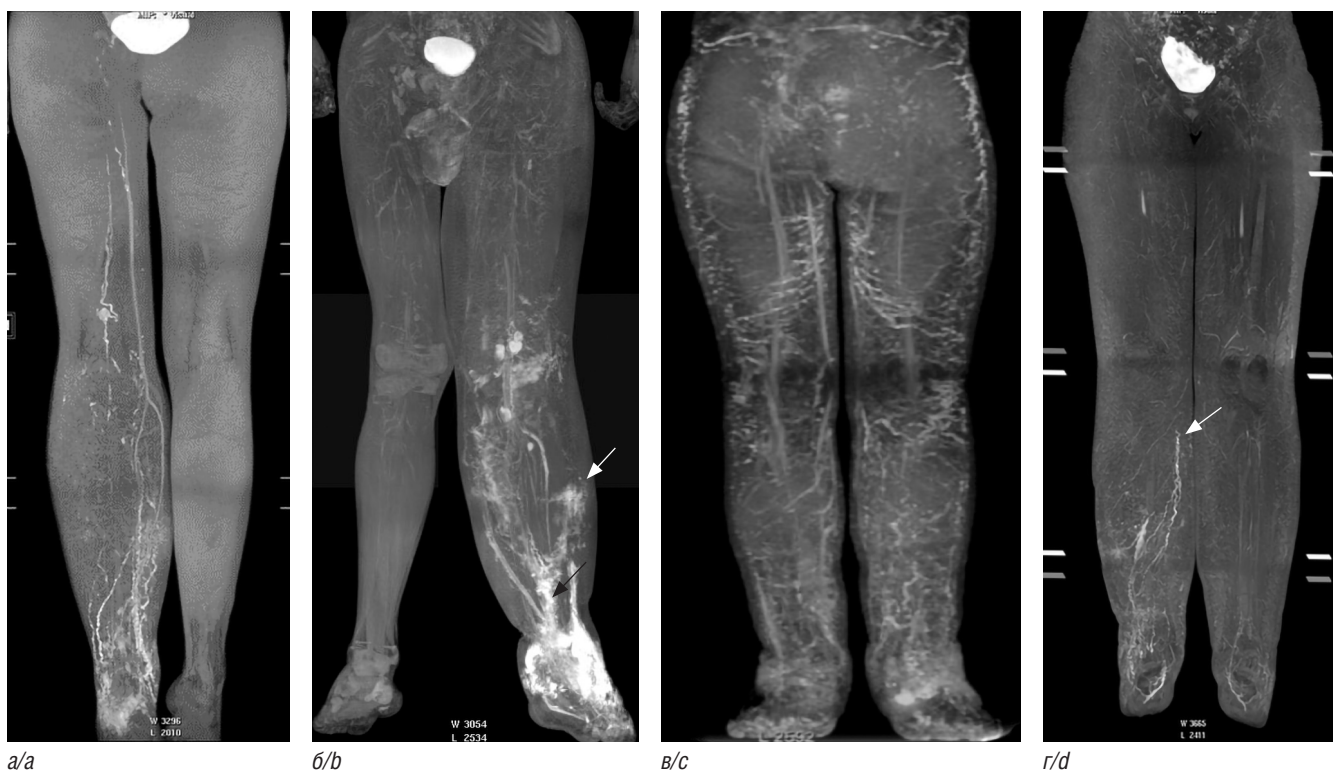


Рис. 5. Пациенты с лимфедемой правой нижней конечности. Коронарная проекция нижних конечностей. Магистральный тип оттока лимфы. Отсроченное сканирование на 60-й минуте. Постконтрастная T1 FFE последовательность (*a–d*)

Fig. 5. Patients with signs of lymphedema of the right lower limb. Coronary projection of the lower limbs. Magistral type of lymph drainage. Delayed scanning at the 60th minute. Post-contrast T1 FFE sequence (*a–d*)

В ряде случаев с тяжелой формой лимфедемы были выявлены изменения в виде окклюзии магистрального лимфатического коллектора с формированием блока (рис. 5, *г*). Отсроченное контрастирование

было выполнено на 90-й минуте. При этом отмечалось отсутствие накопления парамагнетика в проксимальном бедренном сегменте лимфатического коллектора и в подколенном и бедренном

лимфатических узлов (рис. 5, *г*, область обструкции указана стрелкой).

Оценка лимфатических узлов при динамическом контрастном исследовании позволяет выявить лимфатические узлы и оценить их форму, размеры, а также определить интенсивность накопления контрастного вещества и количественные характеристики.

На лимфограммах волонтеров без клинических проявлений лимфедемы была проведена оценка накопления контрастного препарата в лимфатических узлах. При отсутствии нарушения лимфодинамики парамагнитный контрастный препарат достигает лимфатических узлов на 20-й минуте от введения в межпальцевые промежутки стоп,

отмечалось максимальное накопление препарата в раннюю фазу контрастирования (рис. 6, *а-г*, рис. 7).

При нарушении лимфодинамики у пациентов с разной формой лимфедемы отмечалось позднее накопление парамагнетика в отсроченную фазу и в позднюю отсроченную фазу контрастирования, что соответствовало 60-й и 90-й минутам (рис. 8, *а-г*, рис. 9, рис. 10, *а-г*, рис. 11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В нашей практике преобладал магистральный тип оттока по глубоким лимфоколлекторам

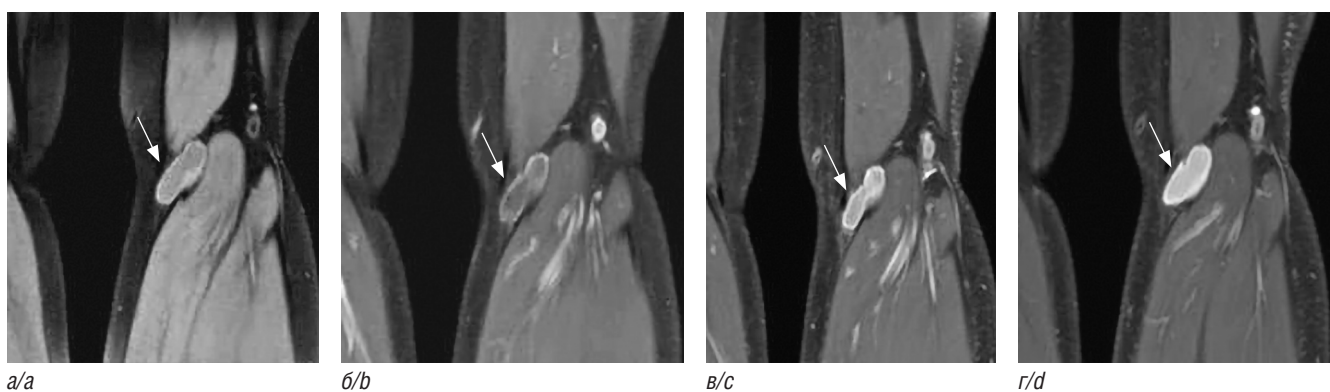


Рис. 6. Представлен фрагмент области сканирования (подколенная область, подколенный лимфатический узел), протокол T1 FFE: *a* — нативное сканирование; *б, в, г* — после введения контрастного вещества на 20-, 60-, 90-й минутах соответственно. Накопление контрастного препарата в лимфатическом узле подколенной области без нарушения лимфодинамики (стрелки)

Fig. 6. A fragment of the scanning area (popliteal region, popliteal lymph node) is presented, T1 FFE protocol: *a* — native scanning; *b, c, d* — after contrast agent injection at 20-, 60-, 90-minutes, respectively. Contrast agent accumulation in the lymph node of the popliteal region without lymphodynamic disturbance (arrows)

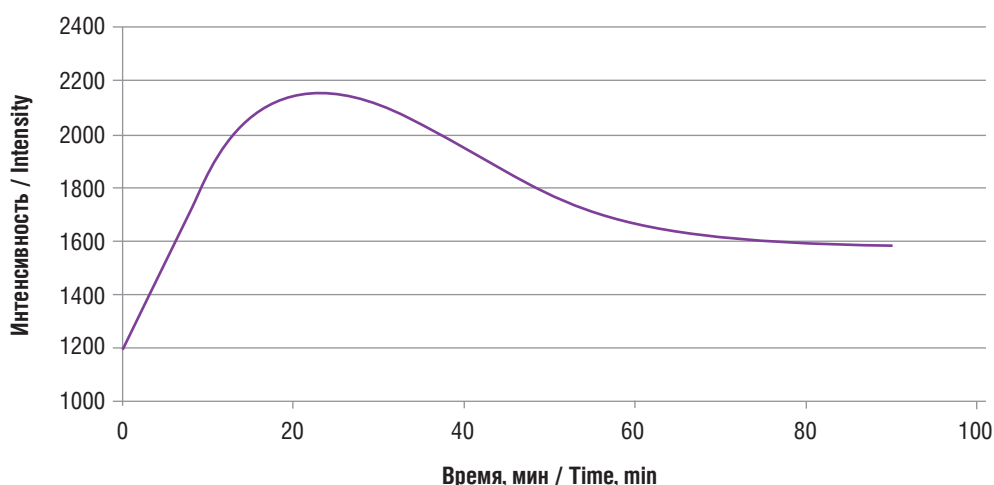


Рис. 7. Накопление контрастного препарата в лимфатическом узле без нарушения лимфодинамики имеет максимальный пик на 20-й минуте от введения контрастного вещества

Fig. 7. Accumulation of contrast agent in the lymph node without disruption of lymphodynamics has a maximum peak at 20 minutes from the administration of the contrast agent

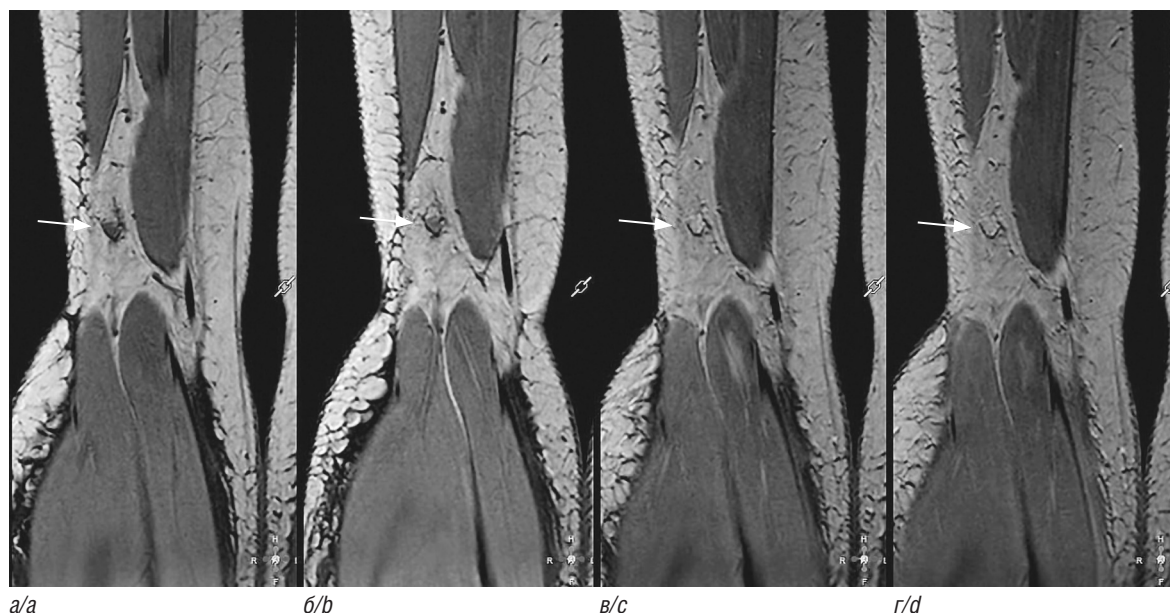


Рис. 8. Задержка накопления контрастного препарата в подколенном лимфатическом узле. Фрагмент области сканирования (подколенная область, подколенный лимфатический узел— стрелка). Протокол T1 FFE: *a* — нативное сканирование; *б*, *в*, *г* — после введения контрастного вещества на 20-, 60-, 90-й минутах соответственно

Fig. 8. Delay in accumulation of contrast agent in the popliteal lymph node. Fragment of the scanning area (popliteal region, popliteal lymph node — arrow). T1 FFE protocol: *a* — native scanning; *b*, *c*, *d* — after administration of contrast agent at 20, 60, 90 minutes, respectively

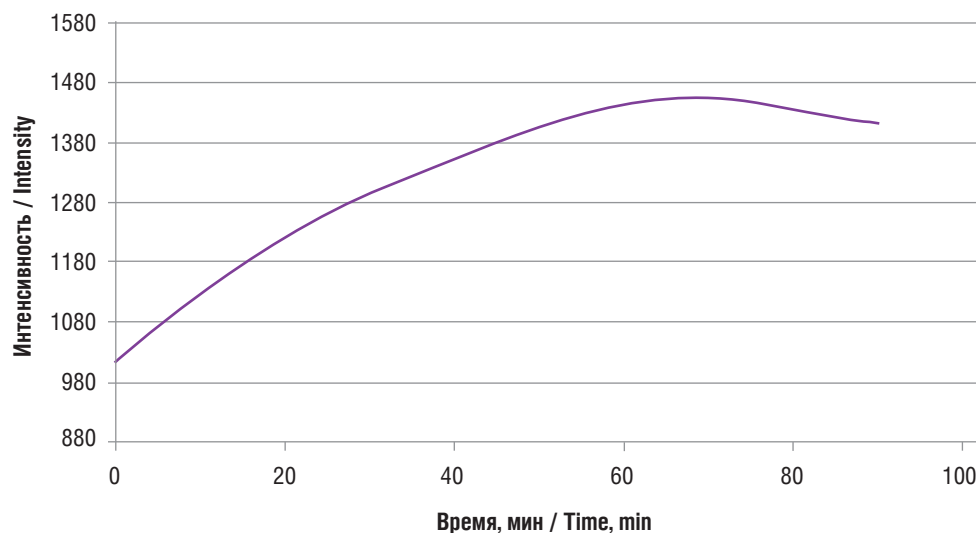


Рис. 9. Накопление контрастного препарата в лимфатическом узле с задержкой лимфодинамики имеет максимальное накопление контрастного вещества с плато в интервале 60–80 минут от начала введения контрастного вещества

Fig. 9. Contrast agent accumulation in a lymph node with delayed lymphodynamics a maximum accumulation of contrast agent with a plateau between 60–80 minutes from the start of contrast agent injection

у 112 пациентов (74,6%). Остальные пациенты распределились следующим образом: поверхностный тип оттока встречался у 13 пациентов (8,7%), окклюзия или посттравматическое повреждение лимфатического коллектора — у 7 пациентов (4,7%), аплазия лимфоколлекторов — у 3 пациентов (2%),

аномалия лимфатических узлов — у 15 пациентов (10%). При тяжелых формах лимфедемы отмечалась экстравазация парамагнитного контрастного препарата в жировую клетчатку и сохранялось лимфоцеле (место введения контрастного препарата по тыльной поверхности стопы) у 13 пациентов (8,6%).

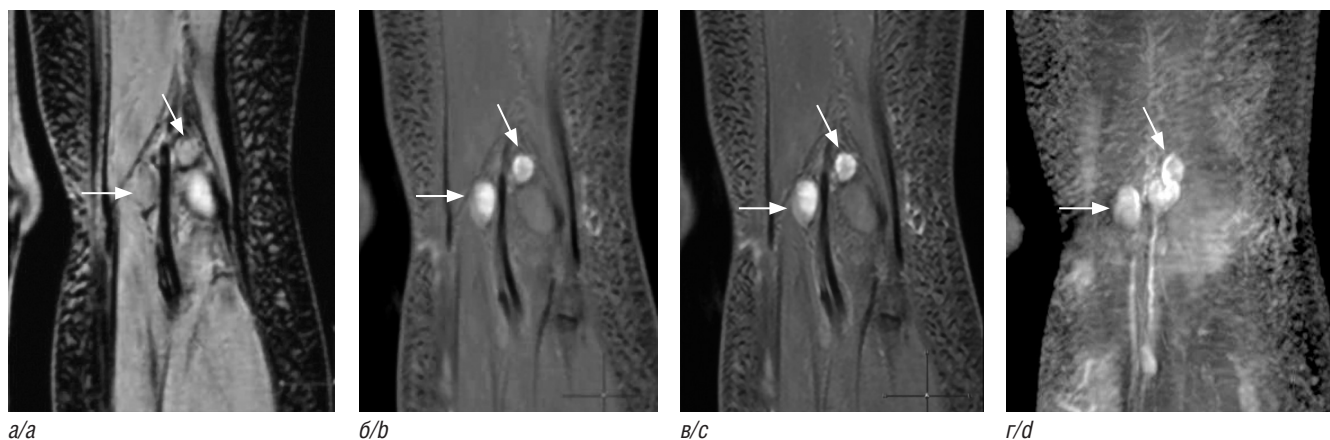


Рис. 10. Выраженная картина нарушения лимфодинамики. Задержка накопления контрастного препарата в подколенных лимфатических узлах. Представлен фрагмент области сканирования (подколенная область, подколенные лимфатические узлы — стрелки). Протокол T1 FFE: *a* — нативное сканирование; *b*, *c*, *d* — после введения контрастного вещества на 20-, 60-, 90-й минутах соответственно

Fig. 10. A significant visualization of lymphodynamic disorders. Delayed accumulation of contrast agent in popliteal lymph nodes. A fragment of the scanning area is presented (popliteal area, popliteal lymph nodes — arrows). T1 FFE protocol: *a* — native scanning; *b*, *c*, *d* — after contrast agent injection at 20, 60, 90 minutes respectively

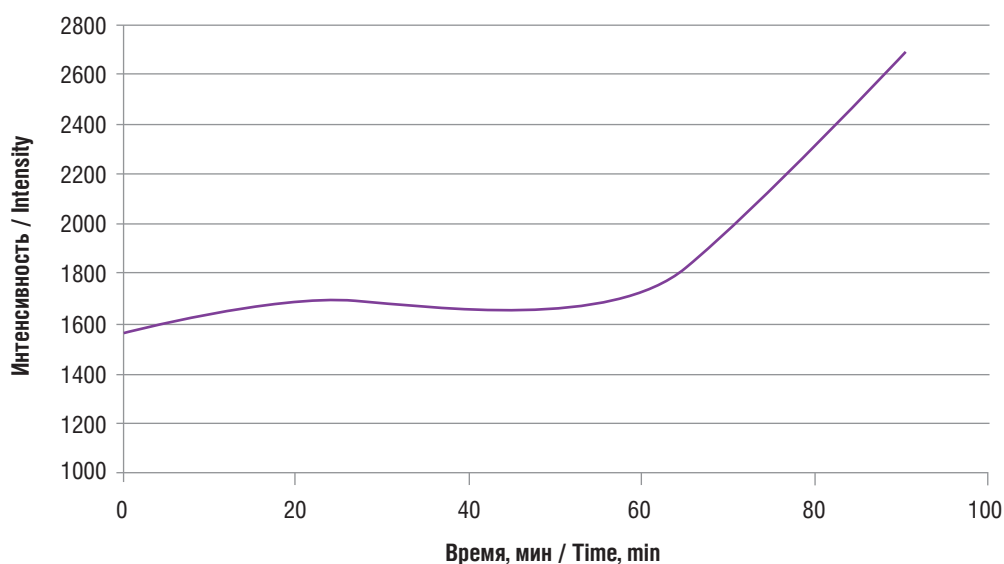


Рис. 11. График накопления контрастного препарата с задержкой лимфодинамики показывает длительный интервал отсутствия накопления контрастного препарата в лимфатическом узле в раннюю и отсроченную фазы. Появление контрастного препарата в лимфоузле отмечается только в отсроченную фазу (90-я минута сканирования от введения контрастного препарата)

Fig. 11. The diagram of contrast agent accumulation with delayed lymphodynamics shows a long interval of no contrast agent accumulation in the lymph node in the early and prolonged phases. Appearance of contrast agent in the lymph node is registered only in the prolonged phase (90th minute of scanning from contrast agent administration)

Анализ результатов исследования лимфатических узлов различных групп показал, что на нативных изображениях можно определить степень поражения лимфатического узла (гиперплазия, гипоплазия и аплазия). На лимфограммах при отсутствии нарушения лимфодинамики парамагнитный контрастный препарат быстро достигает лимфатических узлов, контрастируя их. При наличии по-

ражения серия лимфограмм позволяет определить степень и тяжесть поражения. При наличии блока лимфатических коллекторов контрастирование лимфатических узлов отсутствует.

Таким образом, лимфедема — тяжелое прогрессирующее заболевание, имеющее малосимптомное течение и при позднем обращении приводящее к инвалидизирующим изменениям в виде фиброза

жировой клетчатки. Может быть визуализировано и оценено с помощью непрямо́й магнитно-резонансной лимфографии. Непрямо́я МР-лимфография с нативным и постконтрастным сканированием в динамике дает возможность исключить или выявить изменения лимфооттока с возможностью определения степени и уровня поражения лимфатического коллектора. Контрастные вещества в МР-диагностике лимфатической системы позволяют оценить функционирование лимфатических коллекторов и лимфатических узлов.

Введение методики непрямо́й магнитно-резонансной лимфографии в диагностический протокол исследования пациентов с лимфедемой у детей является перспективным.

