

ООО «Центральный научно-исследовательский
институт лучевой диагностики»

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА

Научно-практический журнал для работников медицинской радиологической службы России

RADIOLOGY – PRACTICE

№ 1 2023



Научный рецензируемый журнал / Scientific Peer-reviewed Journal

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА / RADIOLOGY – PRACTICE**№ 1, 2023****История, периодичность, цели / History, Periodicity, Goals**

Журнал «Радиология — практика» издается с 2000 года с периодичностью 6 выпусков в год. Основной целью издания является освещение современных технологий и аппаратуры для получения и анализа медицинских радиологических изображений, способов клинического использования лучевой диагностики — рентгенографии, МРТ, КТ, УЗИ, радионуклидных исследований. Рассматриваются вопросы непрерывного образования и подготовки кадров лучевых специалистов, стандартизации всех видов современных лучевых исследований, объективной аккредитации отделений лучевой диагностики, сертификации, лицензирования и аттестации специалистов. Рассматриваются медико-технические проблемы — аппаратура, методика исследований, радиационная безопасность и охрана труда. Издание ориентировано на врачей-рентгенологов, инженеров, рентгенолаборантов, техников, дозиметристов, всех ведущих специалистов по лучевой диагностике, заведующих отделениями этого профиля, главных врачей, руководителей городского и республиканского масштаба, формирующих техническую политику в здравоохранении.

Журнал «Радиология — практика» входит в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК (номер 1705).

The journal «Radiology — practice» is being published since 2000 with a frequency of 6 issues per year. The main goal of the issue is coverage of modern technologies and the equipment which aims radiologic images analyses, methods of clinical application: radiography, MRI, CT, ultrasound and radionuclide investigations. We make a scope of continuing education and preparation of x-ray specialists, standardization of all kinds modern x-ray examinations, objective accreditation of x-ray diagnostic departments, and certification, licensing and specialists attesting. We give medical-technical reviews, such as equipment, examinations methodology, radiation safety, and labour protection. The Journal is intended for x-ray doctors, engineers, medical assistants, technical personnel, dosimetrists, all the leading specialists in x-ray diagnosis, departments' chiefs in this sphere, chief doctors, and leaders of city/republic level who develop equipment policy in healthcare system.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации / Certificate of the Mass Media Registration

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ЭЛ № ФС77-80253 от 19 января 2021 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.

Certificate of the Mass Media Registration ЭЛ № ФС77-80253 issued on the 19.01.2021, issued by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor), Ministry of Digital Development, Communications and Mass Media of the Russian Federation.

Учредители журнала / Journal Founders

© Общество с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики» (Москва).

Limited Liability Company «Central Research Institute of Radiation Diagnostics» (Moscow).

109431, г. Москва, ул. Авиаконструктора Миля, д. 15/1, помещение XI, комн. 1–12.

15/ 1, compartment XI, room 1–12, Aviakonstruktor Mil' st., Moscow, 109431.

© Непубличное акционерное общество «АМИКО» (Москва).

Non-public joint-stock company «AMICO» (Moscow).

Издательство / Publisher

Общество с ограниченной ответственностью «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики» (Москва).

Limited Liability Company «Central Research Institute of Radiation Diagnostics» (Moscow).

109431, г. Москва, ул. Авиаконструктора Миля, д. 15/1, помещение XI, комн. 1–12.

15/ 1, compartment XI, room 1–12, Aviakonstruktor Mil' st., Moscow, 109431.

E-mail: info@radp.ru

+7 (495) 980-52-38

ББК 53.6

УДК 616.71

Редакционная коллегия журнала / Editorial Board of the Journal

Главный редактор / Chief Editor

Васильев Александр Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Vasil'ev Alexandr Yur'evich, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Department of Radiology of Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.

ORCID.org/0000-0002-0635-4438

[Scopus](#)

Ответственный секретарь / Executive secretary

Павлова Тамара Валерьевна, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики».

Pavlova Tamara Valeryevna, M. D. Med., Senior Researcher at the Central Research Institute of Radiation Diagnostics LLC.

ORCID.org/0000-0002-2759-0552

Члены редколлегии / Editorial Board Members

Блинов Николай Николаевич, доктор технических наук, директор НΠΑО «АМИКО», профессор кафедры медицинской физики МИФИ, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Blinov Nikolay Nikolaevich, M. D. Techn., Professor of Department of Medical Physics of the National Nuclear Research University of Moscow Engineering Physics Institute, Professor of Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokoimov, Ministry of Healthcare of Russia.

Дергилев Александр Петрович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Dergilev Aleksandr Petrovich, M. D. Med., Professor, Head of Diagnostic Imaging Department, Novosibirsk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia.

ORCID.org/0000-0002-8637-4083

Захарова Наталья Евгеньевна, доктор медицинских наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.