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 the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

- Smeltzer D.M., Stickler G.B., Schirger A. Primary lymphedema in children and adolescents: a follow-up study and review. *Pediatrics*. 1985;76(2):206–218.
- Cemal Y., Pusic A., Mehrara B.J. Preventative measures for lymphedema: Separating fact from fiction. *J Am Coll Surg*. 2011;213(4):543–551. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.07.001.
- Pereira de Godoy L.M., Pereira de Godoy Capeletto P., Pereira de Godoy J.M., de Fátima Guerreiro Godoy M. Cervical stimulation in the treatment of children with lymphedema of all four extremities: a case report and literature review. *Case Rep. Pediatr*. 2017;2017:9724524. DOI: 10.1155/2017/9724524.
- Коненков В.И., Бородин Ю.И., Любарский М.С. Лимфология. Новосибирск: Манускрипт; 2012.
- Godoy J.M., Sanchez A.P., Zucchi Libanore D., Guerreiro Godoy M de F. Adaptations in the treatment of congenital lymphedema centered on the quality of life. *Case Rep Med*. 2014;2014:456060. DOI: 10.1155/2014/456060.
- Witte M.H., Witte C.L., Bernas M. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. Consensus Document of the International Society of Lymphology. 2020.
- Johnson A.R., Fleishman A., Tran B.N.N. et al. Developing a lymphatic surgery program: a first-year review. *Plast Reconstr Surg*. 2019;144(6):975e-985e. DOI: 10.1097/PRS.0000000000006223.
- Addiss D. et al. Best practice for the management of lymphoedema.UK: Published by Medical Education Partnership. 2006.
- Бородин Ю.И., Любарский М.С., Морозов В.В. Руководство по клинической лимфологии. М.: МИА; 2010.
- Апханова Т.В., Байтингер В.Ф., Летягин А.Ю., Нимаев В.В. и др. Лимфедема конечностей. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению лимфедемы конечностей. 2023.
- Летягин А.Ю., Тулупов А.А., Савелов А.А., Автаева М.В., Коростышевская А.М., Сорокина К.Н. Использование МР-томографии для оценки лимфатической системы. Новосибирск; 2005.
- Kayiran O., De La Cruz C., Tane K., Soran A. Lymphedema: From diagnosis to treatment. *Turk J Surg*. 2017;33(2):51–57.
- Pinto P.S., Sirlin C.B., Andrade-Barreto O.A., Brown M.A., Mindelzun R.E., Mattrey R.F. Cisterna chyli at routine abdominal MR imaging: a normal anatomic structure in the retrocrural space. *Radiographics*. 2004;24(3):809–817. DOI: 10.1148/rg.243035086.
- Recommendation ITU-R BT.500-11. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures. 2002.
- Леванович В.В., Ялфимов А.Н., Канина Л.Я., Малеев Д.А., Бубнова Н.А., Купатадзе Д.Д., Набоков В.В. Патент № 2577766С1 Российская Федерация, МПК А61 В 5/055 (2006.01), А61К 49/06 (2006.01). Способ диагностики лимфедем конечностей: 2014144833/14А, заявление: 05.11.2014, опубликовано: 20.03.2016.
- Lepcha D.C., Goyal B., Dogra A., Goyal V. Image super-resolution: a comprehensive review, recent trends, challenges and applications. *Information Fusion*. 2023;91:230–260. DOI: 10.1016/j.inffus.2022.10.007.

REFERENCES

1. Smeltzer D.M., Stickler G.B., Schirger A. Primary lymphedema in children and adolescents: a follow-up study and review. *Pediatrics*. 1985;76(2):206–218.
2. Cemal Y., Pusic A., Mehrara B.J. Preventative measures for lymphedema: Separating fact from fiction. *J Am Coll Surg*. 2011;213(4):543–551. DOI: 10.1016/j.jamcollsurg.2011.07.001.
3. Pereira de Godoy L.M., Pereira de Godoy Capeletto P., Pereira de Godoy J.M., de Fátima Guerreiro Godoy M. Cervical stimulation in the treatment of children with lymphedema of all four extremities: a case report and literature review. *Case Rep. Pediatr*. 2017;2017:9724524. DOI: 10.1155/2017/9724524.
4. Kononkov V.I., Borodin Yu.I., Lyubarskiy M.S. *Lymphology*. Novosibirsk: Manuscript; 2012. (In Russian).
5. Godoy J.M., Sanchez A.P., Zucchi Libanore D., Guerreiro Godoy M de F. Adaptations in the treatment of congenital lymphedema centered on the quality of life. *Case Rep Med*. 2014;2014:456060. DOI: 10.1155/2014/456060.
6. Witte M.H., Witte C.L., Bernas M. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema. *Consensus Document of the International Society of Lymphology*. 2020.
7. Johnson A.R., Fleishman A., Tran B.N.N. et al. Developing a lymphatic surgery program: a first-year review. *Plast Reconstr Surg*. 2019;144(6):975e–985e. DOI: 10.1097/PRS.0000000000006223.
8. Addiss D. et al. Best practice for the management of lymphoedema. UK: Published by Medical Education Partnership. 2006.
9. Borodin Yu.I., Lyubarskiy M.S., Morozov V.V. *Handbook of Clinical Lymphology*. Moscow: MIA; 2010. (In Russian).
10. Apkhanova T.V., Baytinger V.F., Letyagin A.Yu., Nimayev V.V. i dr. *Lymphedema of the extremities. Rossiyskiye klinicheskiye rekomendatsii po diagnostike i lecheniyu limfedemy konechnostey*. 2023. (In Russian).
11. Letyagin A.Yu., Tulupov A.A., Savelov A.A., Avtayeva M.V., Korostyshevskaya A.M., Sorokina K.N. Using MR tomography to assess the lymphatic system. Novosibirsk; 2005. (In Russian).
12. Kayıran O., De La Cruz C., Tane K., Soran A. Lymphedema: From diagnosis to treatment. *Turk J Surg*. 2017;33(2):51–57.
13. Pinto P.S., Sirlin C.B., Andrade-Barreto O.A., Brown M.A., Mindelzun R.E., Mattrey R.F. Cisterna chyli at routine abdominal MR imaging: a normal anatomic structure in the retrocrural space. *Radiographics*. 2004;24(3):809–817. DOI: 10.1148/rg.243035086.
14. Recommendation ITU-R BT.500-11. Methodology for the subjective assessment of the quality of television pictures. 2002.
15. Levanovich V.V., Yalfimov A.N., Kanina L.Ya., Malekov D.A., Bubnova N.A., Kupatadze D.D., Nabokov V.V. Patent № 2577766S1 Rossiyskaya Federatsiya, MPK A61 V 5/055 (2006.01), A61K 49/06 (2006.01). Method for diagnosing lymphedema of the extremities: 2014144833/14A, zayavleniye: 05.11.2014, opublikovano: 20.03.2016. (In Russian).
16. Lepcha D.C., Goyal B., Dogra A., Goyal V. Image super-resolution: a comprehensive review, recent trends, challenges and applications. *Information Fusion*. 2023;91:230–260. DOI: 10.1016/j.inffus.2022.10.007.

УДК 543.429.2+616.72-002.77-053.2-071+575.1
DOI: 10.56871/ViM.2024.68.67.003

РОЛЬ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ ПО ПРОТОКОЛУ WHOLE-BODY В ВЫЯВЛЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СУСТАВАХ У ДЕТЕЙ С ЮВЕНИЛЬНЫМ ИДИОПАТИЧЕСКИМ АРТРИТОМ

© Анна Андреевна Разинова, Ольга Федоровна Позднякова, Михаил Михайлович Костик, Александр Владимирович Поздняков, Вера Васильевна Масалова, Екатерина Владимировна Гайдар, Людмила Степановна Снегирева, Майя Михайловна Гребенюк, Кирилл Петрович Дроботов

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

Контактная информация: Анна Андреевна Разинова — ассистент кафедры патологической физиологии с курсом иммунопатологии. E-mail: annichok@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8043-1326> SPIN: 1323-8722

Для цитирования: Разинова А.А., Позднякова О.Ф., Костик М.М., Поздняков А.В., Масалова В.В., Гайдар Е.В., Снегирева Л.С., Гребенюк М.М., Дроботов К.П. Роль магнитно-резонансной томографии по протоколу whole-body в выявлении воспалительных изменений в суставах у детей с ювенильным идиопатическим артритом // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 19–28. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.68.67.003>

Поступила: 19.08.2024

Одобрена: 25.09.2024

Принята к печати: 30.10.2024

Резюме. Введение. Ювенильный идиопатический артрит — одно из наиболее распространенных хронических ревматических заболеваний детского возраста, которое характеризуется хроническим воспалением суставов неизвестной этиологии. Магнитно-резонансная томография позволяет оценить изменения синовиальной оболочки, суставного хряща, степень выраженности воспалительных изменений в суставе. **Цель исследования** — изучить диагностические возможности протокола whole-body магнитно-резонансной томографии (МРТ) в выявлении воспалительных и структурных изменений у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом в сравнении с прицельным МР-исследованием суставов по стандартным методикам. **Материалы и методы.** Проведено МР-исследование по протоколу whole-body, а также прицельное исследование голеностопных, тазобедренных, коленных, плечевых, локтевых, лучезапястных суставов, мелких суставов кисти и стопы 13 пациентам с ювенильным идиопатическим артритом. **Результаты.** Выявлены статистически незначимые ($p > 0,05$) различия между диагностическими процедурами. **Заключение.** Магнитно-резонансная томография с использованием протокола whole-body позволяет выявить минимальные воспалительные изменения в суставах при таком заболевании, как ювенильный идиопатический артрит. Указанная программа может использоваться в клинической практике как самостоятельный метод диагностики и динамического наблюдения патологии суставов у детей с данным заболеванием.

Ключевые слова: whole-body протокол магнитно-резонансной томографии, ювенильный идиопатический артрит, магнитно-резонансная томография, воспалительные изменения в суставе, структурные изменения суставов

THE ROLE OF MAGNETIC-RESONANCE TOMOGRAPHY ON WHOLE-BODY PROTOCOLS IN THE DETECTION OF INFLAMMATORY CHANGES IN JOINTS IN CHILDREN WITH JUVENILY IDIOPATHIC ARTHRITIS

© Anna A. Razinova, Olga F. Pozdnyakova, Mikhail M. Kostik, Alexander V. Pozdnyakov, Vera V. Masalova, Ekaterina V. Gaidar, Ludmila S. Snegireva, Maya M. Grebenyuk, Kirill P. Drobotov

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

Contact information: Anna A. Razinova — Assistant at the Department of Pathological Physiology with a course in Immunopathology. E-mail: annichok@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8043-1326> SPIN: 1323-8722

For citation: Razinova AA, Pozdnyakova OF, Kostik MM, Pozdnyakov AV, Masalova VV, Gaidar EV, Snegireva LS, Grebenyuk MM, Drobotov KP. The role of magnetic-resonance tomography on whole-body protocols in the detection of inflammatory changes in joints in children with juvenily idiopathic arthritis. Visualization in Medicine. 2024;6(3):19–28. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.68.67.003>

Received: 19.08.2024

Revised: 25.09.2024

Accepted: 30.10.2024

Abstract. Introduction. Juvenile idiopathic arthritis is one of the most common chronic rheumatic diseases of childhood. Chronic inflammation of the joints of unknown etiology is a characteristic of this disease. Magnetic resonance imaging allows you to assess changes in the synovial membrane, articular cartilage, the degree of manifestation of inflammatory changes in the joint.

Purpose. The diagnostic capabilities of the protocol of whole-body magnetic resonance imaging were studied to detect inflammatory and structural changes in patients with juvenile idiopathic arthritis in comparison with targeted MR examination of joints by standard methods. **Materials and methods.** The whole-body MRI and a targeted examination of the hips, knees, shoulders, elbows, wrist joints, small joints of the hand and foot were conducted in 13 patients with juvenile idiopathic arthritis. **Results.** Statistically insignificant ($p > 0,05$) differences were found between diagnostic procedures. **Conclusion.** Magnetic resonance imaging using the whole-body protocol finds minimal inflammatory changes in the joints with juvenile idiopathic arthritis. This program can be used in the clinical practice as an independent method for diagnosing and monitoring the pathology of joints in children with this disease.

Keywords: whole-body protocol of magnetic resonance imaging, juvenile idiopathic arthritis, magnetic resonance imaging, inflammatory changes in the joint, structural changes in the joints

ВВЕДЕНИЕ

Ювенильный идиопатический артрит (ЮИА) — одно из наиболее распространенных хронических ревматических заболеваний детского возраста, характеризующееся хроническим воспалением суставов неизвестной этиологии и широким спектром внесуставных (системных) проявлений. Заболевание дебютирует в возрасте до 16 лет. Заболеваемость ЮИА составляет 2–16 на 100 тыс. детского населения. Распространенность ЮИА в разных странах колеблется от 0,05 до 0,6%. На территории Российской Федерации распространенность ЮИА у детей до 18 лет достигает 62,3, первичная заболеваемость — 16,2 на 100 тыс., в том числе у подростков, соответственно, 116,4 и 28,3, у детей до 14 лет — 45,8 и 12,6. Воспаление суставов может проявляться болью в суставах, уменьшением диапазона движений, выпотом или повышением температуры кожи над суставом, и оно произвольно определяется как хроническое, когда длится более 6 недель [1, 4–8].

В настоящее время общепринятой является классификация ЮИА Всемирной лиги ревматологических ассоциаций (International League of Associations for Rheumatology, ILAR) второго пересмотра (Эдмонтон, 2001), в соответствии с которой выделяют следующие варианты заболевания:

- системный ювенильный идиопатический артрит;
- олигоартикулярный ювенильный идиопатический артрит;
- полиартикулярный ювенильный идиопатический артрит, РФ-негативный;
- полиартикулярный ювенильный идиопатический артрит, РФ-позитивный;
- ювенильный псориатический артрит;
- артрит, ассоциированный с энтезитом;
- недифференцированный артрит (артрит, не отвечающий критериям какой-либо категории или отвечающий критериям более чем двух из представленных категорий) [2, 17].

Диагноз «ювенильный идиопатический артрит» основывается, прежде всего, на клинических, лабораторных и рентгенологических данных [10]. Ис-

пользуя лишь лабораторные методы диагностики диагноз поставить невозможно. Однако они могут использоваться для доказательства наличия воспаления, контроля токсичности и эффективности проводимой терапии, для лучшего понимания патогенеза заболевания [9]. Что касается рентгенологических данных, то 70% пациентов с ранним ЮИА не имеют видимых изменений на рентгенограммах. В связи с этим возникает потребность внедрения в диагностический процесс более чувствительных методов визуализации, направленных на выявление изменений, предшествующих формированию костных эрозий [10].

Для диагностики местного воспалительного процесса при ЮИА используется также неинвазивный, не несущий лучевую нагрузку метод ультразвукового исследования суставов, который позволяет оценить толщину синовиальной оболочки, количество выпота в полость сустава, состояние хряща [11]. Однако данная методика имеет свои недостатки: невозможность определить толщину хряща на всем его протяжении, определение наличия выпота в полость только крупных суставов, невозможность определения ранних поражений суставного хряща [12, 13].

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает высоким потенциалом для выявления ранних признаков воспаления и патологии суставов при ЮИА в сравнении с рентгенологическим и ультразвуковым методами диагностики. Данная методика позволяет оценить состояние всех составляющих сустава, включая установление пролиферирующего синовия, также она позволяет контролировать прогрессирование заболевания и эффективность терапии [3, 10, 14–16].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить диагностические возможности протокола whole-body МРТ в выявлении воспалительных и структурных изменений у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом в сравнении с прицельным МР-исследованием суставов по стандартным методикам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В клинике СПбГПМУ 13 пациентам детского возраста с ЮИА проводилось МР-исследование по протоколу whole-body и прицельное исследование голеностопных, коленных, тазобедренных, плечевых, локтевых, лучезапястных суставов, а также мелких суставов кисти и стопы.

В группу обследуемых вошли 13 человек, среди которых 9 девочек (69,2%) и 4 мальчика (30,8%) от 8 до 17 лет (медиана — 14 лет). Возраст дебюта заболевания варьировал от 1,5 до 15 лет (медиана — 11 лет). Стаж заболевания у больных ЮИА составил от 6 до 168 месяцев (медиана — 31 месяц). В состоянии клинико-лабораторной ремиссии находились 9 (69,2%) пациентов, 3 (23,1%) пациента — в состоянии неполной ремиссии с обострением и 1 (7,7%) пациент — в состоянии обострения. Диагноз ЮИА был выставлен на основании критериев ILAR (Эдмонтон, 2001). Формы ЮИА были представлены следующие: системный ЮИА — 1 пациент (7,7%), олигоартрит — 1 пациент (7,7%), полиартикулярный ЮИА РФ-негативный — 5 пациентов (38,5%), псориатический — 1 пациент (7,7%), артрит, ассоциированный с энтезитом, — 4 пациента (30,8%), недифференцированный — 1 пациент (7,7%).

Всем пациентам выполнено МР-исследование по протоколу whole-body с использованием следующих импульсных последовательностей: T2W в коронарной плоскости, STIR в коронарной и сагиттальной плоскостях, T1W в сагиттальной плоскости, DWI в коронарной плоскости. Выполнялось также прицельное МР-исследование суставов-мишеней с использованием следующих импульсных последовательностей:

- голеностопные суставы и мелкие суставы стопы — STIR foot в сагиттальной плоскости и PD SPAIR в аксиальной плоскости;
- коленные суставы — PD SPAIR в сагиттальной плоскости и STIR в аксиальной плоскости;
- тазобедренные суставы — T2W SPAIR в сагиттальной плоскости и PDW SPAIR в аксиальной плоскости;
- плечевые суставы — T2W SPAIR в сагиттальной плоскости и PDW SPAIR в аксиальной плоскости;
- локтевые суставы — PD SPAIR в сагиттальной плоскости и T2W SPAIR в аксиальной плоскости;
- лучезапястные суставы и мелкие суставы кисти — STIR в сагиттальной плоскости и T2W SPAIR в аксиальной плоскости.

Исследование проводилось на МР-томографе с напряженностью магнитного поля 1,5 Т (Philips Ingenia 1,5 Т).

Оценка результатов исследования проводилась с применением стандартных методов математической статистики. Критический уровень значимости был установлен 0,05. Для обработки результатов исследования использовался пакет прикладных программ SPSS.

Сравнительный статистический анализ проводился по показателям: жидкость в полости сустава, отек костного мозга в голеностопных, коленных, тазобедренных, плечевых, локтевых, лучезапястных, мелких суставах кисти и стопы. Данные были оценены по баллам следующим образом: 0 баллов — патологии не обнаружено, 1 балл — патология обнаружена.

Для качественной оценки вышеуказанных типов патологии использовался критерий МакНемара для связанных выборок. Проводилась сравнительная оценка МРТ по протоколу whole-body, прицельного МР-исследования суставов-мишеней.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Всего было обследовано 208 суставов у 13 пациентов с использованием методики whole-body МРТ, а также прицельно с использованием сокращенных протоколов исследования.

При МР-исследовании по протоколу whole-body у пациентов с ЮИА наиболее часто определялись признаки синовита в виде наличия жидкости в полости сустава — в 80 анализируемых суставах (38,5%) (рис. 1). Реже встречался отек костного мозга — в 49 анализируемых суставах (23,6%)

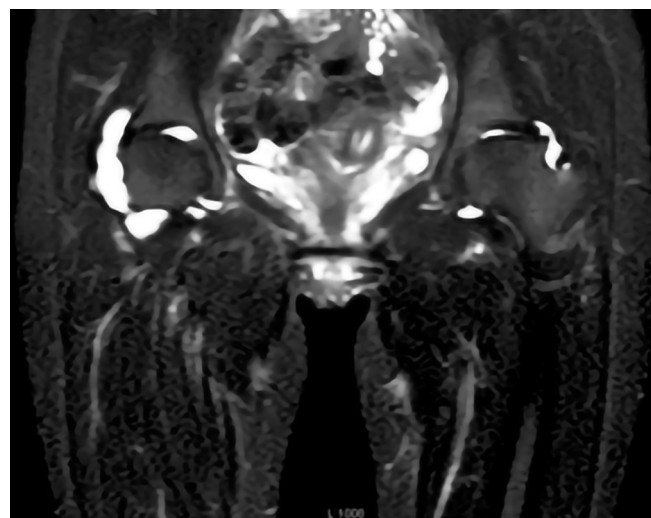


Рис. 1. Патологическое количество жидкости в тазобедренных суставах. Протокол whole-body, последовательность STIR в коронарной плоскости
Fig. 1. Pathological fluid volume in the hip joints. Whole-body protocol, STIR sequence in the coronal plane



Рис. 2. Отеки костного мозга в проксимальной фаланге II пальца левой кисти, в дистальной фаланге V пальца правой кисти и в головчатой кости запястья правой руки. Протокол whole-body, последовательность STIR в коронарной плоскости

Fig. 2. Bone marrow swelling in the proximal phalanx of the 2nd finger of the left hand, in the distal phalanx of the 5th finger of the right hand, and in the capitate bone of the right wrist. Whole-body protocol, STIR sequence in the coronal plane

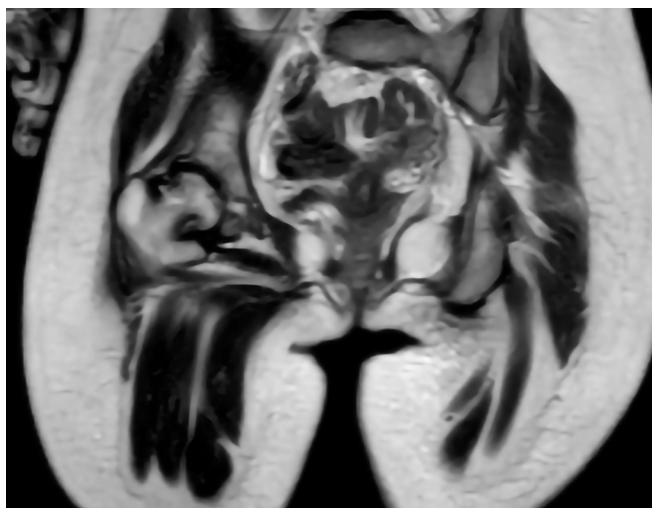


Рис. 3. Структурные изменения в правом тазобедренном суставе. Протокол whole-body, последовательность T2 в коронарной плоскости

Fig. 3. Structural changes in the right hip joint. Whole-body protocol, T2 sequence in coronal plane



Рис. 4. Жидкость в полости правого плечевого сустава. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность T2 с жироподавлением

Fig. 4. Fluid in the cavity of the right shoulder joint. Targeted MR examination in the sagittal plane, T2 sequence with fat suppression



Рис. 5. Отек костного мозга проксимального конца левой плечевой кости. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность PD с жироподавлением

Fig. 5. Bone marrow swelling of the proximal end of the left humerus. Targeted MR examination in the sagittal plane, PD sequence with fat-suppression

(рис. 2), а также структурные изменения костной ткани — в 21 зоне (10,1%) (рис. 3) и энтезиты — в 3 областях (1,4%).

Проведен анализ МР-картины внутрисуставных структур у 13 пациентов с ЮИА по результатам прицельного исследования суставов. Чаще всего определялись признаки синовита в виде наличия жидкости в полости сустава — в 78 анализируемых зонах (37,5%) (рис. 4) и отек костного мозга — в 61 анализируемом суставе (29,3%) (рис. 5). Реже определялись структурные изменения костной ткани — в 13 областях (6,25%) (рис. 6) и энтезиты — в 10 областях (4,8%) (рис. 7).

Статистическому анализу в дальнейшем подвергались два типа патологии: жидкость в полости сустава и отек костного мозга.

Жидкость в полости сустава при использовании методики whole-body МРТ была найдена в 80 суставах. По результатам прицельного исследования были подтверждены 78 очагов отека костного мозга. Отек костного мозга по результатам МР-исследования всего тела был выявлен в 49 случаях. По результатам прицельного МР-исследования изменения были выявлены в 61 суставе.

Полученные данные были также сформированы в таблицы для сравнительной оценки патологии (жидкость в полости сустава и отек костного моз-

га) по двум методикам МР-исследования — whole-body и прицельное исследование сустава с использованием критерия МакНемара для связанных выборок. Уровень значимости был принят 0,05.

Таблицы составлялись для каждой пары суставов по отдельности. Оценивались следующие суставы: голеностопные, коленные, тазобедренные, плечевые, локтевые, лучезапястные, мелкие суставы кисти и стопы. Всего было исследовано 208 суставов.

Таблицы составлялись по количеству обнаруженной патологии, 1 балл присваивался, если патология есть, 0 баллов — если патологии нет. Вносились количества 1 и 0. Данные сформированы в таблицы 1 и 2.

По данным таблицы 1 статистически значимые различия результатов сканирований были выявлены при исследовании тазобедренных суставов по протоколу whole-body ($p=0,031$) и прицельного исследования ($p < 0,05$).

В остальных случаях были выявлены статистически незначимые различия ($p > 0,05$) результатов сканирований по указанным методикам. Следовательно, протокол whole-body МРТ не имеет достоверных отличий от прицельного МР-исследования суставов в обнаружении жидкости в полости сустава у детей с ЮИА.

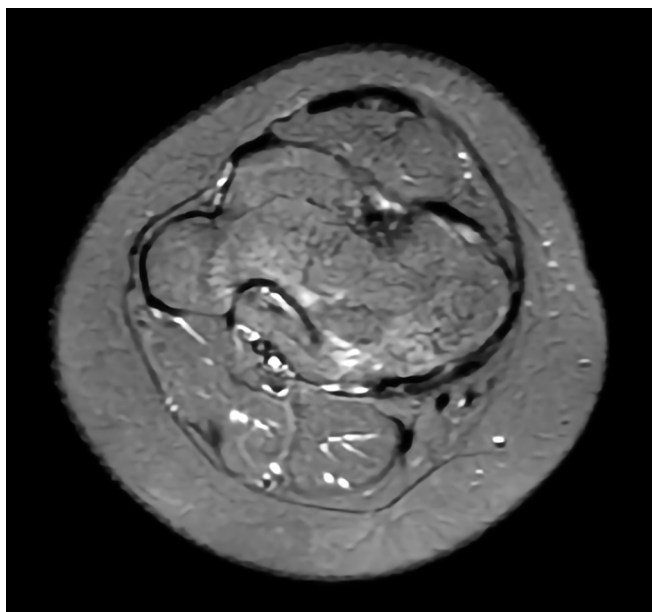


Рис. 6. Структурные изменения в левом коленном суставе — сращение проксимальных концов большеберцовой и малоберцовой костей. Прицельное МР-исследование в аксиальной плоскости, последовательность STIR

Fig. 6. Structural changes in the left knee joint - fusion of the proximal ends of the tibia and fibula. Targeted MR examination in axial plane, STIR sequence

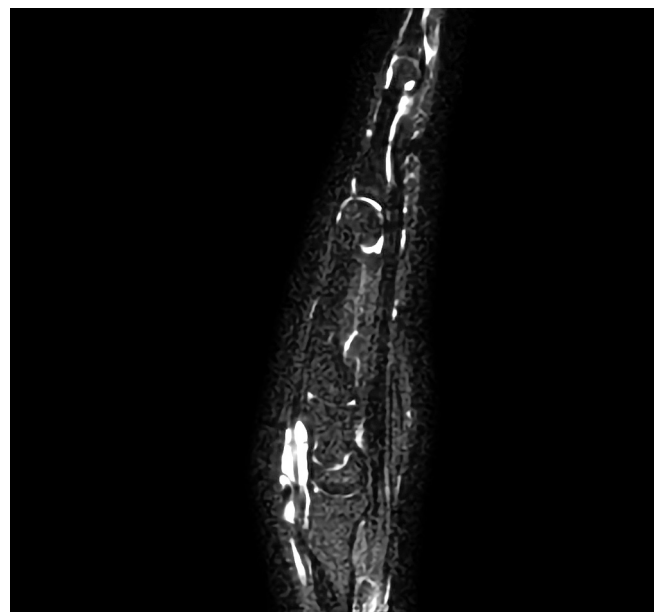


Рис. 7. Энтезит в правой кисти. Прицельное МР-исследование в сагиттальной плоскости, последовательность STIR

Fig. 7. Enthesitis in the right hand. Targeted MR examination in the sagittal plane, STIR sequence

Таблица 1

Сравнительная оценка методик МР-исследования по протоколу whole-body и прицельно, а также данные клинического обследования. Жидкость в полости сустава

Table 1

Comparative evaluation of MRI examination methods using the whole-body and targeted protocols, as well as clinical examination data. Joint fluid

Голенистопоные суставы / Ankle joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	9	2	11	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	0	2	2	
Мелкие суставы стопы / Small joints of the foot	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	7	3	10	p=0,625
	Изменения / Modification (-)	1	2	3	
Коленные суставы / Knee joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	6	2	8	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	0	5	5	
Тазобедренные суставы / Hip joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	6	11	p=0,031
	Изменения / Modification (-)	0	2	2	
Плечевые суставы / Shoulder joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	4	9	p=0,125
	Изменения / Modification (-)	0	4	4	
Локтевые суставы / Elbow joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	4	7	p=0,375
	Изменения / Modification (-)	1	5	6	

Окончание табл. 1 / Ending of the Table 1

Лучезапястные суставы / Wrist joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	3	6	p=0,25
	Изменения / Modification (-)	0	7	7	
Мелкие суставы кисти / Small joints of the hand	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	3	4	7	p=0,687
	Изменения / Modification (-)	2	4	6	

Таблица 2

**Сравнительная оценка методик МР-исследований по протоколу whole-body и прицельного исследования сустава.
Отек костного мозга**

Table 2

**Comparative evaluation of MRI examination methods using the whole-body protocol and targeted joint examination.
Bone marrow edema**

Голеностопные суставы / Ankle joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	7	1	8	p=0,375
	Изменения / Modification (-)	4	1	5	
Мелкие суставы стопы / Small joints of the foot	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	2	7	p=0,453
	Изменения / Modification (-)	5	1	6	
Коленные суставы / Knee joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	5	0	5	p=0,25
	Изменения / Modification (-)	3	5	8	
Тазобедренные суставы / Hip joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	1	5	p=1
	Изменения / Modification (-)	0	8	8	

Окончание табл. 2 / Ending of the Table 2

Плечевые суставы / Shoulder joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	2	0	2	p=1
	Изменения / Modification (-)	0	11	11	
Локтевые суставы / Elbow joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	1	2	3	p=1
	Изменения / Modification (-)	2	8	10	
Лучезапястные суставы / Wrist joints	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	1	5	p=1
	Изменения / Modification (-)	2	6	8	
Мелкие суставы кисти / Small joints of the hand	Whole-body	Прицельное исследование / Targeted research			
		Изменения / Modification (+)	Изменения / Modification (-)	Всего / Total	
	Изменения / Modification (+)	4	0	4	p=0,5
	Изменения / Modification (-)	2	7	9	

По данным таблицы 2 статистически значимых различий результатов сканирования выявлено не было. Протокол whole-body МРТ достоверно ($p > 0,05$) не отличается от прицельного МР-исследования суставов по обнаружению отека костного мозга у детей с ЮИА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методика МРТ по протоколу whole-body не уступает эталонному прицельному исследованию суставов по количеству выявленной патологии. МРТ с использованием программы whole-body позволяет выявить минимальные изменения в суставах при таком заболевании, как ЮИА. Метод МРТ по протоколу whole-body можно рекомендовать для использования в клинической практике как самостоятельный метод диагностики и динамического наблюдения патологии суставов у детей с ЮИА.

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 the patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

- Blazina Š., Markelj G., Avramović M.Z., Toplak N., Avčín T. Management of juvenile idiopathic arthritis: a clinical guide. *Pediatric Drugs*. 2016; 18(6):397–412.
- Алексеева Е.И. Ювенильный идиопатический артрит: клиническая картина, диагностика, лечение. *Вопросы современной педиатрии*. 2015;14(1):78–94.
- Траудт А.К., Завадовская В.Д., Жогина Т.В., Федорова Е.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике ювенильного идиопатического артрита. *Бюллетень сибирской медицины*. 2015;14(1):110–119.
- Насонов Е.Л., Каратеев Д.Е., Сатыбалдыев А.М. и др. Ревматоидный артрит в Российской Федерации по данным Российского регистра больных артритом (сообщение I). *Научно-практическая ревматология*. 2015;53(5):472–484.
- McInnes I.B., Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *New Engl J Med*. 2011;365:2205–2219. DOI: 10.1056/NEJMra1004965.
- Martini A. Systemic juvenile idiopathic arthritis. *Autoimmun Rev*. 2012;12:56–59.
- Дроздова Е.А., Ядыкина Е.В. Клинические параллели течения увеита и артрита у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом. *Вестник СМУС*. 2014; 74(1-2):41–44.
- Баранов А.А., Алексеева Е.И., Бзарова Т.М., Валиева С.И., Денисова Р.В., Исаева К.Б., Карагулян Н.А., Литвицкий П.Ф., Митенко Е.В., Слепцова Т.В., Фетисова А.Н., Чистякова Е.Г., Тайбулатов Н.И., Морев С.Ю. Протокол ведения пациентов с ювенильным артритом. *Вопросы современной педиатрии*. 2013;12:37–56.
- Kim K.H., Kim D.S. Juvenile idiopathic arthritis: Diagnosis and differential diagnosis. *Korean J Pediatr*. 2010;53:931–935.
- Траудт А.К., Завадовская В.Д., Огородова Л.М., Маевская З.А., Часовских Ю.П., Жогина Т.В., Кайлина А.Н. Возможности магнитно-резонансной томографии в оценке состояния кистей у больных ювенильным идиопатическим артритом. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(5):72–79.
- Рощина В.О., Завадовская В. Д., Завьялова Н.Г., Кайлина А.Н., Часовских Ю.П. Роль ультразвукового исследования в оценке состояния коленных суставов у пациентов с ювенильным идиопатическим артритом. *Бюллетень сибирской медицины*. 2012;11(5):16–22.
- Нуднов Н.В., Николаева М.В. Ультразвуковые признаки воспалительного процесса в различных отделах коленного сустава. *Вестник РНЦПР*. 2013;13:6.
- Осипова Н.В., Намазова Л.С., Захарова Е.С. Возможности эхографии в диагностике поражения коленных суставов при ювенильных артритах. *Педиатрическая фармакология*. 2008;5(6):87–93.
- Ostendorf B., Scherer A., Mödder U., Schneider M. Diagnostic value of magnetic resonance imaging of the forefeet in early rheumatoid arthritis when findings on imaging of the metacarpophalangeal joints of the hands remain normal. *Arthritis Rheum*. 2004;50:2094–2102.
- Hermann K.G., Bollow M. Magnetic resonance imaging of the axial skeleton in rheumatoid disease. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2004;18(6):881–907.
- Walter M., Hunter J.C. MRI for earlier diagnosis of inflammatory arthritis. *Published on Rheumatology Network*. December 10, 2009.
- Navallas M., Inarejos E.J., Iglesias E., Cho Lee G.Y., Rodriguez N., Antón J. MR imaging of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: technique and findings. *Radiographics*. 2017;37(2):595–612.

REFERENCES

- Blazina Š., Markelj G., Avramović M.Z., Toplak N., Avčín T. Management of juvenile idiopathic arthritis: a clinical guide. *Pediatric Drugs*. 2016; 18(6):397–412.
- Alekseeva E.I. Juvenile idiopathic arthritis: clinical picture, diagnostics, treatment. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2015;14(1):78–94. (In Russian).
- Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Zhogina T.V., Fedorova E.I. Magnetic resonance imaging in the diagnosis of juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2015;14(1):110–119. (In Russian).
- Nasonov Ye.L., Karateyev D.Ye., Satybaldyev A.M. i dr. Rheumatoid arthritis in the Russian Federation according to the Russian registry of arthritis patients (report I). *Nauchno-prakticheskaya revmatologiya*. 2015;53(5):472–484. (In Russian).
- McInnes I.B., Schett G. The pathogenesis of rheumatoid arthritis. *New Engl J Med*. 2011;365:2205–2219. DOI: 10.1056/NEJMra1004965.
- Martini A. Systemic juvenile idiopathic arthritis. *Autoimmun Rev*. 2012;12:56–59.
- Drozhdova E.A., Yadykina E.V. Clinical parallels in the course of uveitis and arthritis in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Vestnik SMUS*. 2014; 74(1-2):41–44. (In Russian).
- Baranov A.A., Alekseeva E.I., Bzarova T.M., Valieva S.I., Denisova R.V., Isaeva K.B., Karagulyan N.A., Litvitsky P.F., Mitenko E.V., Sleptsova T.V., Fetisova A.N., Chistyakova E.G., Taibulatov N.I., Morev S.Yu. Protocol for the management of

- patients with juvenile arthritis. *Voprosy sovremennoy pediatrii*. 2013;12:37–56. (In Russian).
9. Kim K.H., Kim D.S. Juvenile idiopathic arthritis: Diagnosis and differential diagnosis. *Korean J Pediatr*. 2010;53:931–935.
 10. Traudt A.K., Zavadovskaya V.D., Ogorodova L.M., Maevskaya Z.A., Chasovskikh Yu.P., Zhogina T.V., Kailina A.N. Possibilities of magnetic resonance imaging in assessing the condition of the hands in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2012;11(5):72–79. (In Russian).
 11. Roshchina V.O., Zavadovskaya V.D., Zavyalova N.G., Kailina A.N., Chasovskikh Yu.P. The role of ultrasound examination in assessing the condition of knee joints in patients with juvenile idiopathic arthritis. *Byulleten' sibirskoy meditsiny*. 2012;11(5):16–22. (In Russian).
 12. Nudnov N.V., Nikolaeva M.V. Ultrasound signs of the inflammatory process in various parts of the knee joint. *Vestnik RNTSRR*. 2013;13:6. (In Russian).
 13. Osipova N.V., Namazova L.S., Zakharova E.S. Possibilities of echography in diagnostics of knee joint damage in juvenile arthritis. *Pediatricheskaya farmakologiya*. 2008;5(6):87–93. (In Russian).
 14. Ostendorf B., Scherer A., Mödder U., Schneider M. Diagnostic value of magnetic resonance imaging of the forefeet in early rheumatoid arthritis when findings on imaging of the metacarpophalangeal joints of the hands remain normal. *Arthritis Rheum*. 2004;50:2094–2102.
 15. Hermann K.G., Bollow M. Magnetic resonance imaging of the axial skeleton in rheumatoid disease. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2004;18(6):881–907.
 16. Walter M., Hunter J.C. MRI for earlier diagnosis of inflammatory arthritis. Published on Rheumatology Network. December 10, 2009.
 17. Navallas M., Inarejos E.J., Iglesias E., Cho Lee G.Y., Rodríguez N., Antón J. MR imaging of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: technique and findings. *Radiographics*. 2017;37(2):595–612.



УДК 616-01/09+616-07+616.7
DOI: 10.56871/ViM.2024.96.10.004

ДИАГНОСТИКА ПАТОЛОГИЙ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ

© Роман Анатольевич Постаногов, Гульназ Камальдиновна Садыкова, Валерий Петрович Куценко, Майя Максимовна Васянина, Илья Сергеевич Кудрявцев, Ирина Сергеевна Менькова, Наталья Викторовна Марченко

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

Контактная информация: Роман Анатольевич Постаногов — ассистент кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии им. профессора С.А. Рейнберга. E-mail: r.postanogov@icloud.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-9411>
SPIN: 8686-1597

Для цитирования: Постаногов Р.А., Садыкова Г.К., Куценко В.П., Васянина М.М., Кудрявцев И.С., Менькова И.С., Марченко Н.В. Диагностика патологий жирового тела Гоффа с применением магнитно-резонансной томографии // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 29–41. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.96.10.004>

Поступила: 15.07.2024

Одобрена: 02.09.2024

Принята к печати: 30.10.2024

Резюме. От боли в коленном суставе страдает около 25% взрослого населения, число обращений за медицинской помощью в мире достигает 4 млн. в год. Нередко источником боли является передний компартмент сустава, где наибольший диагностический интерес представляет жировое тело Гоффа. Тело Гоффа является самым крупным из всех жировых тел коленного сустава, оно хорошо иннервировано и обильно кровоснабжается. Поражение жирового тела Гоффа встречается достаточно часто и проявляется стойким болевым синдромом в переднем компартменте коленного сустава, снижающим подвижность и работоспособность пациентов. В диагностике патологических состояний тела Гоффа общепризнанна роль магнитно-резонансной томографии, позволяющей оценить характер, объем и распространенность поражения, выявить сопутствующие изменения, спланировать тактику лечения. В статье путем обобщения литературных данных и собственного опыта авторов даны общие рекомендации по оптимальной тактике магнитно-резонансной визуализации коленного сустава и тела Гоффа в частности, рассмотрены наиболее значимые в клинической практике патологии, освещена их лучевая семиотика, рассмотрены аспекты дифференциальной диагностики.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, коленный сустав, жировое тело Гоффа

DIAGNOSTICS OF HOFFA'S FAT PAD PATHOLOGIES USING MAGNETIC RESONANCE IMAGING

© Roman A. Postanogov, Gulnaz K. Sadykova, Valery P. Kutsenko, Maya M. Vasyanina, Ilya S. Kudryavtsev, Irina S. Menkova, Natalya V. Marchenko

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

Contact information: Roman A. Postanogov — Assistant Professor, Department of Modern Diagnostic Methods and Radiotherapy named after Professor S.A. Reinberg. E-mail: r.postanogov@icloud.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-9411> SPIN: 8686-1597

For citation: Postanogov RA, Sadykova GK, Kutsenko VP, Vasyanina MM, Kudryavtsev IS, Menkova IS, Marchenko NV. Diagnostics of Hoffa's fat pad pathologies using magnetic resonance imaging. Visualization in Medicine. 2024;6(3):29–41. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.96.10.004>

Received: 15.07.2024

Revised: 02.09.2024

Accepted: 30.10.2024

Abstract. Knee pain affects about 25% of the adult population, with the number of visits to the doctor worldwide reaching 4 million per year. Often the source of pain is the anterior compartment of the joint, where the Hoffa's fat pad is of greatest diagnostic interest.

The Hoffa's pad is the largest of all the fat pads of the knee joint, it is well innervated and richly supplied with blood. Lesion to the Hoffa's fat pad is common and is manifested by persistent pain in the anterior compartment of the knee joint, reducing the mobility and abilities of patients. In the diagnosis of lesions of the Hoffa's fat pad, the role of magnetic resonance imaging is generally recognized, allowing to assess the nature, volume and prevalence of the lesion, identify associated changes, and plan treatment tactics. In this article, by summarizing literary data and the authors' own experience, given the recommendations about the optimal tactics of magnetic resonance imaging of the knee joint and Hoffa's pad, the most significant pathologies in clinical practice are considered, their semiotics are highlighted, and aspects of differential diagnostics are considered.