Zakharova Natal'ya Evgen'evna, M. D. Med., Professor of the Russian Academy of Sciences, Leading Researcher, Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.

ORCID.org/0000-0002-0516-3613

[Scopus](#)

Капустин Владимир Викторович, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Kapustin Vladimir Viktorovich, M. D. Med., Docent, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of RussiaMoscow Healthcare Department.

ORCID.org/0000-0002-3771-1354

Климова Наталья Валерьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой многопрофильной клинической подготовки Медицинского института, Сургутский государственный университет; заведующая рентгенологическим отделением, Сургутская окружная клиническая больница.

Klimova Natal'ya Valer'evna, M. D. Med, Professor, Head, Multiprofile Clinic Training Department, Medical Institute, Surgut State University; Head Radiology Department, Surgut Regional Clinical Hospital.
ORCID.org/0000-0003-4589-6528

Кротенкова Марина Викторовна, доктор медицинских наук, заведующая отделом лучевой диагностики института клинической и профилактической неврологии ФГБНУ «Научный центр неврологии».

Krotenkova Marina Viktorovna, M.D. Med., Head of the Department of Radiation Diagnostics of the Institute of Clinical and Preventive Neurology, Research Center of Neurology.
ORCID.org/0000-0003-3820-4554

Левшакова Антонина Валерьевна, доктор медицинских наук, заведующая отделением КТ и МРТ МНИОИ им. П. А. Герцена — филиала ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Levshakova Antonina Valer'evna, M. D. Med., Head of the Department of computed tomography and magnetic resonance imaging of Moscow, Research Oncological Institute named after P. A. Herzen — branch of «National Medical Research Center of Radiology», Ministry of Healthcare of Russia, Associated Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia.
ORCID.org/0000-0002-2381-4213

[Scopus](#)

Лежнев Дмитрий Анатольевич, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВП «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Lezhnev Dmitry Anatol'evich, M. D. Med., Head of Department of Radiology, Moscow State Medical University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.
ORCID.org/0000-0002-7163-2553

[Scopus](#)

Морозова Татьяна Геннадьевна, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Morozova Tat'jana Gennad'evna, M. D. Med., Docent, Head of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia.
ORCID.org/0000-0003-4983-5300

Ольхова Елена Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы».

Olkhova Elena Borisovna, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Department of Radiology, Ministry of Healthcare of Russia; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow of Healthcare Department.
ORCID.org/0000-0003-3757-8001

Петровская Виктория Васильевна, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России.

Petrovskaya Victoriya Vasil'yevna, M. D. Med., Professor of Department of Radiology, Moscow State University of Medicine and Dentistry named after A. I. Evdokimov, Ministry of Healthcare of Russia.
ORCID.org/0000-0001-8298-9913

[Scopus](#)

Петрова Екатерина Борисовна, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород.

Petrova Ekaterina Borisovna, D. Med., Associate Professor, Professor of Department of Radiodiagnosis, Faculty of Doctors Advanced Training, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod.

ORCID.org/0000-0002-2829-515X

[Scopus](#)

Пронин Игорь Николаевич, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России.

Pronin Igor' Nikolaevich, M. D. Med., Professor, Academician the Russian Academy of Sciences, Head of Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.

ORCID.org/0000-0002-4480-0275

СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Обращение главного редактора Message from the Editor in Chief	8
--	---

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ ORIGINAL RESEARCH

Нейрогенная артропатия, хронический остеомиелит, диабетическая стопа: дифференциальная рентгеновская и МСКТ-диагностика Г. В. Дьячкова, А. С. Судницин, Н. М. Ключин, А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, Е. В. Хиева Neurogenic Arthropathy, Chronic Osteomyelitis, Diabetic Foot: Differential X-Ray and MSCT Diagnostics Galina V. Diachkova, Anatoliy S. Sudnitsyn, Nikolai M. Klyushin, Aleksander V. Burtsev, Konstantin A. Diachkov, Ekaterina V. Khieva.....	10
Прогностическая значимость критериев метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке шейки матки по данным магнитно-резонансного исследования Е. Г. Жук, И. А. Косенко Prognostic Significance of the Criteria for Metastatic Involvement of Regional Lymph Nodes in Cervical Cancer According to Magnetic Resonance Imaging Findings Elena G. Zhuk, Irina A. Kosenko	30