Keywords: magnetic resonance imaging, knee joint, Hoffa's fat pad

ВВЕДЕНИЕ

Жировое тело Гоффа (ЖТГ, подушка Гоффа) расположено в переднем отделе коленного сустава, его границы образованы капсулой сустава и собственной связкой надколенника спереди, синовиальной полостью сустава сзади, нижним полюсом надколенника сверху, тибиальным плато и глубокой инфрапателлярной сумкой снизу. Оно состоит из жировых долек, разделенных тонкими фиброзными перегородками, прикрепляющимися к менискам. Подушка Гоффа хорошо иннервируется ветвями бедренного, общего малоберцового и подкожного нервов, обильно кровоснабжается артериальными ветвями верхней и нижней подколенных артерий, образующих сеть анастомозов. Основная функция подушки Гоффа — амортизация и перераспределение нагрузки в коленном суставе [1, 2].

МЕТОДИКА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

Выполнение магнитно-резонансной томографии (МРТ) коленного сустава по стандартной методике позволяет в полной мере оценить состояние ЖТГ. Рекомендации по исследованию в общем виде сводятся к следующему. Пациента укладывают в положение лежа на спине, стопы обращены вверх, с отклонением 10–15° наружу. Колено помещается в катушку — предпочтительнее использовать специализированные многоканальные коленные катушки, однако допустимо применять мягкие обертывающие катушки. Нога пациента фиксируется и обездвиживается путем заполнения свободного пространства внутри катушки мешочками с песком. Производится центровка, получают топограммы (локалайзеры). Качество визуализации обуславливается правильным инструктажем пациента и достаточной иммобилизацией конечности.

При исследовании получают T1- и T2-взвешенные изображения (T1 и T2 ВИ), а также изображения, взвешенные по протонной плотности с жироподавлением (PD FS ВИ) в трех взаимно перпендикулярных плоскостях. При необходимости исследование дополняется изображениями,

взвешенными по магнитной восприимчивости в T2-контрастности (T2 GRE ВИ). МРТ без контрастного усиления, как правило, достаточно для получения диагностической информации. Внутривенное введение гадолинийсодержащего контрастного препарата целесообразно для оценки степени васкуляризации объемных образований ЖТГ. Проведение прямой артрографии с внутрисуставным введением парамагнетика нецелесообразно [3–5].

КЛАССИФИКАЦИЯ ПАТОЛОГИЙ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

На основании обобщения данных литературных источников наиболее полная классификация патологий ЖТГ с учетом их МР-семиотики представляется следующей [3, 6–8].

I. Новообразования жирового тела Гоффа:

- опухоли и псевдоопухоли жидкостного МР-сигнала (абсцессы, кисты, гемангиомы, хондромы, а также ряд редких T2-гиперинтенсивных новообразований);
- опухоли и псевдоопухоли жирового МР-сигнала (липомы, липогемангиомы, липосаркомы, древовидные липомы);
- гемосидеринсодержащие опухоли и псевдоопухоли (пигментный виллонодулярный синовит, синовиальная саркома, гемофильная артропатия);
- T2-гипоинтенсивные поражения (синовиальный хондроматоз, смещенные остеохондральные фрагменты, подагрический артрит);
- участки гетеротопической оссификации (околосуставные хондромы и остеохондромы, оссифицированные гематомы, опухолевый кальциноз, оссификация, ассоциированная с хронической болезнью почек).

II. Воспалительные процессы жирового тела Гоффа:

- болезнь Гоффа.

III. Постоперационные и посттравматические изменения:

- постартроскопические изменения;
- циклопическое поражение;
- посттравматические изменения.

Ниже будут рассмотрены наиболее значимые в клинической практике патологии ЖТГ с приведением патогенеза, краткой клинической картины, описанием МР-семиотики и вопросов дифференциальной диагностики.

НОВООБРАЗОВАНИЯ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

Опухоли и псевдоопухоли жидкостного МР-сигнала

Параменисковые и ганглиевые кисты. Экструзия синовиальной жидкости при сложных и горизонтальных разрывах менисков может приводить к формированию параменисковых кист. Они могут проявляться клинически, как в виде бессимптомных припухлостей вокруг сустава, так и оказывая объемное воздействие на прилежащие структуры и являясь источником хронической боли.

В случае параменисковой кисты при исследовании выявляется гиперинтенсивная на T2 ВИ кистозная структура, прилежащая к краю мениска при его разрыве (морфология разрыва может быть любой). Предполагается, что утечка синовиальной жидкости через стенку параменисковой кисты может способствовать отеку ЖТГ.

Ганглиевые кисты (синовиальные ганглии) локализируются во внутрисуставной клетчатке, преимущественно в дорзальных отделах сустава или в подушке Гоффа, содержат в основном вязкую густую жидкость, покрыты фиброзной оболочкой и

лишены синовиальной выстилки. Могут быть одиночными или множественными, шаровидной или неправильной формы, одно- и многокамерными, иметь шейку или сообщаться с соседними суставными пространствами [2, 7].

При исследовании ганглиевые кисты будут визуализироваться в виде кистозных структур в жировой клетчатке сустава, гиперинтенсивного сигнала по T2 ВИ, с наличием фиброзной капсулы, без связи с разрывами и повреждениями менисков (рис. 1).

Гемангиомы. Являются сосудистыми мальформациями синовиальной оболочки сустава, наиболее часто встречающимися мягкотканными образованиями ЖТГ у детей и подростков. Наличие гемангиомы следует подозревать у детей с периодическими отеками, ограничением амплитуды движений и длительной болью в колене без указания на травму в анамнезе.

При МРТ синовиальная гемангиома имеет вид дольчатого объемного образования, промежуточного сигнала на T1 ВИ и гиперинтенсивного на T2 ВИ (рис. 2). На изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, отмечаются участки выпадения МР-сигнала с паттерном «цветения» синовиальной выстилки гемангиомы в виде диффузной гипоинтенсивности за счет депозитов гемосидерина, в гемангиомах могут визуализироваться флелоциты в виде четко очерченных гипоинтенсивных очагов. Другие признаки, выявляемые в структуре гемангиомы, включают гиперинтенсивный на T1 ВИ внутритканевый жир, линейные гипоинтенсивные

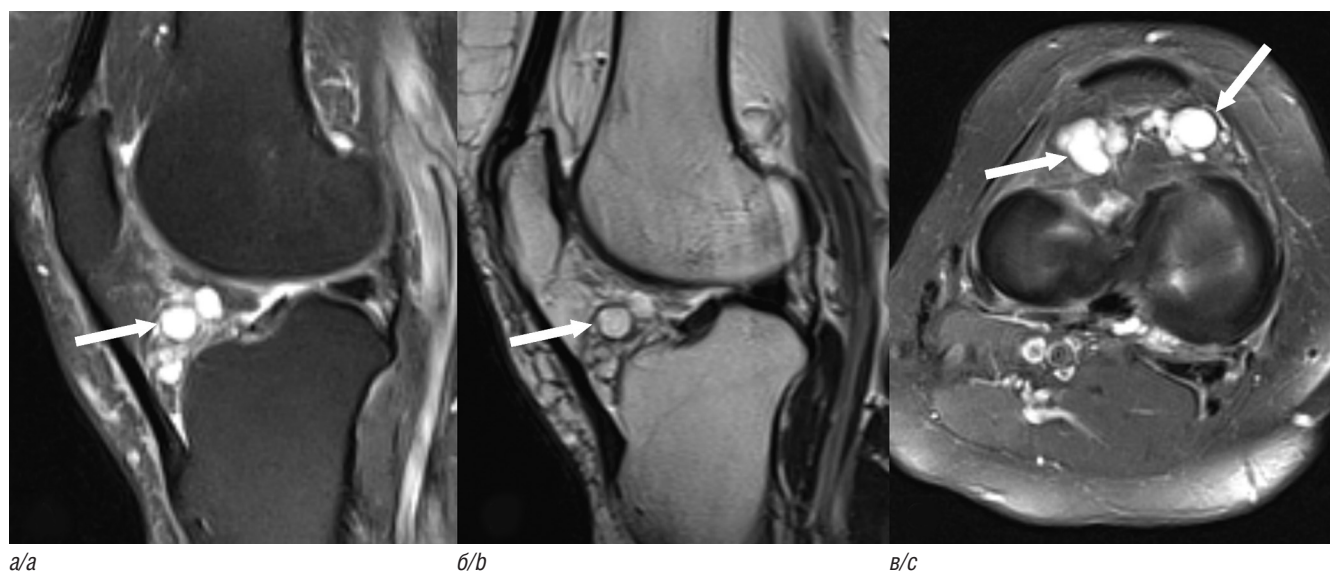


Рис. 1. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T2 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (в). Конгломерат ганглиевых кист в структуре жирового тела Гоффа (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 1. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b); axial PD FS WI (c). Conglomerate of ganglion cysts in the Hoffa's fat pad (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

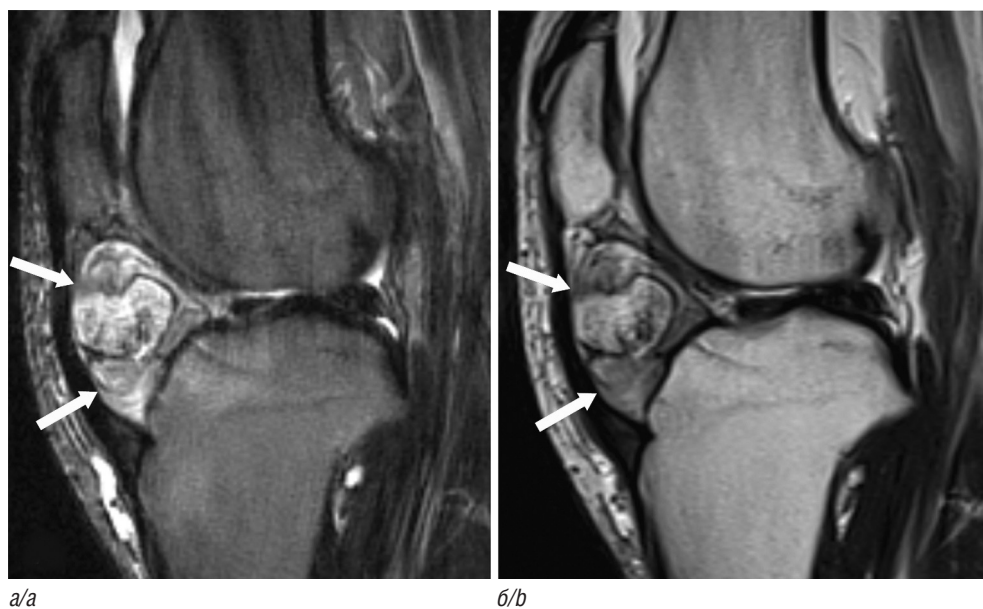


Рис. 2. PD FS WI в сагиттальной плоскости (а); T2 WI в сагиттальной плоскости (б). Гемангиома жирового тела Гоффа. Дольчатое гиперинтенсивное образование (стрелки) с гемосидериновым ободком и мелкими протоковыми пустотами в структуре (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 2. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b). Hemangioma of the Hoffa's fat pad. Lobular hyperintense tumor (arrows) with a hemosiderin rim and small ductal voids (Postanogov R.A., 2024)

на T2 WI фиброзные тяжи, мелкие извитые сосуды с жидкостной интенсивностью сигнала или феноменом пустоты потока. При внутривенном введении гадолинийсодержащих контрастных препаратов на T1 WI гемангиомы демонстрируют активное гетерогенное накопление парамагнетика [8, 9].

Дифференциальную диагностику проводят с гемофилической артропатией и пигментным виллонодулярным синовитом [6].

Опухоли и псевдоопухоли жирового МР-сигнала

Внутриуставные липомы и липосаркомы. Жиросодержащие опухоли редко встречаются в коленном суставе, характеризуются медленным экспансивным ростом. Проявляются преимущественно периодической болью в переднем отделе коленного сустава и ограничением амплитуды движений. При ущемлении липомы у пациентов отмечается острая боль [10].

Внутриуставная липома визуализируется в виде образования жировой интенсивности сигнала по всем импульсным последовательностям и обычно имеет четко очерченные границы за счет фиброзной капсулы (рис. 3).

Липомы необходимо дифференцировать от синовиальных хондром, синовиальных сарком и параартикулярных хондром — образований неомогенной структуры, без преобладания жировой

ткани. При дополнительных исследованиях с использованием рентген- и КТ-визуализации в вышеперечисленных образованиях могут обнаруживаться очаги кальцификации, что позволяет отвергнуть диагноз липомы [11].

Большое значение в клинической практике имеет дифференциальная диагностика липомы и липосаркомы. Признаками, свидетельствующими в пользу липосаркомы, служат крупные размеры образования (как правило, более 10 см), недавнее изменение размеров или обострение клинической картины, неоднородная интенсивность МР-сигнала в пределах жирового компонента новообразования, связанная с кровоизлияниями или сопутствующим мягкотканым компонентом. Ряд авторов сходятся во мнении, что высокодифференцированной липосаркомой следует считать любое жировое образование, содержащее нежировые контрастнакапливающие узловы компоненты или имеющее выраженные утолщенные перегородки (толщиной более 2 мм) [6, 8, 11].

Древовидная липома. Редкая доброкачественная жировая опухоль, поражающая преимущественно коленный сустав. Древовидная липома почти всегда ассоциирована с остеоартрозом, ревматоидным артритом или предшествующей травмой. Пациентов, как правило, беспокоит боль, постепенное нарастание отека с ограничением амплитуды движений, суставной блок. Гистологически древовидная липома характеризуется

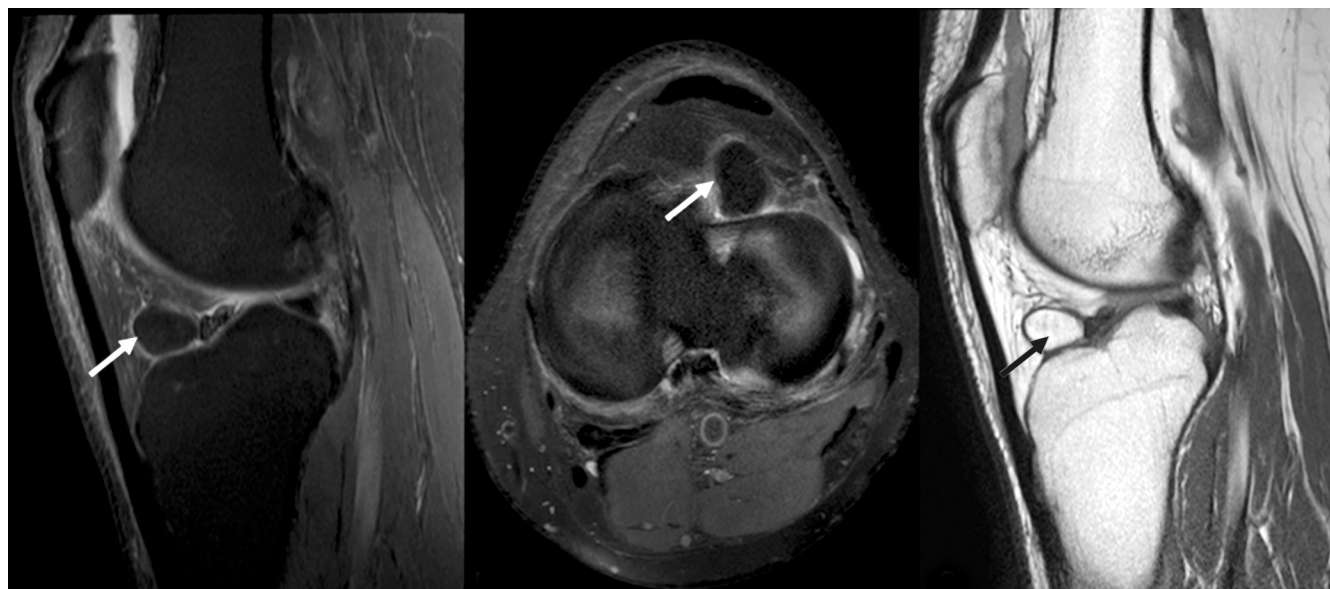


Рис. 3. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (б); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (в). Внутрисуставная липома жирового тела Гоффа. Жировое образование с толстой фиброзной капсулой (стрелки) [6]
 Fig. 3. Sagittal PD FS WI (a); axial PD FS WI (b); sagittal T1 WI (c). Intra-articular lipoma of the Hoffa's fat pad. Fatty tumor with a thick fibrous capsule (arrows) [6]

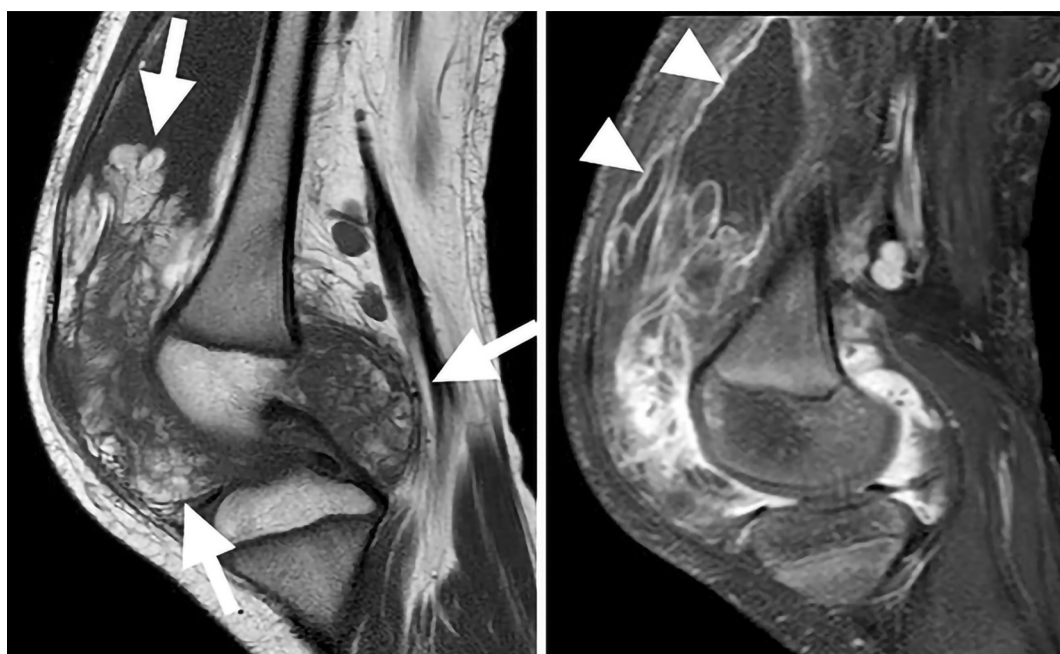


Рис. 4. T1 ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 FS ВИ с внутривенным контрастным усилением (б). Древовидная липома коленного сустава с поражением жирового тела Гоффа. Ветвящееся образование жирового сигнала, исходящее из синовиальной оболочки (стрелки). При непрямой артрографии отмечается гетерогенное контрастирование образования и синовиальной оболочки (наконечники стрелок) [12]
 Fig. 4. Sagittal T1 WI (a); sagittal T1 FS WI indirect arthrography with Gd (b). Arborescent lipoma of the knee joint with damage to the Hoffa's fat pad. Branching tumor of the fatty signal originating from the synovial membrane (arrows). Indirect arthrography shows heterogeneous contrast enhancement of the tumor and the synovial membrane (arrowheads) [12]

диффузной ворсинчатой пролиферацией синовии с замещением ее жировой тканью [12].

МРТ является методом выбора в диагностике древовидной липомы. Липома часто локализуется в супрапателлярной сумке и суставных заворотах и визуализируется в виде ветвящегося образования высокой или смешанной интенсивности МР-сигнала на импульсных последовательностях без жироводавления, отмечается его связь с синовиальной оболочкой. Для древовидной липомы характерно поражение внутрисуставной клетчатки, в частности ЖТГ (рис. 4) [13, 14].

Наличие включений жирового сигнала и отсутствие артефактов магнитной восприимчивости на T2 GRE ВИ позволяет дифференцировать древовидную липому от пигментного виллонодулярного синовита и синовиального хондроматоза. Дифференциальную диагностику следует проводить также с жиросодержащими внутрисуставными образованиями, такими как липома, липосаркома и редкая синовиальная гемангиолипома [6].

Гемосидеринсодержащие опухоли и псевдоопухоли

Пигментный виллонодулярный синовит. Заболевание характеризуется обширной пролиферацией синовиальной мембраны, гистопатологически имитирующей гигантоклеточную опухоль сухожильно-

го влагалища и проявляется отложениями депозитов гемосидерина с инфильтрацией гистиоцитами и гигантскими клетками. При очаговом синовите пациент может жаловаться на боли и суставной блок, при диффузных формах — периодические отеки и механические боли. Пигментный виллонодулярный синовит наиболее часто поражает коленный сустав и его жировые тела, в том числе ЖТГ.

При магнитно-резонансной томографии во всех типах взвешенности выявляется гипоинтенсивная, утолщенная синовия. В связи с парамагнитными свойствами гемосидерина в местах его депонирования на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, возникают артефакты «цветения» (выпадения МР-сигнала), характерные для данной патологии (рис. 5). Рентгенограммы или компьютерные томограммы позволяют дифференцировать кальцификацию от гемосидерина, поскольку и то и другое на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости, характеризуется выпадением МР-сигнала. Помимо этого компьютерная томография позволяет оценить наличие краевых костных эрозий [15, 16].

Дифференциальную диагностику необходимо проводить с синовиальной саркомой, гемосидеротическим синовитом, гемофильными артропатиями и редко встречающейся злокачественной фиброзной гистиоцитомой [6].

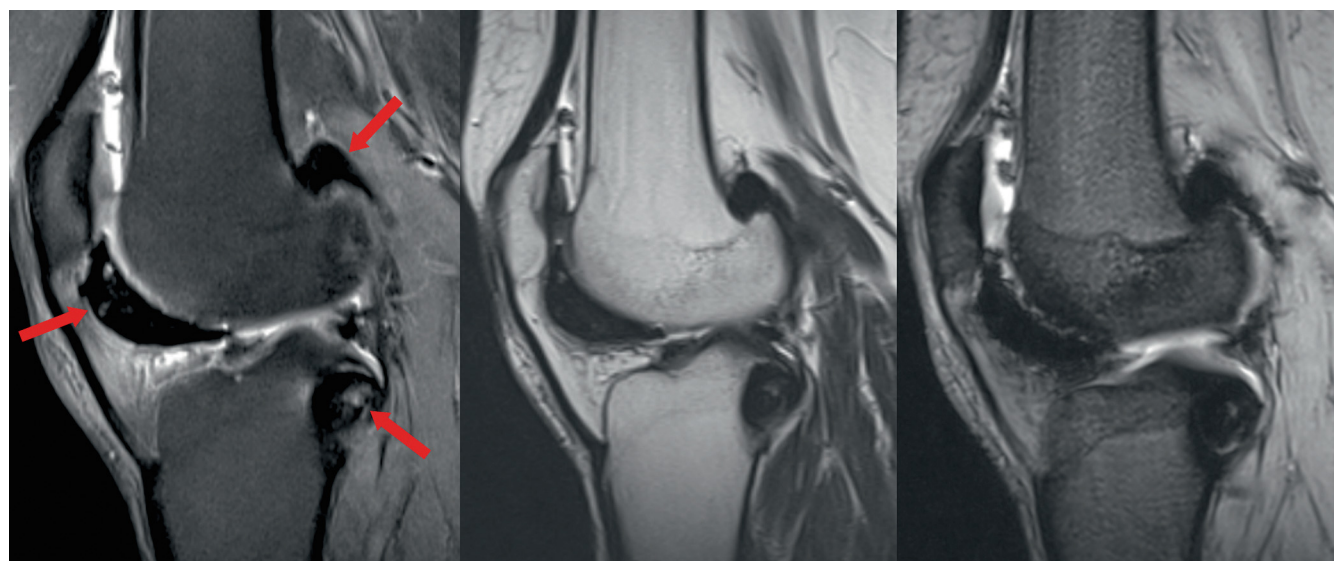


Рис. 5. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T2 ВИ в сагиттальной плоскости (б); T2 GRE ВИ в сагиттальной плоскости (в). Пигментный виллонодулярный синовит коленного сустава с поражением жирового тела Гоффа. Красными стрелками отмечены депозиты гемосидерина, характеризующиеся выпадением МР-сигнала на изображениях, взвешенных по магнитной восприимчивости (в) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 5. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T2 WI (b); sagittal T2 GRE WI (c). Pigmented villonodular synovitis of the knee joint with damage to the Hoffa's fat pad. Red arrows indicate hemosiderin deposits characterized by loss of MR signal on magnetic susceptibility-weighted images (c) (Postanogov R.A., 2024)

Локализованный узелковый синовит. Заболевание также носит название «синовиальная гигантоклеточная опухоль» и представляет собой доброкачественное пролиферативное поражение синовиальной оболочки, чаще всего локализирующееся в ЖТГ.

Узелковый синовит при магнитно-резонансной томографии визуализируется в виде четко очерченного овоидного образования небольшого размера или крупной дольчатой мягкотканной массы с изо- или гиперинтенсивным сигналом относительно



Рис. 6. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (в). Локализованный узелковый синовит. Очаговое образование жирового тела Гоффа (стрелки) с перифокальными воспалительными изменениями [6]

Fig. 6. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); axial PD FS WI (c). Localized nodular synovitis. Focal formation of Hoffa's fat pad (arrows) with perifocal inflammatory changes [6]

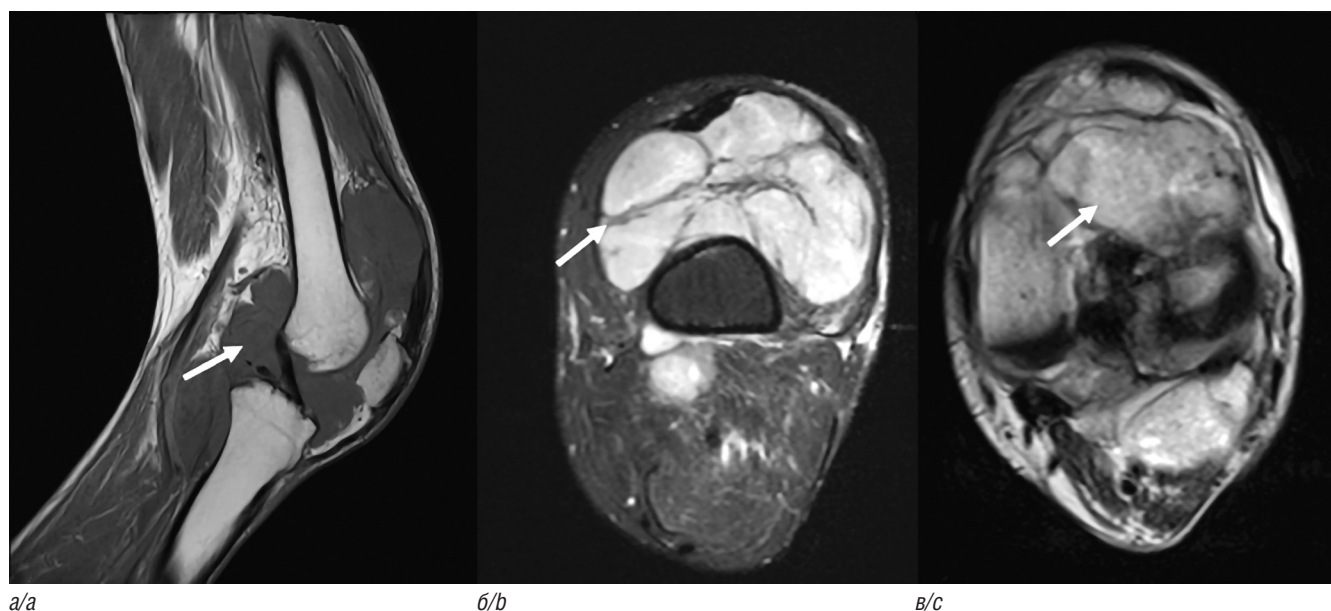


Рис. 7. T1 ВИ с сагиттальной плоскости (а); PD FS ВИ в аксиальной плоскости (б); T2 ВИ в аксиальной плоскости (в). Синовальная саркома с вовлечением жирового тела Гоффа. Дольчатое гиперинтенсивное на PD FS и T2 ВИ образование (стрелки) с инвазией внутрисуставных связок и параартикулярных мягких тканей [6]

Fig. 7. Sagittal T1WI (a); axial PD FS WI (b); axial T2 WI (c). Synovial sarcoma with involvement of the Hoffa's fat pad. Lobular hyperintense tumor on PD FS and T2 WI (arrows) with invasion of intra-articular ligaments and paraarticular soft tissues [6]

скелетных мышц на T1 ВИ и гипоинтенсивным сигналом на T2 ВИ (рис. 6). Как правило, присутствуют мелкие гипоинтенсивные по всем импульсным последовательностям включения гемосидерина [3, 16].

Дифференциальную диагностику следует проводить с пигментным виллонодулярным синовитом: локализованный узелковый синовит характеризуется вовлечением небольшого участка синовиальной оболочки, мелкими отложениями гемосидерина и отсутствием геморрагического внутрисуставного выпота [15].

Синовиальная саркома. Встречается редко, в большинстве случаев поражает коленный сустав. Инвазия ЖТГ отмечается в 30% случаев, как правило, в сочетании с кальцификацией, ее наличие при первичном рентгенографическом исследовании позволяет заподозрить опухоль [2].

Магнитно-резонансная томография позволяет точно определить размеры опухоли и степень ее инвазии, является основой для планирования хирургического вмешательства. Синовиальная саркома визуализируется в виде дольчатого образования, преимущественно гиперинтенсивного сигнала на T2 ВИ (рис. 7). При размерах опухоли более 5 см описана «тройная интенсивность сигнала» в виде перемежающихся изо-, гипо- и гиперинтенсивных участков с наличием очагов выпадения сигнала за счет включений гемосидерина. Для опухоли характерно распространение на прилежащие мягкие ткани, инвазия в кости с формированием зон обширной деструкции, лучше всего визуализируемых на

T1 ВИ (при использовании тонких 3D-импульсных последовательностей, при сомнительных данных — оценку инвазии в кость производят на КТ).

При внутривенном введении парамагнетика образование характеризуется быстрым гетерогенным контрастированием [3, 8].

Синовиальную саркому следует дифференцировать от пигментного виллонодулярного синовита, внекостной хондросаркомы и параартикулярной хондромы [6].

T2-гипоинтенсивные поражения

Синовиальный хондроматоз. Характеризуется метапластическими изменениями синовиальной мембраны, в результате которых формируются костно-хрящевые тела, локализующиеся в том числе во внутрисуставной жировой клетчатке. Первичный синовиальный хондроматоз, как правило, встречается у лиц среднего возраста, в то время как вторичный синовиальный хондроматоз поражает преимущественно пожилых пациентов с остеоартрозом вследствие пролиферации отслоившегося суставного хряща или фрагментации остеофитов.

Костно-хрящевые тела при магнитно-резонансной томографии могут иметь различную интенсивность сигнала в зависимости от степени минерализации. Чаще всего при синовиальном хондроматозе выявляется утолщенная синовиальная оболочка средней и высокой интенсивности сигнала с множественными

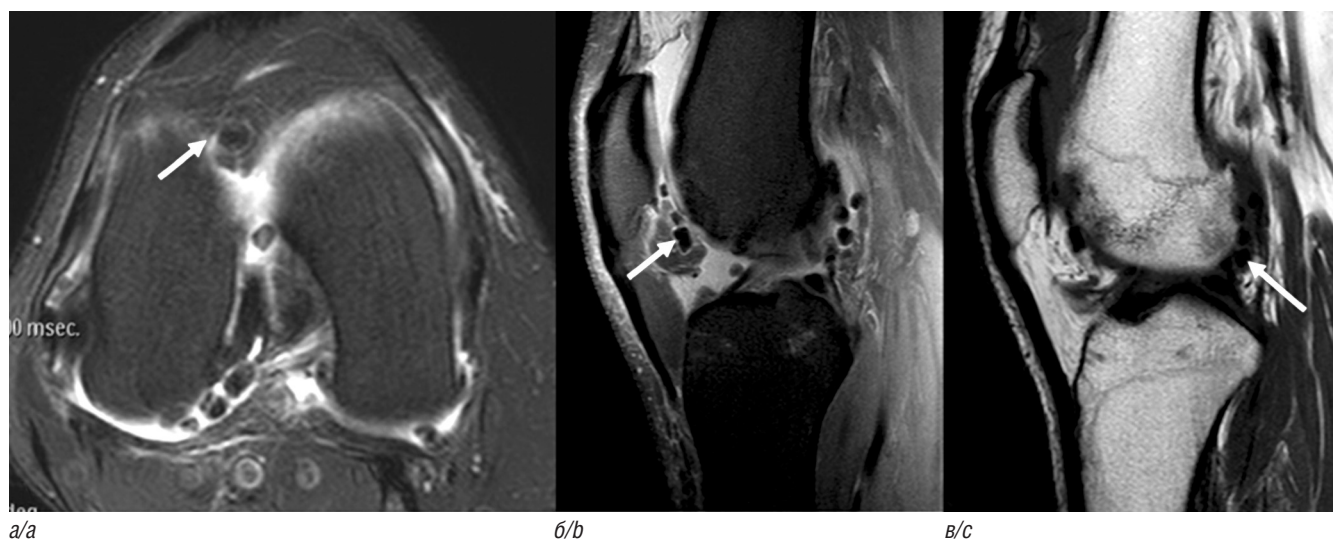


Рис. 8. PD FS ВИ в аксиальной плоскости (а); PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (б); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (в). Первичный синовиальный хондроматоз с поражением жирового тела Гоффа. Множественные костно-хрящевые тела (стрелки), сопутствующие внутрисуставной выпот и воспалительные изменения синовиальной оболочки [6]

Fig. 8. Axial PD FS WI (a); sagittal PD FS WI (b); sagittal T1 WI (c). Primary synovial chondromatosis with damage to the Hoffa's fat pad. Multiple osteochondral bodies (arrows), intra-articular effusion and inflammatory changes in the synovial membrane [6]



Рис. 9. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); T2 ВИ в коронарной плоскости (в). Повреждение передней крестообразной связки. Отрывной перелом межмыщелкового возвышения. На фоне смещенных костно-хрящевых фрагментов (стрелки) визуализируются реактивный отек и разволокненные жирового тела Гоффа (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 9. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); coronal T2 WI (c). Damage to the anterior cruciate ligament. Avulsion fracture of the intercondylar eminence. Reactive edema and fraying of the Hoffa's fat pad are visualized against the background of displaced osteochondral fragments (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

округлыми кальцинатами гипоинтенсивного сигнала (рис. 8). Могут встречаться очаговые эрозии прилегающих костей. Контрастное усиление позволяет дифференцировать гиперинтенсивные на T2 ВИ некальцифицированные хрящевые узелки от синовиальной жидкости. Вторичный синовиальный хондроматоз наблюдается при наличии основного дегенеративного заболевания сустава и характеризуется меньшим количеством хондромных тел [17, 18].

В качестве дифференциального диагноза следует рассматривать кристаллические артропатии, параартикулярную остеохондрому, синовиальную саркому, оссифицирующий миозит и, в редких случаях, внекостную остеосаркому и хондросаркому [6].

Смещенные костно-хрящевые фрагменты. При отрывных и оскольчатых переломах костно-хрящевые фрагменты могут покидать донорские участки и свободно мигрировать в пределах полости сустава и околоуставных сумок. Фрагменты могут проникать в передний отдел сустава и располагаться в ЖТГ, особенно часто это наблюдается при отрывных переломах надколенника, межмыщелкового возвышения большеберцовой кости и передних отделов большеберцового плато. Костно-хрящевые отломки, локализующиеся в подушке Гоффа, вызывают ее реактивный отек, воспаление и кровоизлияние, являясь значимой причиной боли в переднем отделе коленного сустава [2, 6].

Магнитно-резонансная томография позволяет визуализировать фрагмент, определить его происхождение, форму и размеры, выявить сопутствующие повреждения, в частности реактивные изменения ЖТГ (рис. 9).

Участки гетеротопической оссификации

Параартикулярная хондрома и остеохондрома. Параартикулярные или внутрикапсульные хондромы и остеохондромы возникают из капсулы сустава или соединительной ткани, прилегающей к капсуле, вследствие метаплазии гиалинового хряща. В некоторых случаях фиброзно-хрящевая метаплазия может поражать ЖТГ, при этом происходит облитерация нормальной жировой ткани с образованием хондром различной степени минерализации: от точечных кальцинатов до крупных оссифицированных образований.

При МРТ параартикулярная остеохондрома визуализируется в виде крупного внутрисуставного дольчатого оссифицированного образования, вызывающего экстензию суставной капсулы и контактную эрозию нижнего полюса надколенника или передних отделов большеберцового плато (рис. 10). Образование имеет преимущественно гиперинтенсивный сигнал на T2 ВИ, однако интенсивность сигнала может варьировать в зависимости от соотношения хрящевого и костного компонентов,

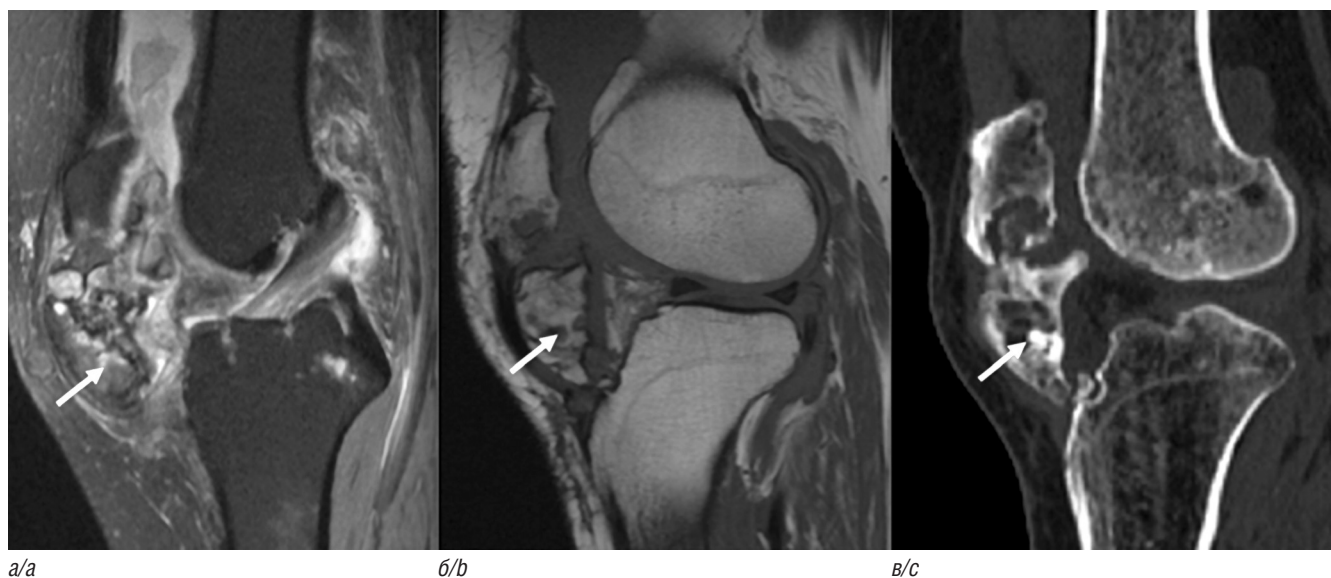


Рис. 10. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); КТ в костном окне, сагиттальная плоскость (в). Параартикулярная остеохондрома жирового тела Гоффа. Внутриуставное костно-хрящевое образование (стрелка) с отеком и разволокнением жирового тела Гоффа, контактной эрозией надколенника и большеберцового плато. Оссификация отчетливо визуализируется на КТ (в) [6]

Fig. 10. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); sagittal CT in the bone window (c). Paraarticular osteochondroma of the Hoffa's fat pad. Intra-articular osteochondral tumor (arrow) with edema and fraying of the Hoffa's fat pad, contact erosion of the patella and tibial plateau. Ossification is clearly visualized on CT (c) [6]

степени минерализации. При введении парамагнетика может отмечаться периферическое контрастирование хрящевых фрагментов [8, 19].

Дифференциальную диагностику проводят с синовиальной саркомой и гетеротопической оссификацией собственной связки надколенника [6].

ВОСПАЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЖИРОВОГО ТЕЛА ГОФФА

Болезнь Гоффа. Проявляется хроническим воспалением жировой клетчатки в области крыловидной складки. Считается, что хроническая травматизация запускает цикл воспаления, фиброза и кровоизлияния, в дальнейшем приводящего к нарастанию фиброза и локальной гипертрофии ЖТГ. Клиническая картина складывается из болевого синдрома, преимущественно ночью, нарушения опорной функции конечности, возможно формирование суставного блока.

При магнитно-резонансной томографии определяется участок уплотнения в верхних отделах ЖТГ, выраженный отек и разволокнение клетчатки, может визуализироваться фрагмент клетчатки, смещенный в полость сустава (рис. 11) [2, 20].

ПОСТОПЕРАЦИОННЫЕ И ПОСТТРАВМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Постоперационные изменения. Изменения после артроскопии могут представлять собой линейные

гипоинтенсивные фиброзные тяжи по ходу артроскопического доступа через ЖТГ (рис. 12). Металлические фрагменты, стружка или пыль, оставшиеся после операции, демонстрируют низкую интенсивность сигнала во всех взвешенностях и характеризуются выпадением МР-сигнала на GRE-изображениях вследствие артефактов восприимчивости [6].

При многократных артроскопических вмешательствах из переднего доступа, например по поводу реконструкции передней крестообразной связки, может возникнуть циклопическое поражение, представляющее собой грубый локализованный фиброз передних отделов суставной полости и ЖТГ с облитерацией жировой клетчатки [21].

Посттравматические изменения. Острые травматические изменения ЖТГ вследствие ее ущемления, как правило, ассоциированы с повреждениями менисков или передней крестообразной связки и проявляются в виде массивного отека и фрагментации жировой клетчатки. Хроническое ущемление подушки Гоффа между большеберцовой и бедренной костями, импинджмент-синдром вызывают изменения на тканевом уровне с воспалением, отеком и кровоизлиянием, что, в свою очередь, приводит к гипертрофии ЖТГ и предрасполагает к повторному ущемлению. Дальнейшее механическое воздействие может привести к образованию фиброзной ткани, некрозу и, в конечном итоге, к оссификации.