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ MEDICAL TECHNOLOGY

Перспективы метода магнитно-резонансной томографии для оценки биоэластической функции стенки аорты К. Р. Бриль, А. А. Пронкин, Т. Н. Галян, М. В. Малахова, В. Ю. Усов, В. В. Ховрин Prospects of the Magnetic Resonance Imaging Method for Assessing the Bioelastic Function of the Aortic Wall Kristina R. Bril', Aleksandr A. Pronkin, Tat'yana N. Galyan, Mariya V. Malakhova, Vladimir Yu. Usov, Valeriy V. Khovrin.....	40
Опыт применения внутрисосудистого ультразвукового исследования у коморбидного пациента высокого хирургического риска Е. Б. Шахов, Е. Б. Петрова, А. Д. Лямаев, Е. В. Чеботарь, А. А. Шульц, С. П. Шарланов Using Intravascular Ultrasound as Experience in a Comorbid Patient of High Surgical Risk Evgeniy B. Shakhov, Ekaterina B. Petrova, Aleksandr D. Lyamaev, Evgeniy V. Chebotar', Anton A. Shul'ts, Sergey P. Sharlanov	53

КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Посттравматическая псевдоаневризма печеночной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы)

О. А. Виноградова, А. В. Романова

Post-traumatic Pseudoaneurysm of Hepatic Artery (Case Report and Literature Review)

Ol'ga A. Vinogradova, Aleksandra V. Romanova63

Магнитно-резонансная томография при субхондральном стрессовом переломе от недостаточности костной ткани медиального мыщелка бедренной кости (клинический пример)

А. П. Иванков, П. В. Селивёрстов

Magnetic Resonance Imaging of Subchondral Insufficiency Fracture of the Medial Femoral Condyle (Clinical Case)

Aleksandr P. Ivankov, Pavel V. Seliverstov72

НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ХРОНИКА, ОБЪЯВЛЕНИЯ SCIENTIFIC INFORMATION, CHRONICLE, ADS

Отчет о проведении научно-практической конференции «Лучевая диагностика: Смоленск – зима 2023»

Report on the Scientific and Practical Conferences
«Radiation Diagnostic: Smolensk – Winter 2023»83

Отчет о проведении научной конференции, посвященной 10-летию Фонда развития лучевой диагностики «От зарождения до перспектив»

Report on the Scientific Sonference Dedicated
to the 10th Anniversary Foundation for the Development
of Radiation Diagnostics «From Inception to Prospects»85

Правила оформления материалов, направляемых в редакцию журнала «Радиология — практика», в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021

Rules for Preparation of Materials Sent
to the Editorial Board of the Journal «Radiology – Practice»,
in Accordance with GOST R 7.0.7-202195



Уважаемые коллеги!

Представляю вам первый номер журнала за 2023 год. У журнала новый ответственный секретарь — доктор медицинских наук Павлова Тамара Валерьевна (e-mail: radiology-practice@yandex.ru).

Организационный механизм приема, рецензирования и публикации статей остается прежним. Все вопросы по публикациям статей будут осуществляться через сайт журнала radr.ru в соответствии с ГОСТом Р 7.0.7-2021, введенным в действие Приказом Росстандарта от 18.02.2021 №728-ст.

Хотелось бы поблагодарить профессора Егорову Елену Алексеевну за работу ответственным секретарем журнала на протяжении многих лет.

Теперь о планах на текущий год. По-прежнему основной акцент в публикациях будет строиться на качестве представленных статей. К сожалению, в последние годы мы стали свидетелями снижения качества публикаций как с точки зрения научной составляющей, так и в аспекте оформления публикаций. Большое количество журналов привело к возможности для авторов публиковать статьи без статистической обработки, с грамматическими и орфографическими ошибками, с элементами плагиата.

Особое внимание будет обращено на публикации для регионального здравоохранения с учетом внедрения новых технологий в практическое здравоохранение. И в этих случаях особую роль будут играть статьи из профильных НИИ и вузов, чтобы в лечебных учреждениях нашей страны осуществлялся единый подход к диагностике заболеваний. Очень рассчитываю на статьи методологического характера.

В связи с большим интересом к тематическим номерам в 2023 году их будет два: по маммологии (№ 3) и педиатрии (№ 5). Ждем любых материалов в эти номера — обзоры, результаты собственных исследований, клинические наблюдения.

От своего имени хотел бы поблагодарить членов редакционной коллегии за активную работу в журнале, публикации и качественное рецензирование статей и призывать всех к публикационной активности.

*Главный редактор, заслуженный деятель науки РФ,
член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук,
профессор А. Ю. Васильев*



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья
УДК 616.728.3-089.49:615.468
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-10-29>

Нейрогенная артропатия, хронический остеомиелит, диабетическая стопа: дифференциальная рентгеновская и МСКТ-диагностика

Г. В. Дьячкова*, А. С. Судницин, Н. М. Ключин,
А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, Е. В. Хиева

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

Реферат

Рентгеновская и МСКТ-дифференциальная диагностика между нейрогенной артропатией, диабетической остеонейроартропатией (ДОНАП), осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, изучена недостаточно. Цель исследования состояла в изучении МСКТ-семиотики различных вариантов нейрогенной артропатии, диабетической нейроостеоартропатии, осложненных остеомиелитом, и хронического посттравматического остеомиелита для обоснования этиопатогенетического лечения. У 44 больных нейрогенной артропатией, ДОНАП, осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, изучены результаты полипозиционной рентгенографии и МСКТ до лечения с целью дифференциальной диагностики. Одноцентровое ретроспективное исследование. Методом рентгенографии и МСКТ выявлены дифференциально-диагностические отличия нейрогенной артропатии, ДОНАП, осложненных остеомиелитом и хроническим остеомиелитом. Они проявляются локализацией деструктивных процессов, характерными изменениями углов стопы и нарушением архитектоники костей, сопутствующими изменениями сосудов и мягких тканей. Для нейрогенной артропатии характерна дезорганизация суставов, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры губчатых костей. ДОНАП проявляется выражен-

* **Дьячкова Галина Викторовна**, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, г. Курган.

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

Телефон: +7 (909) 174-57-94. Электронная почта: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

* **Galina V. Diachkova**, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia.

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

Phone number: +7 (909) 174-57-94. E-mail: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

© Г. В. Дьячкова, А. С. Судницин, Н. М. Ключин, А. В. Бурцев, К. А. Дьячков, Е. В. Хиева.

ными деструктивными изменениями среднего отдела стопы, коллапсом костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий склероз Менкеберга), «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стопой-качалкой», увеличением плотности пяточной кости. Для хронического остеомиелита характерно изолированное поражение одной или нескольких костей; наличие свищевого хода, очаговые нарушения трабекулярного рисунка, снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза.

Ключевые слова: нейрогенная артропатия, хронический остеомиелит, диабетическая стопа, дифференциальная МСКТ-диагностика.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Работа проведена в рамках выполнения государственного задания «Персонализация методов диагностики и лечения больных костно-суставной патологией осложненной гнойной инфекцией, обеспечивающих стойкое подавление гнойного процесса и восстановление ортопедического статуса». Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Neurogenic Arthropathy, Chronic Osteomyelitis, Diabetic Foot: Differential X-Ray and MSCT Diagnostics

Galina V. Diachkova*, Anatoliy S. Sudnitsyn, Nikolai M. Klyushin, Aleksander V. Burtsev, Konstantin A. Diachkov, Ekaterina V. Khieva

Federal State Budgetary Institution «National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics» Ministry of Healthcare of Russia

Abstract

X-ray and MSCT-differential diagnostics between neurogenic arthropathy, diabetic osteo-neuroarthropathy (DONAP), complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis, has not been studied enough.

The purpose of the study was to study the MSCT semiotics of various variants of neurogenic arthropathy, DONAP complicated by osteomyelitis and chronic post-traumatic osteomyelitis in order to substantiate etiopathogenetic treatment. In 44 patients with neurogenic arthropathy, DONAP, complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis, the results of polypositional radiography, MSCT were studied before treatment for the purpose of differential diagnosis. Single center retrospective study. MSCT and x-ray revealed differential diagnostics differences between neurogenic arthropathy, DONAP, complicated by osteomyelitis and chronic osteomyelitis. They are manifested by the localization of destructive processes, characteristic changes in the angles of the foot and a violation of the architectonics of the bones, concomitant changes in blood vessels and soft tissues. Neurogenic arthropathy is characterized by disorganization of the joints, bone resorption, giving the impression of surgical amputation, sharpening of the ends of the metatarsal bones, a symptom of «pestle in a mortar», a violation of the structure of spongy bones. DONAP is manifested by pronounced destructive changes in the midfoot, collapse of the tarsal bones with defects, fragmentation, vascular calcifications (Menckeberg), a «pathological» reference line, an increase in the Meary angle, a decrease in the angle of the calcaneus, and a «rocking foot»,

increased density of the calcaneus. Chronic osteomyelitis is characterized by an isolated lesion of one or more bones; the presence of a fistulous tract, focal disorders of the trabecular pattern, a decrease in the density of adjacent bones, the presence of isolated foci of sclerosis.

Key words: Neurogenic Arthropathy, Chronic Osteomyelitis, Diabetic Foot, Differential MSCT Diagnostics.

Research funding and conflict of interest

The work was carried out within the framework of the state task «Personalization of methods for diagnosing and treating patients with osteoarticular pathology complicated by purulent infection, providing stable suppression of the purulent process and restoration of orthopedic status». The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Рентгенологи, ортопеды и эндокринологи достаточно часто встречаются с тремя совершенно различными по этиологии, но очень похожими по многим рентгенологическим симптомам заболеваниями, к которым относятся нейрогенная артропатия, ДОНАП, хронический остеомиелит [4, 5, 9]. Количество исследований, которые посвящены данной патологии, с каждым годом увеличивается, поскольку имеет место постоянный рост числа больных сахарным диабетом, остеомиелитом, в том числе и костей стопы [1, 4, 5, 8, 15]. Терминологические вопросы, связанные с артропатией стопы на фоне неврологических нарушений различной этиологии, периферической нейропатией при сахарном диабете, обсуждаются много лет и в отечественной и зарубежной литературе трактуются неоднозначно. Указанная патология относится большинством авторов к невропатической остеоартропатии Шарко (ОШ) — прогрессирующему заболеванию, поражающему кости, суставы и мягкие ткани стопы и голеностопного сустава, чаще всего ассоциированное с диабетической нейропатией. В это понятие относят как нейрогенную артропатию при различных заболеваниях, сопровождающихся поражением периферических отделов нервной системы,