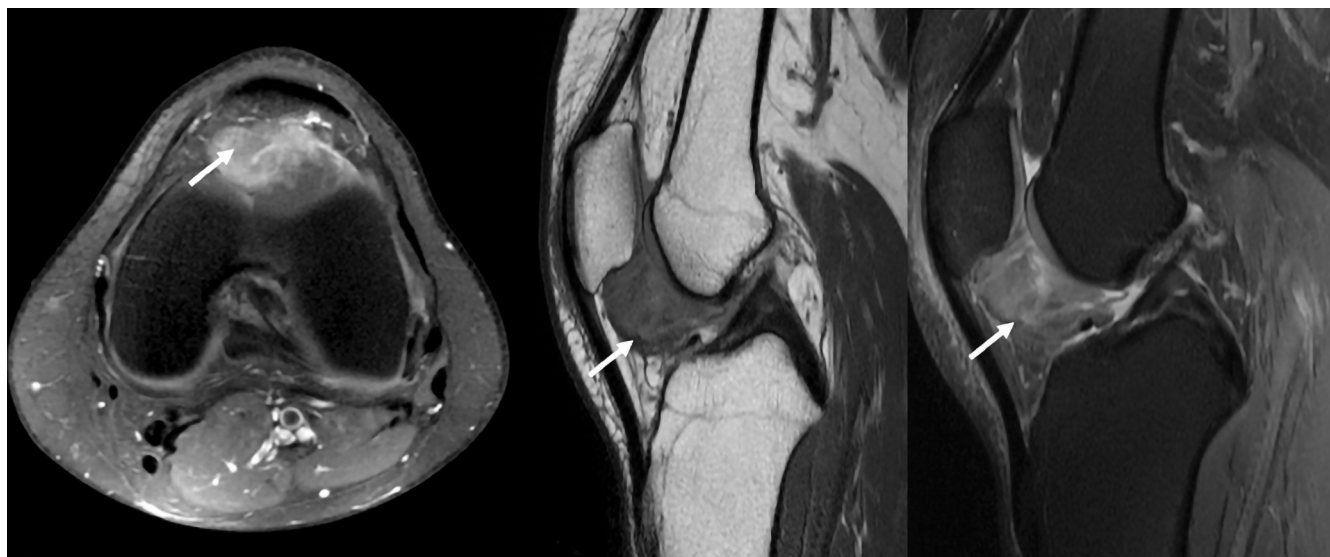


Рис. 11. PD FS ВИ в аксиальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б); PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (в). Болезнь Гоффа. Уплотнение и отек верхних отделов жирового тела Гоффа (стрелки) [6]

Fig. 11. Axial PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b); sagittal PD FS WI (c). Hoffa's disease. Thickening and edema of the upper parts of the Hoffa's fat pad (arrows) [6]



Рис. 12. PD FS ВИ в сагиттальной плоскости (а); T1 ВИ в сагиттальной плоскости (б). Состояние после пластики передней крестообразной связки. Фиброзные тяжи в жировом теле Гоффа по ходу артроскопического портала (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 12. Sagittal PD FS WI (a); sagittal T1 WI (b). Condition after anterior cruciate ligament reconstruction. Fibrous bands in the Hoffa's fat pad along the arthroscopic portal (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

При остром повреждении визуализируются плохо отграниченные гиперинтенсивные на T2 ВИ жидкостные включения, участки отека, фрагменты клетчатки в полости сустава (рис. 13). При хроническом повреждении наблюдается фиброз ЖТГ в виде гипо-

интенсивных тяжей на всех импульсных последовательностях, могут визуализироваться участки некроза и гетеротопической оссификации [2, 20].

Дифференциальную диагностику следует проводить с воспалительными изменениями ЖТГ



a/a

b/b

Рис. 13. PD FS WI в сагиттальной плоскости (a); PD FS WI в аксиальной плоскости (b). Разрыв передней крестообразной связки. Острое ущемление жирового тела Гоффа, визуализируется отек и разволокнение клетчатки (стрелки) (Постаногов Р.А., 2024)

Fig. 13. Sagittal PD FS WI (a); axial PD FS WI (b). Rupture of the anterior cruciate ligament. Acute strangulation of the Hoffa's fat pad, edema and fiber disintegration are visualized (arrows) (Postanogov R.A., 2024)

другой этиологии, постартроскопическим фиброзом, параартикулярной хондромой и остеохондромой [6].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящее время сохраняется высокая медико-социальная значимость заболеваний коленного сустава. Хроническая боль в суставе, нарушение функции, суставной блок снижают работоспособность и качество жизни пациентов. Нередко источником патологии является передний компартмент сустава, где локализуется самое крупное внутрисуставное жировое тело — тело Гоффа. В связи с особенностями положения, развитой иннервацией и обильным кровоснабжением жировое тело Гоффа подвержено целому спектру патологий опухолевого, воспалительного и травматического характера.

Магнитно-резонансная томография общепризнанно остается ведущим методом диагностики заболеваний жирового тела Гоффа. В настоящее время ее применяют в качестве метода выбора для пациентов как с острым рентгенонегативным болевым синдромом, так и при хронической боли на фоне адекватной консервативной терапии или при планировании хирургического вмешательства.

Знание специалистом лучевой диагностики разнообразной, но при этом достаточно специфичной

и характерной визуализационной картины заболеваний жирового тела Гоффа существенно облегчает задачу постановки верного диагноза.

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 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 the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Bunt C.W., Jonas C.E., Chang J.G. Knee Pain in Adults and Adolescents: The Initial Evaluation. *Am Fam Physician*. 2018;98(9):576–585.
- Draghi F., Ferrozzi G., Urciuoli L., Bortolotto C., Bianchi S. Hoffa's fat pad abnormalities, knee pain and magnetic resonance imaging in daily practice. *Insights Imaging*. 2016;7(03):373–383.
- Helpert C., Davies A.M., Evans N., Grimer R.J. Differential diagnosis of tumours and tumour-like lesions of the infrapatellar (Hoffa's) fat pad: pictorial review with an emphasis on MR imaging. *Eur Radiol*. 2004;14(12):2337–2346.
- Труфанов Г.Е., Пчелин И.Г., Фокин В.А., Федорова Н.С. Лучевая диагностика заболевания коленного сустава. СПб.: ЭЛБИ-СПб; 2015:165–171. Trufanov G.Ye., Pchelin I.G., Fokin V.A., Fedorova N.S. Radiation diagnostics of knee joint disease. Saint Petersburg: ELBI-SPb; 2015:165–171. (In Russian).
- Torsten B. Moeller and Emil Reif (eds): *Pocket Atlas of Sectional Anatomy, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging*, 4th edn. Vol. I: Head and Neck; Vol. II: Thorax, Heart, Abdomen and Pelvis.
- Saxena S., Patel D.D., Shah A., Doctor M. Fat Chance for Hidden Lesions: Pictorial Review of Hoffa's Fat Pad Lesions. *Indian J Radiol Imaging*. 2021;31(4):961–974.
- Marra M.D., Crema M.D., Chung M. MRI features of cystic lesions around the knee. *Knee*. 2008;15(06):423–438.
- Albergo J.I., Gaston C.L., Davies M. Hoffa's fat pad tumours: what do we know about them? *Int Orthop*. 2013;37(11):2225–2229.
- Maheshwari S., Chatterjee S., Rajesh U., Khandelwal P.V. A case report of synovial hemangioma: a rare cause of opacity in Hoffa's fat pad. *Indian J Musculoskelet Radiol*. 2019;1:127–130.
- De Vleeschhouwer M., Van Den Steen E., Vanderstraeten G., Huyse W., De Neve J., Vanden Bossche L. Lipoma arborescens: review of an uncommon cause for swelling of the knee. *Case Reports in Orthopedics*. 2016;2016:9.538075E6.
- Gigis I., Gigis P. Fibrolipoma with osseous and cartilaginous metaplasia of hoffa's fat pad: a case report. *Case Rep Orthop*. 2012;2012:547963.
- Malattia C., Tzaribachev N., Merlijn Van den Berg J. et al. Juvenile idiopathic arthritis – the role of imaging from a rheumatologist's perspective. *Pediatric Radiology*. 2018;48(6):785–791.
- Martín S. et al. Diagnostic imaging of lipoma arborescens. *Skeletal radiology*. 1998;27(6):325–329.
- Halle T., Lew S., Bansal M. Villous lipomatous proliferation of the synovial membrane (lipoma arborescens). *The Journal of bone and joint surgery*. 1988;70(2):264–270.
- Dorwart R.H., Genant H.K., Johnston W.H., Morris J.M. Pigmented villonodular synovitis of synovial joints: clinical, pathologic, and radiologic features. *AJR Am J Roentgenol*. 1984;143(04):877–885.
- Hu L., Gao J., Wang C. Localized tenosynovial giant cell tumor in the infrapatellar fat pad: a very rare location. *Int J Clin Exp Med*. 2016;9(07):14453–14456.
- Lee D.H., Jeong T.W. Uncommon primary synovial chondromatosis involving only the infrapatellar fat pad in an elderly patient. *Knee Surg Relat Res*. 2016;28(01):79–82.
- Oshigiri T., Watanabe K., Otsubo H. Arthroscopic resection of multiple ossifying tumors in the infrapatellar fat pad. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*. 2012;4(01):43.
- Hashimoto K., Nishimura S., Yamagishi K. Extra-articular synovial osteochondroma of the Hoffa's fat pad involving the patellar tendon: A case report and literature review. *Mol Clin Oncol*. 2020;12(04):355–357.
- DuBose M., Taqi M. Hoffa Pad Impingement Syndrome. [Updated 2023 Feb 22]. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan.
- Somanathan A., Tandon A., Yang L.W. Review of magnetic resonance imaging features of complications after anterior cruciate ligament reconstruction. *Singapore Med J*. 2019;60(2):63–68.



УДК 616.711-002.7-08+543.429.2+616-073.43+620.179.16
DOI: 10.56871/ViM.2024.84.72.005

РЕДКОЕ КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ: «МНОГОЛИКОСТЬ» ЛУЧЕВОЙ КАРТИНЫ ЭОЗИНОФИЛЬНОЙ ГРАНУЛЕМЫ КОСТЕЙ У ДЕТЕЙ — ОТ ПЕРВИЧНОГО ОБРАЩЕНИЯ ДО ПОСТАНОВКИ ДИАГНОЗА

© Екатерина Викторовна Костромина^{1,2,3}, Татьяна Дмитриевна Андреева¹, Елена Владимировна Синельникова², Роман Андреевич Кадырлеев^{1,4}, Сергей Сергеевич Багненко^{1,2}, Илья Александрович Буровик¹, Екатерина Александровна Бусько^{1,4}, Эмилия Наумовна Столова², Ксения Вячеславовна Козубова¹, Эльвира Сергеевна Любимская¹, Вероника Сергеевна Луконина¹, Александра Васильевна Клименко⁵

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова. 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 68

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

³ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий имени академика А.М. Гранова. 197758, г. Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70

⁴ Санкт-Петербургский государственный университет. 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9

⁵ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова. 197022, г. Санкт-Петербург, ул. Льва Толстого, д. 6–8

Контактная информация: Екатерина Викторовна Костромина — к.м.н., старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагностики, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова; доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации СПбГПМУ; доцент кафедры радиологии, хирургии, онкологии РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова. E-mail: terik-dog@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X> SPIN: 4865-8479

Для цитирования: Костромина Е.В., Андреева Т.Д., Синельникова Е.В., Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Буровик И.А., Бусько Е.А., Столова Э.Н., Козубова К.В., Любимская Э.С., Луконина В.С., Клименко А.В. Редкое клиническое наблюдение: «многоликость» лучевой картины эозинофильной гранулемы костей у детей — от первичного обращения до постановки диагноза // Визуализация в медицине. 2024. Т. 6. № 3. С. 42–50. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.84.72.005>

Поступила: 03.07.2024

Одобрена: 27.08.2024

Принята к печати: 30.10.2024

Резюме. Эозинофильная гранулема (ЭГ) костей у детей является достаточно редкой патологией с неизвестной этиологией, относящейся к группе опухолеподобных образований костей. Учитывая редкую частоту встречаемости, а также схожесть клинической картины с другими опухолеподобными заболеваниями, возникают сложности как при постановке диагноза и выборе дальнейшей тактики лечения, так и при дифференциальной диагностике. Целью исследования было определить возможность постановки диагноза при первичном обращении, установить лучевую картину ЭГ, а также провести дальнейшее наблюдение за пациентами в динамике. За основу были взяты исследования на базе НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова с использованием следующих методов лучевой диагностики: ультразвуковое исследование, рентгеновское исследование, компьютерная томография.

Ключевые слова: эозинофильная гранулема, ультразвуковое исследование, компьютерная томография

RARE CLINICAL OBSERVATION: “THE MANY FACES” OF THE RAY-PATTERN OF EOSINOPHILIC BONE GRANULOMA IN CHILDREN — FROM INITIAL PRESENTATION TO DIAGNOSIS

© Ekaterina V. Kostromina^{1,2,3}, Tatyana D. Andreeva¹, Elena V. Sinelnikova², Roman A. Kadyrleev^{1,4}, Sergey S. Bagnenko^{1,2}, Ilya A. Burovik¹, Ekaterina A. Busko^{1,4}, Emiliya N. Stolova², Kseniya V. Kozubova¹, Elvira S. Liubimskaia¹, Veronika S. Lukonina¹, Alexandra V. Klimenko⁵

¹ National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Petrov. 68 Leningradskaya str., Saint Petersburg Pesochny settlement 197758 Russian Federation

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

³ Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies named after Academician A.M. Granov. 70 Leningradskaya str., Saint Petersburg Pesochny settlement 197758 Russian Federation

⁴ Saint Petersburg State University. 7–9 Universitetskaya emb., Saint Petersburg 199034 Russian Federation

⁵ Pavlov First Saint Petersburg State Medical University. 6–8 L'va Tolstogo str., Saint Petersburg 197022 Russian Federation

Contact information: Ekaterina V. Kostromina — Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at the Scientific Department of Diagnostic and Interventional Radiology ultrasound diagnostics physician, radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the NMIC of Oncology named after N.N. Petrov; Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics and Biomedical Imaging of AF and DPO of the SPbSPMU; Associate Professor RSCRST named after Academician A.M. Granov.
E-mail: terik-dog@mail.ru ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X> SPIN: 4865-8479

For citation: Kostromina EV, Andreeva TD, Sinelnikova EV, Kadyrleev RA, Bagnenko SS, Burovik IA, Busko EA, Stolova EN, Kozubova KV, Liubimskaia ES, Lukonina VS, Klimenko AV. Rare clinical observation: “the many faces” of the ray-pattern of eosinophilic bone granuloma in children — from initial presentation to diagnosis. *Visualization in Medicine*. 2024;6(3):42–50. DOI: <https://doi.org/10.56871/ViM.2024.84.72.005>

Received: 03.07.2024

Revised: 27.08.2024

Accepted: 30.10.2024

Abstract. Eosinophilic bone granuloma in children is a rather rare pathology with an unknown etiology belonging to the group of tumor-like bone formations. Given the rare frequency of occurrence, as well as the similarity of the clinical picture with other tumor-like diseases, difficulties arise both in making a diagnosis and choosing further treatment tactics and differential diagnosis. The purpose of the study was to determine the possibility of making a diagnosis at initial treatment, to establish a Ray-pattern of EG, as well as further follow-up of patients over time. The study was based on the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology using the following methods of radiation diagnostics — ultrasound, X-ray examination, computed tomography.

Keywords: eosinophilic granuloma, ultrasound, computed tomography

ВВЕДЕНИЕ

Эозинофильная гранулема впервые описана русским патологоанатомом Н.И. Таратыновым, расценившим ее как псевдотуберкулезную гранулему с кристаллами Шарко–Лейдена [4]. Эозинофильная гранулема характеризуется разрастанием ткани, содержащей в основном гистиоциты, формирующие более или менее компактные поля клеток, а также переменное число эозинофильных и нейтрофильных лейкоцитов, лимфоцитов, плазматических клеток, гигантских многоядерных клеток и фибробластов. Проведенные морфологические исследования позволяют выделить в течении эозинофильной гранулемы несколько стадий, каждой из которых соответствует определенная гистологическая картина с характерным клеточным составом, при этом следует подчеркнуть, что эти стадии в той или иной степени могут накладываться друг на друга [1, 4]:

1. *Аккумуляции и пролиферации гистиоцитов.* Характеризуется увеличением числа гистиоцитов, при этом происходит формирование фолликулообразных образований. Наблюдается также тесное прилегание гранулем к дистрофически измененной костной ткани.

2. *Гранулематозная.* Помимо скоплений гистиоцитов происходит дегенерация и резорбция костной ткани, из-за чего появляются очаги некроза.

При этом в участках активного рассасывания кости значительно увеличивается число сосудов.

3. *Обратного развития эозинофильная гранулема (ЭГ).* Характеризуется уменьшением числа

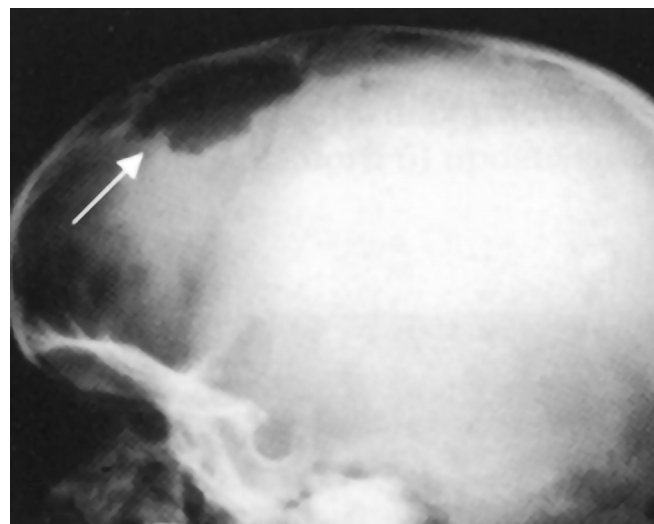


Рис. 1. На рентгеновских снимках при поражении костей черепа определяются дырчатые дефекты округлой формы (стрелка), напоминающие картину географической карты (Источник: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 1. X-ray images of skull bone lesions reveal round-shaped perforated defects (arrow) resembling a geographic map picture (Source: <https://radiopaedia.org/>)

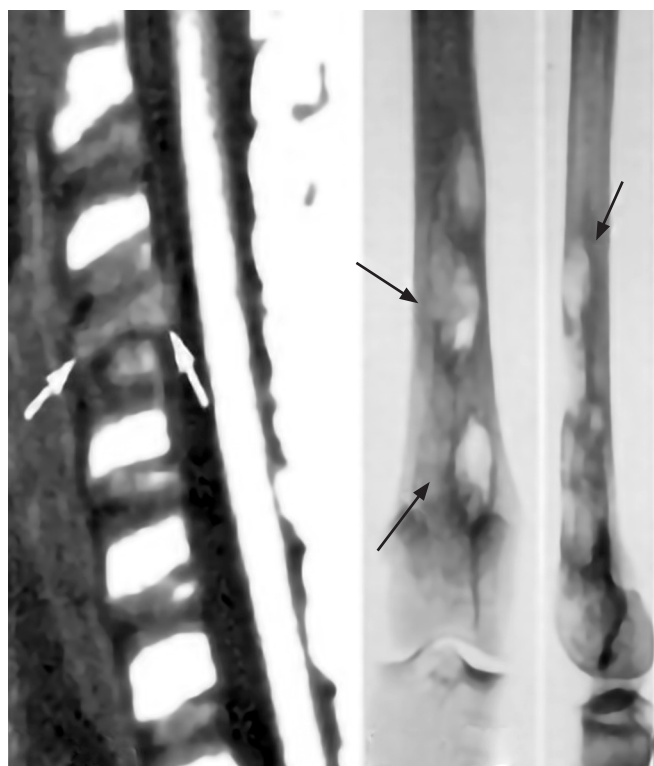


Рис. 2. При поражении плоских и трубчатых костей определяются образования овоидной или шаровидной формы, с полициклическими многофестончатыми контурами (стрелки) (а, б). При поражении трубчатых костей также выявляются очаги некроза (Источник: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 2. When flat and tubular bones are affected, X-rays determine the formation of an ovoid or spherical shape, with polycyclic multifestate contours (arrows) (a, b). Lesions of tubular bones also reveal foci of necrosis (Source: <https://radiopaedia.org/>)

гистиоцитов с последующей потерей структуры гранулемы. На месте разрушенной гранулемы постепенно развивается относительно рыхлая соединительная ткань, а в некоторых случаях и костная ткань [1, 4].

Индивидуальной клинической картины у ЭГ нет. Наиболее частыми проявлениями являются локальная болезненность в области выявления образования и отечность мягких тканей [5]. Другие симптомы относятся к группе общих проявлений: утомляемость, снижение аппетита, повышение температуры в области образования, общее недомогание. В клиническом анализе крови может быть незначительное повышение скорости оседания эритроцитов (СОЭ) и эозинофилов [5].

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА ЭОЗИНОФИЛЬНОЙ ГРАНУЛЕМЫ

Для диагностики ЭГ могут применяться как рентгенологические методы, так и ультразвуковое исследование (УЗИ) [2, 3].

Рентгенологическая картина ЭГ очень разнообразна, а также зачастую имитирует другие костные патологии. В зависимости от локализации процесса существуют отдельные признаки, по которым можно предположить диагноз ЭГ (рис. 1, 2, а, б) [6, 7].