так и артропатию, связанную с нарушением периферической иннервации у больных сахарным диабетом ДОНАП [1, 6, 7, 10]. Поскольку нейрогенная артропатия и ДОНАП часто осложняются хроническим остеомиелитом, необходима и дифференциальная диагностика с хроническим остеомиелитом, связанным с травмой или оперативным вмешательством. С точки зрения W. J. Metsemakers и др. (2018), существуют четыре подтверждающих посттравматический остеомиелит критерия:

1. Свищ, полость или рана.
2. Гнойный дренаж из раны или наличие гноя во время операции.
3. Фенотипически неразличимые патогены, идентифицируемые культурой, по меньшей мере, из двух отдельных глубоких образцов ткани / имплантата.
4. Наличие микроорганизмов в глубоких тканях, взятых во время оперативного вмешательства, подтвержденных гистопатологическим исследованием, которые рассматриваются при наличии рекомендуемых клинических и рентгенологических критериев [17]. «Золотым стандартом» диагностики хронического остеомиелита, по мнению M. Panteli, P. V. Giannoudis (2016), является

наличие выявленного возбудителя при посеве и гистологическое исследование кости [18]. Однако для дифференциальной диагностики с заболеваниями, осложненными хроническим остеомиелитом, этого недостаточно. Дифференциация хронического остеомиелита и остеонейроартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом, требует тщательного анализа локализации. КТ имеет более высокое костное разрешение и лучше демонстрирует костные изменения, такие как разрушение корковой пластинки, периостальная реакция и образование секвестров, газ [15, 19]. Достаточно много работ опубликовано о дифференциальной МРТ-диагностике артропатии Шарко, осложненной и неосложненной остеомиелитом, между хроническим остеомиелитом и остеонейроартропатией Шарко [11, 12]. Практически нет исследований о дифференциальной диагностике нейрогенной артропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, возникшим после травм или операций. Что касается рентгеновской и МСКТ-дифференциальной диагностики перечисленных заболеваний, то она представлена в ограниченном количестве работ, тогда как при деструктивных стадиях заболевания, когда пациенты поступают на хирургическое лечение, также важно представлять, какой этиологический фактор привел к нарушению формы и структуры костей стопы и суставов, поскольку при нейропатической артропатии, ДОНАП необходимы, кроме хирургических, дополнительные методы лечения, а лучевая диагностика может поставить точку над *i* в диагностической проблеме [10, 13].

Цель: изучение МСКТ-семиотики различных вариантов нейрогенной ар-

тропатии, осложненной хроническим остеомиелитом, и хронического посттравматического и послеоперационного остеомиелита для дифференциальной диагностики и обоснования этиопатогенетического лечения.

Материалы и методы

У 44 больных ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и хроническим остеомиелитом после травм и операций, изучены результаты полипозиционной рентгенографии, мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) до лечения. Критерии включения: больные остеонейроартропатией, ДОНАП, у которых течение заболевания осложнено хроническим остеомиелитом, и больные хроническим остеомиелитом после травм и операций в возрасте от 20 до 70 лет. Критерии исключения: больные остеонейроартропатией, ДОНАП без хронического остеомиелита. Пациенты лечились в Клинике гнойной остеологии (КГО) с 2018 по 2021 г. У 15 пациентов в возрасте 25–60 лет без патологии костей стопы методом МСКТ изучена плотность пяточной, таранной и кубовидной костей. Одноцентровое ретроспективное исследование. В данной работе отдельно выделена остеонейроартропатия, которая связана с нарушением чувствительности при различных заболеваниях, сопровождающихся поражением периферических отделов нервной системы (без сахарного диабета); ДОНАП и хронический остеомиелит. Такое распределение по группам связано с тем, что все пациенты поступили на хирургическое лечение в связи с деформациями и деструкцией костей стопы, осложненных хроническим остеомиелитом (табл. 1).