Ультразвуковая картина также разнообразна.

При поражении костей черепа определяется деструкция и вздутие кости с истончением кортикального слоя. Деформация мягких тканей, как правило, не выявляется (рис. 3, а, б) [8].

При поражении плоских и трубчатых костей в серошкальном режиме определяется зона деструкции

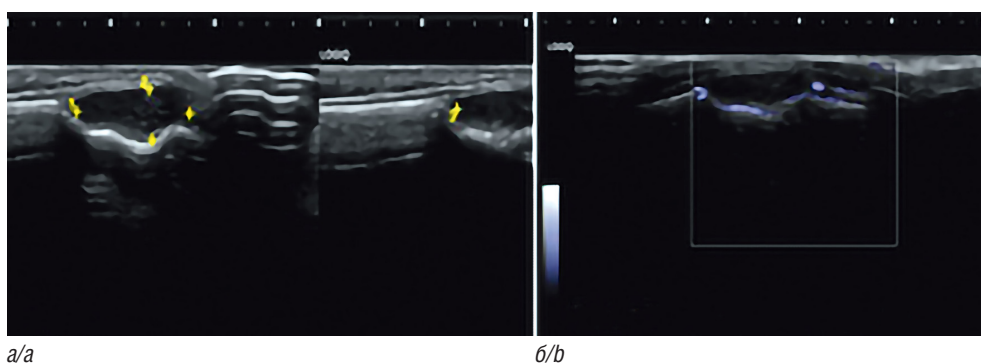


Рис. 3. В В-режиме при поражении костей черепа определяется вздутие кости с отсутствием костных балок на участке поражения, с четкими контурами, отмечается пролабирование наружной замыкательной пластины без деформации (а, б). При цветовом доплеровском картировании кровотоков в зависимости от стадии может отсутствовать либо быть перинодального типа и т.д. (Снимки предоставлены Е.В. Костроминой)

Fig. 3. In B-mode, when the bones of the skull are affected, bone swelling is determined with the absence of bone beams in the lesion site, with clear contours, lobbing of the external closure plate without deformation is noted (a, b). With color Doppler mapping, blood flow may be absent depending on the stage, perinodal type, etc. (Photos provided by E.V. Kostromina)

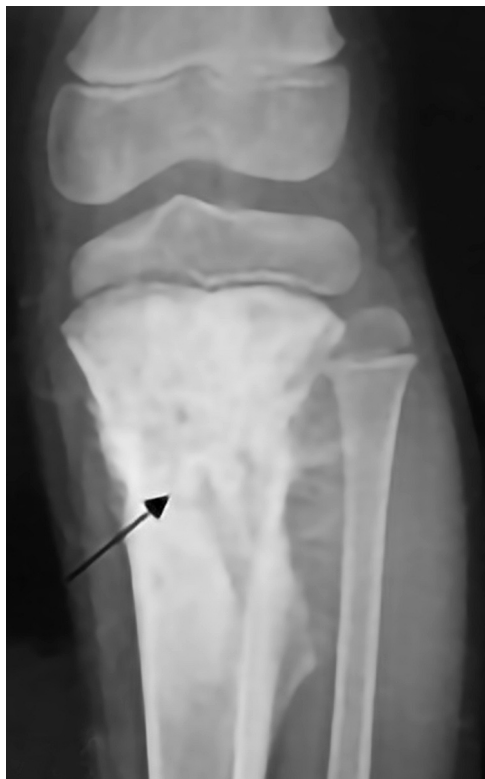


Рис. 4. На рентгеновском снимке в прямой проекции бедренной кости стрелкой показан очаг деструкции со спикулообразной периостальной реакцией (Источник: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 4. The X-ray in the direct projection of the femur with an arrow shows a focus of destruction with a spicular periosteal reaction (Source: <https://radiopaedia.org/>)

кости с разрушением или истончением кортикального слоя, контуры могут быть нечеткими, неровными, надкостница истончена. Деформация мягких тканей при любой локализации, как правило, не определяется [8].

ЭГ является опухолеподобным заболеванием, поэтому дифференциальная диагностика проводится с другими опухолями костей, а также с заболеваниями, у которых выражен мягкотканый компонент или периостальная реакция [4, 7, 9].

При остеогенной саркоме чаще поражаются трубчатые кости, выявляется очаг деструкции с нечеткими неровными контурами, с выраженной спикулообразной периостальной реакцией с образованием остеофитов, отмечается разрушение кортикального слоя с выходом мягкотканного компонента (рис. 4).

При остеомиелите поражаются бедренные кости, реже позвоночник. Определяются деструктивные очаги разнообразной величины, линейная периостальная реакция с гиперостостозом различной степени выраженности, при отсутствии мягко-



Рис. 5. На срезе МРТ в проекции позвоночника стрелкой показан очаг деструкции с выраженным отеком мягких тканей (Источник: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 5. On the MRI section in the projection of the spine with an arrow, the focus of destruction with pronounced edema of soft tissues is shown (Source: <https://radiopaedia.org/>)

тканного компонента выражен отек мягких тканей (рис. 5).

При саркоме Юинга локализация процесса может быть различна. Определяется деструкция кости с чередованием участков остеолиза и остеосклероза, определяется деструкция кортикального слоя с истончением или полным разрушением, отмечается игольчатая и пластинчатая периостальная реакция с образованием спикул, в структуре выражен мягкотканый компонент (рис. 6).

При неоссифицирующей фиброме определяются очаги овоидной формы с четкими ровными контурами, кортикальный слой не поврежден или несколько истончен, но, как правило, не выходит за его пределы (рис. 7).

При ультразвуковом исследовании в дифференцированном ряде также будут свои особенности [10–13].

При остеосаркоме определяется дефект кортикального слоя с истончением или полным разрушением кортикального слоя с последующим выходом мягкотканного компонента (рис. 8, а, б).



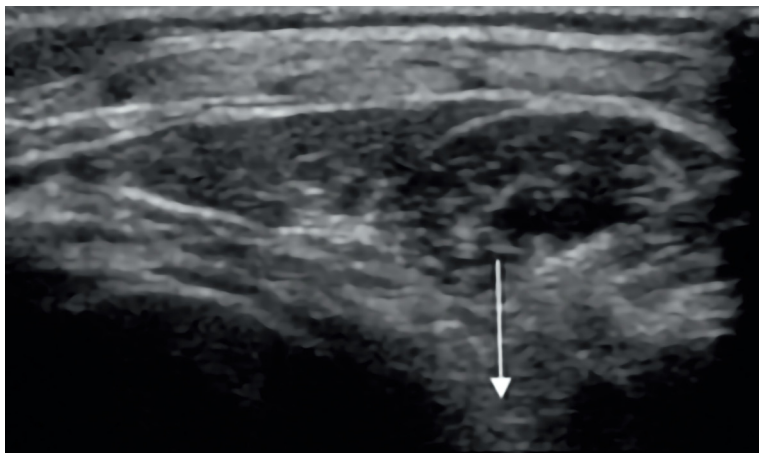
Рис. 6. На рентгеновском снимке в проекции плечевой кости выражены игольчатая и пластинчатая периостальная реакция с образованием спикул, в структуре выражен мягкотканый компонент (URL: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 6. In the X-ray, the projection of the humerus shows a needle and plate periosteal reaction with the formation of spicules, the structure shows a soft-tissue component (URL: <https://radiopaedia.org/>)

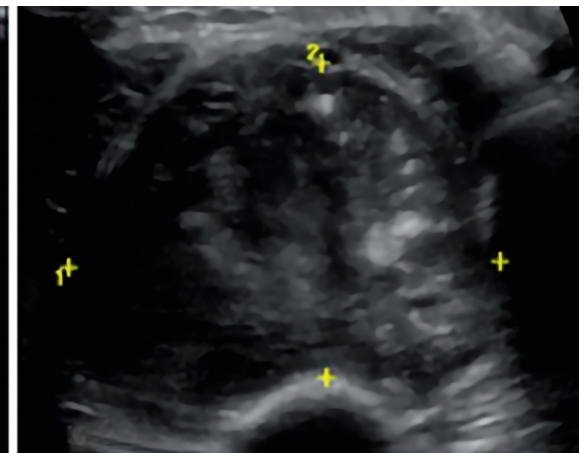


Рис. 7. На рентгеновском снимке в проекции большеберцовой кости стрелкой указан очаг овоидной формы, прилежащий к кортикальному слою кости без выхода за его пределы (Источник: <https://radiopaedia.org/>)

Fig. 7. An X-ray showing an ovoid lesion adjacent to the cortical layer of the bone without outflow is indicated by an arrow in the tibia projection (Source: <https://radiopaedia.org/>)



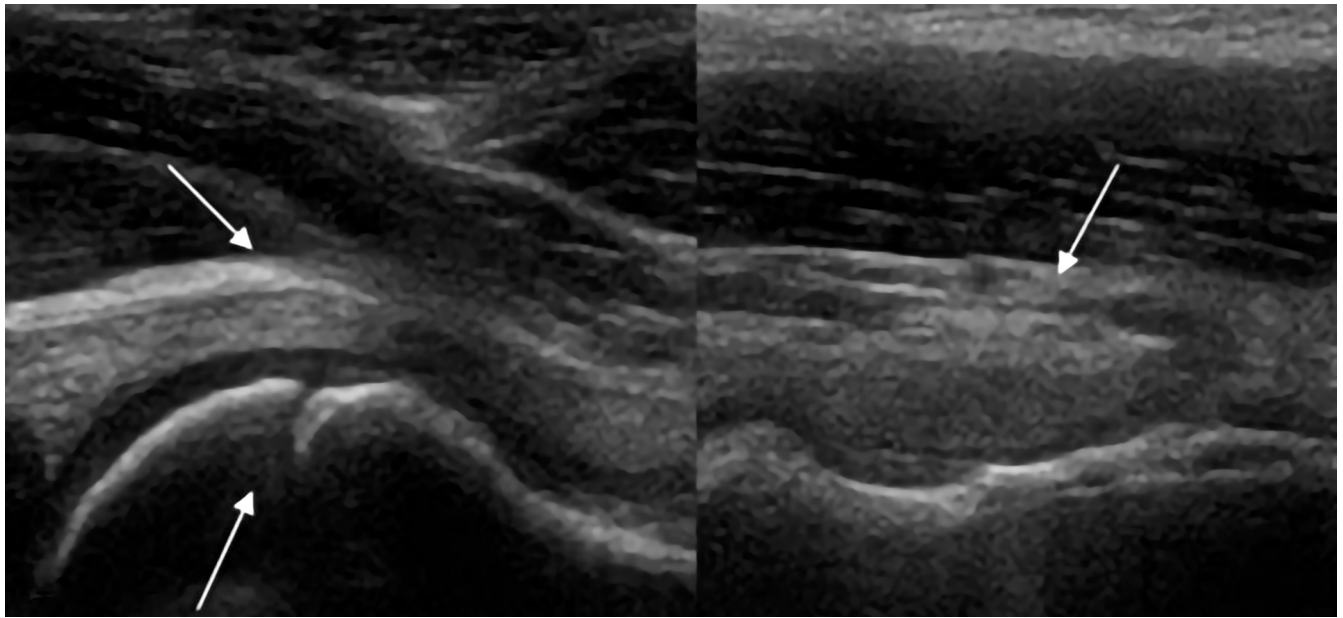
a/a



b/b

Рис. 8. В В-режиме стрелкой указан дефект кортикального слоя. Мягкотканый компонент визуализируется парасосально, неправильной формы, сниженной эхогенности, с нечеткими бугристыми контурами, в структуре гиперэхогенные включения (a, б). (Снимки предоставлены Е.В. Костроминой)

Fig. 8. In B-mode, the arrow indicates a defect in the cortical layer. The soft-tissue component is visualized parasagittally, irregularly shaped, reduced echogenicity, with indistinct tuberculous contours, in the structure hyperechoic inclusions (a, b). (Photos provided by E.V. Kostromina)

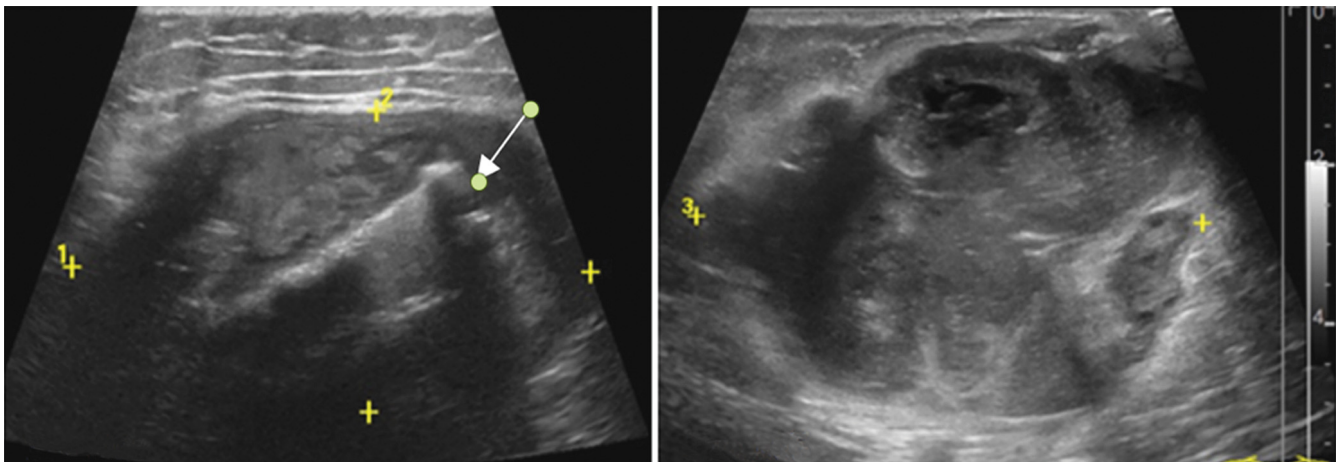


a/a

б/б

Рис. 9. В В-режиме стрелками указана деструкция кортикального слоя с утолщением надкостницы над зоной поражения (а, б). (Снимки предоставлены Е.В. Костроминой)

Fig. 9. In B-mode, ultrasound, arrows indicate the destruction of the cortical layer with thickening of the periosteum above the affected area (a, b). (Photos provided by E.V. Kostromina)



a/a

б/б

Рис. 10. В В-режиме стрелкой показан дефект кортикального слоя с полным его разрушением с последующим выходом мягкотканного компонента за пределы кости, в виде гипозоногенной «муфты», прилежащей широким основанием к кортикальному слою (а, б). (Снимки предоставлены Е.В. Костроминой)

Fig. 10. In B-mode, the arrow shows the defect of the cortical layer with its complete destruction, followed by the output of the soft tissue component, the soft tissue component looks like a hypoechoic coupling, adjacent to the cortical layer with a wide base (a, b). (Photos provided by E.V. Kostromina)

При остеомиелите также определяется деструкция кортикального слоя с истончением или полным разрушением кортикального слоя, надкостница утолщена, в структуре выявляются гиперэхогенные включения с последующей акустической тенью, могут прослеживаться анэхогенные затеки (рис. 9).

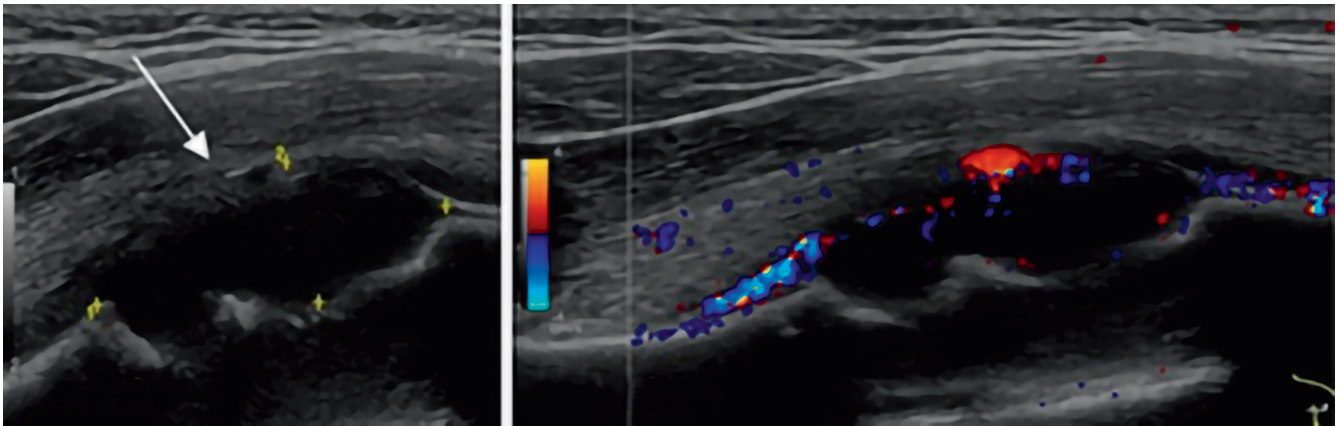
Саркома Юинга по характеру поражения напоминает остеосаркому. Выявляется дефект кортикального слоя с истончением или полным разрушением с последующим выходом мягкотканного компонента (рис. 10, а, б).

Неоссифицирующая фиброма методом УЗИ, как правило, не визуализируется, так как патологический процесс не выходит за кортикальный слой.



Рис. 11. КТ ОГК. По латеральному краю тела левой лопатки стрелкой показан участок вздутия кости с наличием деструктивной полости с мягкотканым компонентом, кистозной структуры, с утолщением кортикального слоя с участками деструкции по задней поверхности, выражена периостальная реакция по наружной и внутренней поверхности

Fig. 11. CT GC. Along the lateral edge of the body of the left shoulder blade, the arrow shows a section of bone distension with a destructive cavity with a cystic — soft-tissue component, with thickening of the cortical layer with destruction areas along the posterior surface, periosteal reaction on the external and internal surface is expressed



a/a

б/б

Рис. 12. УЗИ в В-режиме. В проекции латерального края левой лопатки стрелкой указана деструкция кости со вздутием кортикального слоя, центральная часть изменений сниженной эхогенности приближена к жидкостной, надкостница на уровне поражения истончена, прослеживается фрагментарно, фасция оттеснена, отмечается отек мышцы на уровне изменений (а, б). При цветовом доплеровском картировании определяется перинодальный усиленный кровоток

Fig. 12. Ultrasound in B-mode. In the projection of the lateral edge of the left shoulder blade, bone destruction with swelling of the cortical layer is determined, the central part of changes in reduced echogenicity is close to the liquid one, the periosteum is thinned at the level of the lesion, can be traced fragmentally, the fascia is pushed away, muscle edema is noted at the level of changes (a, b). With color Doppler mapping, perinodal enhanced blood flow is determined



Рис. 13. При КТ в лобной области справа стрелкой указано остеолитическое образование с нечеткими контурами, без периостальной реакцией с выраженным мягкотканым компонентом

Fig. 13. With CT in the frontal region on the right, the arrow indicates osteolytic formation, with indistinct contours, without periosteal reaction with a pronounced soft tissue component

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 1

Пациент О., 7 лет. В мае 2023 года впервые появилась боль в области левой лопатки. По месту жительства сделали рентген органов грудной клетки — образований выявлено не было. Была назначена нестероидная противовоспалительная терапия — динамика отсутствовала. В дальнейшем был консультирован в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. Выполнена компьютерная томография (КТ) по месту жительства — определялись деструктивные

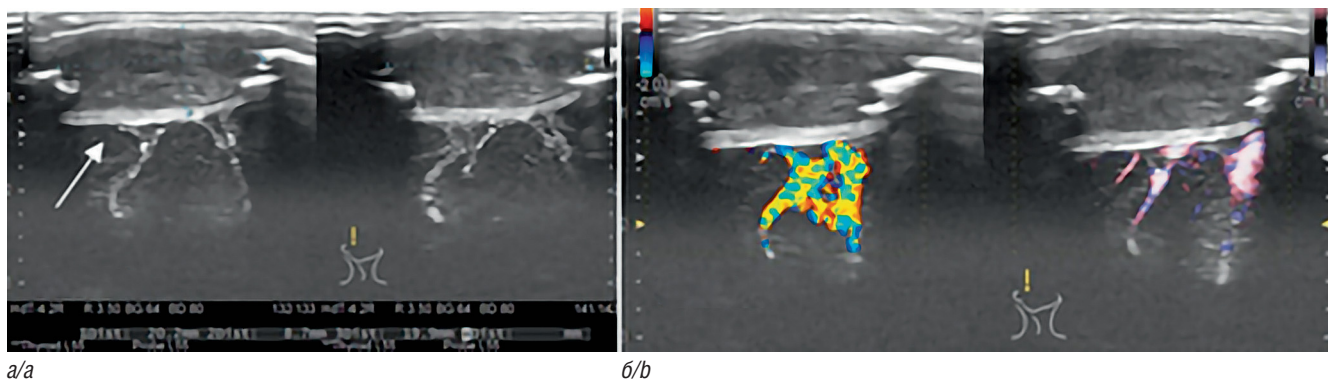


Рис. 14. В В-режиме в правой половине лобной кости стрелкой указана деструкция диплоэ и внутренней замыкательной пластины с нечеткими неровными контурами, без периостальной реакции, с внутренним мягкотканым компонентом, наружная замыкательная пластина не поражена, поражение мягких тканей над апоневрозом не определяется (а, б). В режиме цветового доплеровского картирования кровотока не определяется

Fig. 14. In B-mode, in the right half of the frontal bone, the arrow indicates the destruction of the diploë and the internal closure plate with indistinct uneven contours, without periosteal reaction, with the internal soft-tissue component, the external closure plate is not affected, soft tissue damage over aponeurosis is not detected. No blood flow is detected in color Doppler mapping mode

изменения в проекции тела левой лопатки. Принято решение о госпитализации для верификации диагноза.

Выполнена КТ органов грудной клетки (КТ ОГК) в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова (рис. 11).

Было также выполнено УЗИ мягких тканей в проекции пальпируемого образования (рис. 12, а, б).

Для верификации процесса была выполнена трепан-биопсия образования, но морфологическое исследование не дало однозначного ответа о природе опухоли, было принято решение об оперативном лечении. По результатам окончательного послеоперационного гистологического исследования операционного материала был выставлен окончательный диагноз: гистиоцитоз из клеток Лангерганса (эозинофильная гранулема).

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ 2

Пациент С., 8 лет. В марте 2021 года впервые выявили образование в лобной области справа.

Выполнена КТ костей черепа по месту жительства — определяется локальный очаг остеолитической лобной кости справа. Рекомендована госпитализация в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. Была выполнена КТ костей черепа (рис. 13).

Было также выполнено УЗИ (рис. 14, а, б).

На основании данных КТ черепа и УЗИ предварительное заключение — эозинофильная гранулема. Ребенок отправлен на динамическое наблюдение. В течение повторных исследований отмечалось уменьшение размера образования и через 1,5 года по данным КТ и УЗИ отмечался полный регресс изменений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные клинические наблюдения представляют большой интерес в связи с тем, что ЭГ является клинически сложной для постановки диагноза из-за отсутствия характерных признаков для данного заболевания, индивидуальных проявлений в каждом конкретном случае, а также редкой частотой возникновения. Клиническая и лучевая картины требуют более детального изучения ввиду схожести клинической картины ЭГ с другими видами костных поражений.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE. Наибольший вклад распределен следующим образом: концепция и план исследования — Е.В. Костромина, Т.Д. Андреева, В.С. Луконина, А.В. Клименко, сбор и анализ данных — И.А. Буровик, С.С. Багненко, К.В. Козубова, подготовка рукописи — Е.В. Синельникова, Э.Н. Столова, Е.А. Бусько, Р.А. Кадырлеев, Э.С. Любимская. Все авторы 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. All authors met the ICMJE authorship criteria. Special contribution aided in the concept and plan of the study — E.V. Kostromina, T.D. Andreeva, V.S. Lukonina, A.V. Klimenko, provided collection and mathematical analysis of data — I.A. Burovik, S.S. Bagnenko, K.V. Kozubova, preparation of the manuscript — E.V. Sinelnikova, E.N. Stolova, E.A. Busko, R.A. Kadyrleev, E.S. Liubimskaia. All authors read and approved the final version before publication.

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 patients for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ариэль Б.М., Двораковская И.В., Рыбакова М.Г., Маркусеvич Е.В. Гистиоцитоз легких из клеток Лангерганса как проблема клинической морфологии. *Вопросы онкологии*. 2014;60(1).
2. Ивлев В.В., Грудзинская М.С., Шлотов Н.П. Эозинофильная гранулема ребра: сложности дифференциальной диагностики и лечения (клиническое наблюдение). 2015:580–582.
3. Глушков А.В., Андриянова О.И., Манеров Ф.К., Меркулов Ю.Ю., Локтионов А.А. Гистиоцитоз из клеток Лангерганса с изолированным поражением лёгких у ребенка трех лет. *Общая реаниматология*. 2009;2:67–69.
4. Берченко Г.Н. Солитарная эозинофильная гранулема кости. *Архив патологии*. 1995;1:27–34.
5. Пономарева Е.Ю., Ребров А.П., Архангельская Е.Е., Рощина А.А., Стешенко Р.Н., Букия А.С., Дворникова Н.В., Москалева Н.Н. Гистиоцитоз X: клинические наблюдения. *Клиницист*. 2012;1:79–83.
6. Волков М.В. Костная патология детского возраста. Учебник. М.: Медицина; 1968.
7. Веснин А.Г., Семенов И.И. Атлас лучевой диагностики опухолей опорно-двигательного аппарата. М.–СПб.: BINOM–Невский диалект; 2002.
8. Bodner G., Kreczy A., Rachbauer F. Eosinophilic granuloma of the bone: Ultrasonographic imaging. University Hospital of Innsbruck. Austria; 2002.
9. Akiro Ando, Masahito Hatori, Masami Hosaka, Yoshihiro Hagiwara, Atsushi Kita, Eiji Itoi. Eosinophilic granuloma arising from the pelvis in children: A report of three cases. *Case Reports Ups J Med Sci*. 2008;113(2):209–16. DOI: 10.3109/2000-1967-230.
10. Боголепова Н.Н., Матюшевская Е.В. Рентгенодиагностика доброкачественных опухолей и опухолеподобных образований костей. *Педиатрический вестник Южного Урала*. 2016;1:41–45.
11. Долганова Т.И., Куфтырев Л.М., Щуров В.А., Пожарищенский К.Э. Ультразвуковые исследования костной и мягких тканей у больных при опухолях и опухолеподобных поражениях длинных трубчатых костей. *Гений ортопедии*. 1997;1.
12. Kil-Ho Cho, Young-Hwan Lee, Sung-Moon Lee, Muhammad Usman Shahid, Kyung Jin Suh, Joon Hyuk Choi. Sonography of bone and bone-related diseases of the extremities. *J Clin Ultrasound*. 2004;32:511–521.
13. Gaillard F., Walizai T., Spires R. et al. Osteomyelitis. Reference article. *Radiopaedia.org*. 2024.

REFERENCES

1. Ariel B.M., Dvorakovskaya I.V., Rybakova M.G., Markusevich Ye.V. Pulmonary Langerhans Cell Histiocytosis as a Problem of Clinical Morphology. *Voprosy onkologii*. 2014;60(1). (In Russian).
2. Ivlev V.V., Grudzinskaya M.S., Shlotov N.P. Eosinophilic granuloma of the rib: difficulties of differential diagnosis and treatment (clinical observation). 2015:580–582. (In Russian).
3. Glushkov A.V., Andriyanova O.I., Manerov F.K., Merkulov Yu.Yu., Loktionov A.A. Langerhans cell histiocytosis with isolated lung lesion in a three-year-old child. *Obshchaya Reanimatologiya*. 2009;2:67–69. (In Russian).
4. Berchenko G.N. Solitary eosinophilic granuloma of bone. *Arkhiv patologii*. 1995;1:27–34. (In Russian).
5. Ponomareva Ye.Yu., Rebrov A.P., Arkhangel'skaya Ye Ye., Roshchina A.A., Steshenko R.N., Bukiya A.S., Dvornikova N.V., Moskaleva N.N. Histiocytosis X: clinical observations. *Klinitsist*. 2012;1:79–83. (In Russian).
6. Volkov M.V. Bone pathology of childhood. Uchebnik. Moscow: Meditsina; 1968. (In Russian).
7. Vesnin A.G., Semenov I.I. Atlas of radiation diagnostics of tumors of the musculoskeletal system. Moscow–Saint Petersburg: BINOM–Nevskiy dialekt; 2002. (In Russian).
8. Bodner G., Kreczy A., Rachbauer F. Eosinophilic granuloma of the bone: Ultrasonographic imaging. University Hospital of Innsbruck. Austria; 2002.
9. Akiro Ando, Masahito Hatori, Masami Hosaka, Yoshihiro Hagiwara, Atsushi Kita, Eiji Itoi. Eosinophilic granuloma arising from the pelvis in children: A report of three cases. *Case Reports Ups J Med Sci*. 2008;113(2):209–16. DOI: 10.3109/2000-1967-230.
10. Bogolepova N.N., Matyushevskaya E.V. X-ray diagnostics of benign tumors and tumor-like bone formations. *Pediatricheskij Vestnik Yuzhnogo Urala*. 2016;1:41–45. (In Russian).
11. Dolganova T.I., Kufyrev L.M., Shchurov V.A., Pozharishchenskiy K.E. Ultrasound examinations of bone and soft tissues in patients with tumors and tumor-like lesions of long tubular bones. *Geniy ortopedii*. 1997;1. (In Russian).
12. Kil-Ho Cho, Young-Hwan Lee, Sung-Moon Lee, Muhammad Usman Shahid, Kyung Jin Suh, Joon Hyuk Choi. Sonography of bone and bone-related diseases of the extremities. *J Clin Ultrasound*. 2004;32:511–521.
13. Gaillard F., Walizai T., Spires R. et al. Osteomyelitis. Reference article. *Radiopaedia.org*. 2024.



ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Утв. приказом и.о. ректора
ФГБОУ ВО СПбГПМУ Минздрава России от 23.08.24

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 / Визуализация в медицине» (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 journalsю 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 lt2007@inbox.ru, а также через сайт <https://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>. Автор должен отправить конечную версию рукописи и дать файлу название, состоящее из фамилии первого автора и первых 2–3 сокращенных слов из названия статьи. Информацию об оформлении можно уточнить на сайте: https://www.gpmu.org/science/pediatrics-magazine//science/Visualization_medicine.

СОПРОВОДИТЕЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

К авторскому оригиналу необходимо приложить **экспертное заключение** о возможности опубликования в открытой печати (бланк можно скачать на сайте <https://ojs3.gpmu.org/index.php/visual-med>).

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 ВИНИТИ, 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 / Визуализация в медицине» 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 экспертного 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, ученая степень, 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 (Abstract) (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 / Визуализация в медицине» 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 неясны 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 (Keywords) — от 3 до 10 ключевых слов или словосочетаний, которые будут способствовать правильному перекрестному индексированию статьи, помещаются под резюме с подзаголовком «ключевые слова». Предпочтительно использовать ключевые словосочетания из 2–4 слов, наиболее точно отражающих тему статьи. 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 запятой.

5. Заголовки таблиц, подписи к рисункам, а также все тексты на рисунках и в таблицах должны быть на русском и английском языках.

6. Сокращений, кроме общеупотребительных, следует избегать. Сокращения в названии статьи, названиях таблиц и рисунков, в выводах недопустимы. Если аббревиатуры используются, то все они должны быть расшифрованы полностью при первом их упоминании в тексте (например: «Наряду с данными о РОН (резидуально-органической недостаточности), обуславливающей развитие ГКС (гиперкинетического синдрома), расширен диапазон исследований по эндогенной природе данного синдрома»).

7. 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.

В конце каждой статьи обязательно указываются вклад авторов в написание статьи, источники финансирования (если имеются), отсутствие конфликта интересов, наличие согласия на публикацию со стороны пациентов. Данная информация должна быть переведена на английский язык.

8. ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES). Список литературы должен представлять полное библи-

ографическое 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. 2021;10(2):49–53. Фамилии и инициалы авторов в пристатейном списке приводятся **в порядке упоминания** [1, 2, 3 и т.д.]. В описании указываются ВСЕ авторы публикации. Библиографические ссылки в тексте статьи даются цифрой в квадратных скобках. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

В оригинальных статьях допускается цитирование, как правило, не более 30 источников, в обзорах литературы — не более 60, в лекциях и других материалах — до 15. Библиография должна содержать большинство публикаций за последние 5 лет.

Книга:

Юрьев В.К., Моисеева К.Е., Глушенко В.А. Основы общественного здоровья и здравоохранения. Учебник. СПб.: СпецЛит; 2019.

Никифоров О.Н., ред. Санкт-Петербург в 2021 году. СПб.: Петростат; 2022.

Глава из книги:

Тутельян В.А., Никитюк Д.Б., Шарифетдинов Х.Х. Здоровое питание — основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний. В кн.: Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы. Т. 3. М.; 2019: 203–227.

Статья из журнала:

Карсанов А.М., Полунина Н.В., Гогичаев Т.К. Безопасность пациентов в хирургии. Часть 2: Программа менеджмента качества хирургического лечения. Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2019;1(35):56–65. DOI: 10.31556/2219-0678.2019.35.1.056-065.

Тезисы докладов, материалы научных конференций:

Марковская И.Н., Завьялова А.Н., Кузнецова Ю.В. Микробный пейзаж пациента первого года жизни с дисфагией, длительно находящегося в ОРИТ. XXX Конгресс детских гастроэнтерологов России и стран СНГ: тез. докл. М.; 2023: 29–31.

Салов И.А., Маринушкин Д.Н. Акушерская тактика при внутриутробной гибели плода. В кн.: Материалы IV Российского форума «Мать и дитя». Ч. 1. М.; 2000: 516–519.

Авторефераты, диссертации:

Авилов А.Ю. Девиации полоролевой идентичности мужчин с умственной отсталостью в условиях психоневрологического интерната. Автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб.; 2021.

Камакин Н.Ф. Пути гомеостатирования в крови инкретируемых пищеварительными железами гидролаз, их анаболическая и регуляторная роль: Дисс. ... д-ра мед. наук. Томск; 1985.

Патенты:

Баженов А.Н., Илюшина Л.В., Плесовская И.В., изобретатели; Баженов А.Н., Илюшина Л.В., Плесовская И.В., правопреемник. Методика лечения при ревматоидном артрите. Патент РФ RU 2268734. 27 января 2006 г.

Приказы:

Приказ Минздрава России от 20.10.2020 № 1130н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «акушерство и гинекология». Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/566162019?ysclid=lo30ib3c8k800071923> (дата обращения: 23.04.2024).

Описание интернет-ресурса:

Естественное движение населения. Москва: Росстат. Доступен по: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (дата обращения: 23.10.2023).

Для всех статей необходимо указывать индекс DOI в конце библиографического описания, а также EDN при его наличии.

Примеры:

Саттаров А.Э., Карелина Н.Р. Особенности ротовых процессов у мальчиков и юношей различных пропорций и телосложения, проживающих в южной части Кыргызстана. Педиатр. 2018;9(5):47–52. DOI: 10.17816/PED9547-52 EDN: YRAEPZ.

Voropaeva E.E., Khaidukova Yu.V., Kazachkova E.A., et al. Perinatal outcomes and morphological examination of placentas in pregnant women with critical lung lesions in new COVID-19 coronavirus infection. Ural Medical Journal. 2023;22(2):109–121. DOI: 10.52420/2071-5943-2023-22-2-109-121. EDN: CXRCMN. (In Russian).

Перевод и транслитерация

Если публикация написана **на русском языке** (на кириллице) и существует официальный перевод на английский язык, нужно привести этот вариант. Если официального перевода нет, следует перевести название публикации на английский язык самостоятельно. В конце описания в скобках указать язык издания.

Если цитируемая статья написана **на английском** (немецком, испанском, итальянском, финском, датском и других языках, использующих романский алфавит), *ссылку на нее следует привести на оригинальном языке опубликования* и в списке литературы, и в References. Пример (статья в норвежском журнале на норвежском языке):

Ellingsen AE, Wilhelmsen I. Sykdomsangst blant medisinske studenter. Tidsskr Nor Laegeforen. 2002;122(8):785–787. (In Norwegian).

Стандарт транслитерации. При транслитерации рекомендуется использовать систему BGN

(Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>

ФИО авторов, редакторов. Фамилии и инициалы всех авторов на латинице следует приводить в ссылке так, как они даны в оригинальной публикации. Если в оригинальной публикации уже были приведены на латинице ФИО авторов, в ссылке на статью следует указывать именно этот вариант (независимо от использованной системы транслитерации в первоисточнике). *Если в официальных источниках (на сайте журнала, в базах данных, в том числе в eLIBRARY) ФИО авторов на латинице не приведены, следует транслитерировать так же, как в предыдущих публикациях, или по системе BGN.*

Название публикации. Если у цитируемой работы существует официальный перевод на английский язык или англоязычный вариант названия (его следует искать на сайте журнала, в базах данных, в том числе в eLIBRARY), следует указать именно его. *Если в официальных источниках название публикации на латинице не приведено, следует перевести на английский язык самостоятельно.*

Название издания (журнала). Некоторые неанглоязычные научные издания (журналы) имеют кроме названия на родном языке официальное «параллельное» название на английском (например, у журнала «Сахарный диабет» есть официальное англоязычное название «Diabetes Mellitus»). Таким образом, для списка References в ссылке на статью из русскоязычного журнала следует указать либо транслитерированное название журнала, либо переводное. Переводное название журнала можно взять либо с официального сайта журнала (или использовать данные о правильном написании англоязычного названия из цитируемой статьи), либо проверить его наличие в базе данных, например в CAS Source Index, библиотеке WorldCat или каталоге Web of Science (ISI), каталоге названий базы данных MedLine (NLM Catalog), PubMed. *В случае, когда у журнала нет официального названия на английском языке, в References нужно приводить транслитерацию по системе BSI.* Не следует самостоятельно переводить названия журналов.

Место издания. Место издания в ссылках всегда следует указывать **на английском языке и полностью**, то есть Moscow, а не «Moskva» и не «M.», Saint Petersburg, а не «Sankt Peterburg» и не «SPb».

Название издательства/издателя. Название издательства для ссылок в References **следует только транслитерировать** (за исключением крайне редких случаев наличия у издателя параллельного официального англоязычного названия).

Приказы, указы, постановления и другие официальные документы, а также патенты транслитерируются.

Примеры перевода русскоязычных источников литературы для англоязычного блока статьи.

Книга:

Yuriev V.K., Moiseeva K.E., Glushchenko V.A. Fundamentals of public health and healthcare. Textbook. Saint Petersburg: SpetsLit; 2019. (In Russian).

Nikiforov O.N., ed. Saint Petersburg in 2021. Saint Petersburg: Petrostat; 2022. (In Russian).

Глава из книги:

Tutelyan V.A., Nikityuk D.B., Sharafetdinov Kh. Kh. Healthy nutrition is the basis of a healthy lifestyle and the prevention of chronic non-communicable diseases. In: Youth health: new challenges and prospects. Т. 3. Moscow; 2019: 203–227. (In Russian).

Статья из журнала:

Karsanov A.M., Polunina N.V., Gogichaev T.K. Patient safety in surgery. Part 2: Quality management program for surgical treatment. Medical technologies. Evaluation and selection. 2019;1(35):56–65. DOI: 10.31556/2219-0678.2019.35.1.056-065. (In Russian).

Тезисы докладов, материалы научных конференций:

Markovskaya I.N., Zavyalova A.N., Kuznetsova Yu.V. Microbial landscape of a patient in the first year of life with dysphagia who has been in the ICU for a long time. XXX Congress of pediatric gastroenterologists of Russia and the CIS countries: abstract. report. Moscow; 2023: 29–31.

Salov I.A., Marinushkin D.N. Obstetric tactics in intrauterine fetal death. In: Materialy IV Rossiyskogo foruma “Mat’ i ditya”. Part 1: Moscow; 2000: 516–519. (In Russian).

Авторефераты, диссертации:

Avilov A.Yu. Deviations of gender role identity of men with mental retardation in a psychoneurological boarding school. PhD thesis. Saint Petersburg; 2021. (In Russian).

Kamakin N.F. Ways of homeostatization of hydrolases secreted by digestive glands in the blood, their anabolic and regulatory role. MD dissertation. Tomsk; 1985. (In Russian).

Патенты:

Vazhenov AN, Ilyushina LV, Plesovskaya IV, inventors; Vazhenov AN, Ilyushina LV, Plesovskaya IV, assignee. Metodika lecheniia pri revmatoidnom artrite. Russian Federation patent RU 2268734. 2006 Jan 27. (In Russian).

Приказы:

Prikaz Minzdrava Rossii ot 20.10.2020 N 1130n “Ob utverzhdenii Poryadka okazaniya meditsinskoy pomoshchi po profilyu “akusherstvo i ginekologiya”. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/566162019?ysclid=lo30ib3c8k800071923> (accessed: 23.04.2024). (In Russian).

Описание Интернет-ресурса:

Natural population movement. Moscow: Rosstat. Available at: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781> (accessed: 10/23/2023). (In Russian).

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).

Пример списка литературы (References):

ЛИТЕРАТУРА

1. Криворученко В.К. Жестокое обращение с ребенком. Проявление и меры предотвращения. Информационный гуманитарный портал Знание. Понимание. Умение. 2012; 3. Доступен по: http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/3/Krivoruchenko_Child-Abuse (дата обращения: 27.12.2023).
2. Jacobi G., Dettmeyer R., Banaschak S., Brosig B., Herrmann B. Child abuse and neglect: diagnosis and management. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(13):231–239. DOI: 10.3238/arztebl.2010.0231.

REFERENCES

1. Krivoruchenko V.K. Child abuse. Manifestation and prevention measures. Informationsnyy humanitarnyy portal Znaniye. Ponimaniye. Umeniye. 2012; 3. Available from: http://www.zpu-journal.ru/e-zpu/2012/3/Krivoruchenko_Child-Abuse (accessed: 27.12.2023) (In Russian).
2. Jacobi G., Dettmeyer R., Banaschak S., Brosig B., Herrmann B. Child abuse and neglect: diagnosis and management. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(13):231–239. DOI: 10.3238/arztebl.2010.0231.

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, выводы, литература.

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.

В конце каждой статьи обязательно указываются вклад авторов в написание статьи, источники финансирования (если имеются), отсутствие конфликта интересов, наличие согласия на публикацию со стороны пациентов.

Объем рукописей.

Объем рукописи обзора не должен превышать 25 стр. машинописного текста через два интервала, 12 кеглем (включая таблицы, список литературы, 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 колонтитул — сокращенный заголовок и нумерацию страниц, для помещения сверху 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 представ-

лены 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 2 — 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>.