Среди больных остеонейроартропатией пациенты с нарушением чувствительности в нижних конечностях после повреждения позвоночника (4), после хирургического вмешательства на позвоночнике (3), с болезнью Шарко —

Таблица 1

Распределение больных с деформациями и деструкцией костей стопы, осложненных хроническим остеомиелитом, в зависимости от этиологии и пола. Пациенты без патологии костей стопы

Этиология заболевания	Количество больных		Итого
	Мужчины	Женщины	
Нейрогенная артропатия (остеонейроартропатия)	10	2	12
ДОНАП	9	5	14
Хронический остеомиелит	13	5	18
Пациенты без патологии костей стопы	7	8	15
Всего	39	20	59

Мари (5). В группе больных хроническим остеомиелитом у 13 пациентов имела место травма, у двух — огнестрельное ранение, у трех остеомиелит развился после хирургического вмешательства при ортопедической патологии. Нормальные показатели плотности костей стопы изучены у 15 пациентов на здоровой конечности при переломе лодыжек (на второй, третий день после травмы).

При поступлении все больные обследованы методом рентгенографии и МСКТ. Рентгенографию стопы и голени в прямой, боковой и аксиальной проекциях для изучения анатомических особенностей и углов стопы выполняли на цифровом рентгеновском аппарате АРЦ-ОКО и на рентгенологическом комплексе SONIALVISION G4, «Шимадзу Корпорэйшн», Япония. МСКТ проведена на компьютерном томографе «GE Light Speed VCT», США, с использованием специального алгоритма реконструкции «BONE». Изучали аксиальные срезы с последующей мультипланарной реконструкцией (MPR) во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Применяли VRT-реконструкции. Измеряли общую и локальную плотность (единицы

Хаунсфилда — HU) костей стопы с построением гистограмм. Изучали также архитектуру пяточной, таранной, костей среднего отдела стопы, плюсневых костей.

Статистическую обработку проводили в электронных таблицах Microsoft Excel с использованием программы Attestat. Для подтверждения выводов о различиях между полученными результатами в двух группах, учитывая малые выборки, применяли U-критерий Манна — Уитни. Выборочные параметры, приводимые далее в таблицах, имели следующие обозначения: М — среднее, σ — стандартное средне-квадратичное отклонение, Me — медиана, n — количество больных, p — достигнутый уровень значимости. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05. Исследование выполнено на сертифицированном оборудовании, в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и «Правилами клинической

практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266, одобрено этическим комитетом «НМИЦ травматологии и ортопедии имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, протокол № 17 от 28.04.22. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований, без идентификации личности.

Результаты и их обсуждение

Анализ литературы и собственного материала (МСКТ стоп и голеностопного сустава больных нейрогенной артропатией, ДОНАП, осложненных остеомиелитом, и больных посттравматическим и послеоперационным хроническим остеомиелитом) позволил выявить наиболее типичные проявления указанных заболеваний. Необходимость в дифференциальной диагностике связана с тем, что не всегда правильно изложена история болезни пациентов или ограничены данные анамнеза и физикального осмотра, этиология заболевания не подкреплена достаточным количеством обследований, а картина изменений в голеностопном суставе и костях стопы на фоне остеомиелита, особенно при длительном течении воспалительного процесса, достаточно сложна для интерпретации [16]. Лучевой диагностике, в данном случае МСКТ, принадлежит ведущая роль [14].

Нейрогенная артропатия

Для нейроартропатии характерна дезорганизация суставов, вовлечение в процесс нескольких суставов в одной анатомической области. Коллапс таранной кости, массивные остеофиты, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры и изменение плотности губчатых костей,

преимущественно среднего и заднего отделов стопы. Значительно снижена плотность пяточного бугра, таранной и кубовидной костей (рис. 1).

У больного нейрогенной артропатией после перенесенной травмы поясничного отдела позвоночника хронический остеомиелит кубовидной кости, анкилоз голеностопного сустава, выраженный остеопороз костей стопы. Дефект с заострением дистального отдела V плюсневой кости (рис. 2).

Выраженные изменения стопы и голеностопного сустава у больного с нейрогенной артропатией (Шарко — Мари), хронический остеомиелит. Выраженная костная резорбция, впечатление «хирургической ампутации» (рис. 3).

Диабетическая нейроостеоартропатия

Для ДОНАП характерно начало деструктивных процессов в среднем отделе стопы, с подвывихом во втором предплюсне-плюсневом суставе, распространяющемся латерально. Атрофическая нейропатическая артропатия стопы часто проявлялась сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий склероз Менкеберга). Коллапс костей предплюсны. «Патологическая» опорная линия, увеличение угла Meary, уменьшение угла наклона пяточной кости, «стопа-качалка».

Характерные проявления ДОНАП выявлены у больной 49 лет: выраженные деструктивные изменения среднего отдела стопы, коллапс костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, увеличение плотности пяточного бугра, «патологическая» опорная линия, кальцификация сосудов (рис. 4).

Коллапс среднего отдела стопы, увеличение угла Meary, кальцификация артериальных сосудов с увеличением плотности средней оболочки до 500–600 HU у больных ДОНАП (рис. 5).

На рис. 6 представлена диаграмма и схема основных рентгеновских показа-

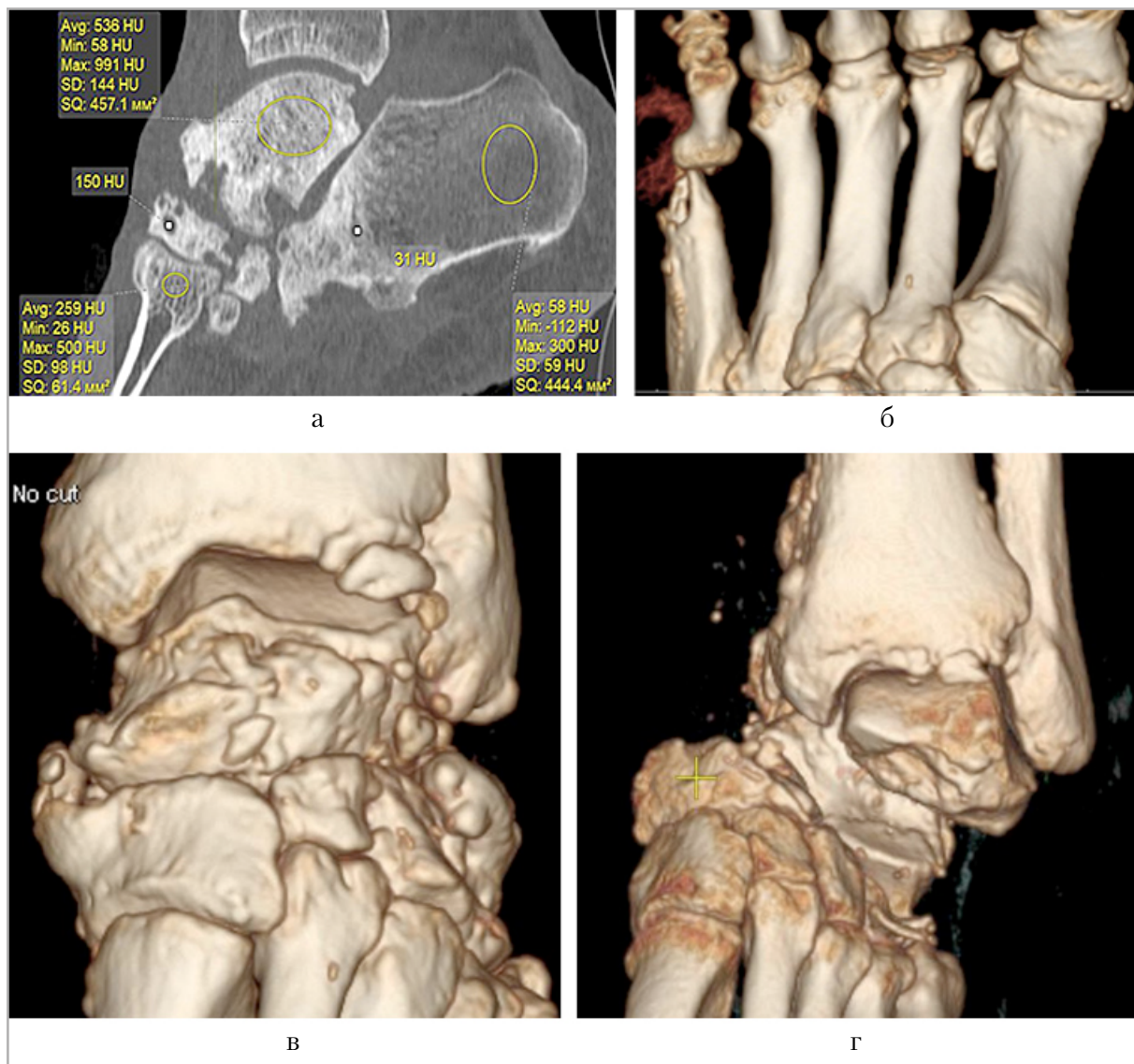


Рис. 1. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного А., 34 года. Шарко — Мари. МРР в сагиттальной плоскости (а), VRT (б). МСКТ голеностопного сустава больных остео-нейроартропатией (Шарко — Мари — в; нарушение чувствительности после операции на позвоночнике — г). Массивные остеофиты, дислокация суставов

телей стопы у больных ДОНАП, остео-нейроартропатией, хроническим остеомиелитом (рис. 6).

Хронический посттравматический или постоперационный остеомиелит

Учитывая, что нейроартропатия и ДОНАП часто осложняются хроническим остеомиелитом и больные поступают на лечение, как и при посттравматическом остеомиелите, с выраженными

нарушениями структуры и анатомии голеностопного сустава и стопы, но требуют дополнительного патогенетического лечения, необходимо проводить дифференциальную диагностику на этапе подготовки к хирургическому лечению. К характерным признакам хронического остеомиелита в стадии обострения относятся: изолированное поражение одной или нескольких костей (чаще страдают опорные поверхности пальцев стопы, головки плюсневых костей, пяточная кость, лодыжки), наличие свищевого

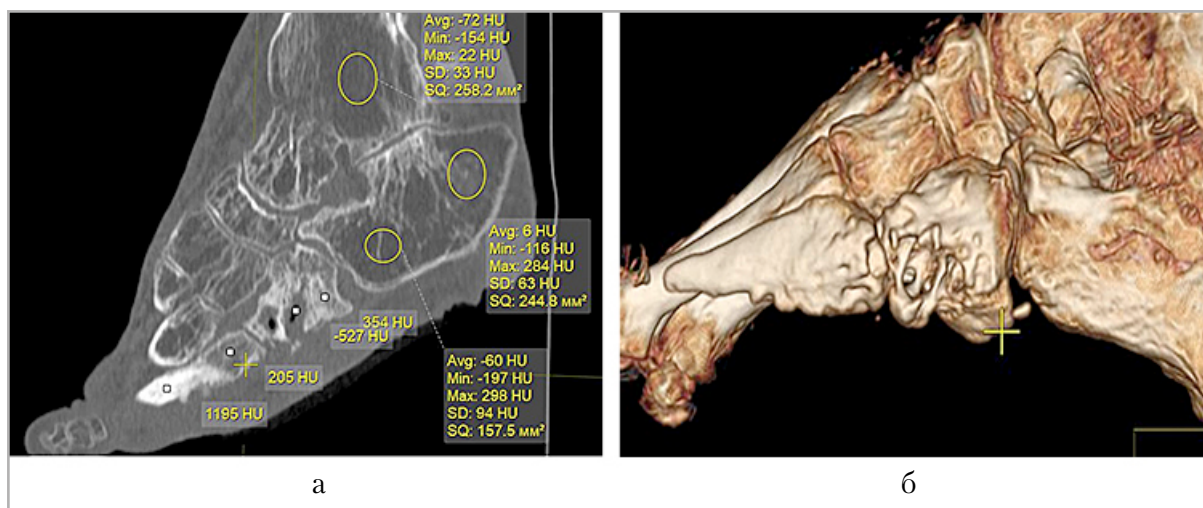


Рис. 2. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного Б., 60 лет. Нейрогенная артропатия (травма поясничного отдела позвоночника). МРР в сагиттальной плоскости, анкилоз голеностопного сустава, остеопороз костей стопы, изменение формы и уплотнение дистального конца V плюсневой кости (а). VRT, заостренный дистальный конец V плюсневой кости и деструкция кубовидной (б)

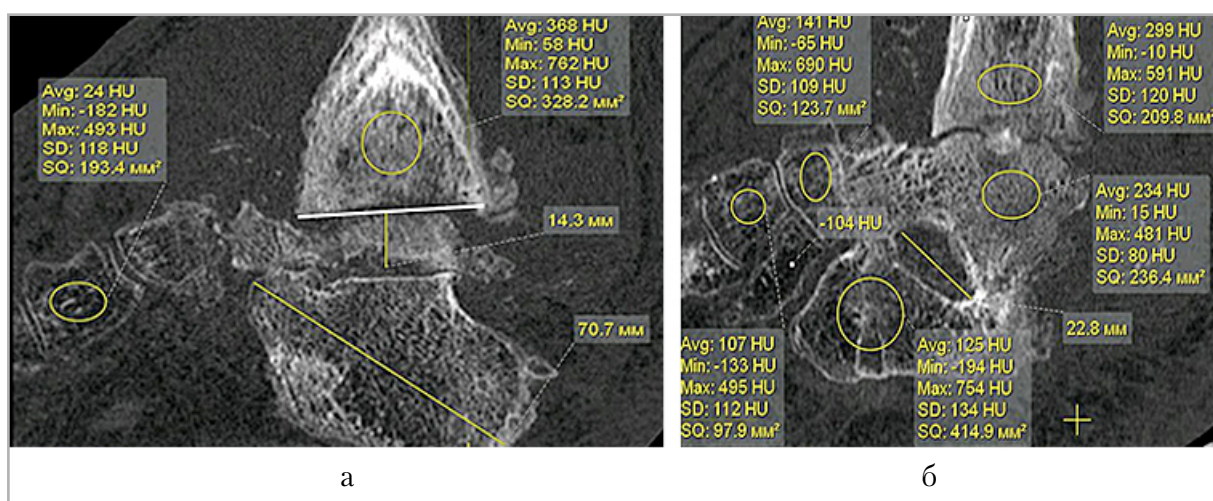


Рис. 3. МСКТ голеностопного сустава и стопы больного А., 41 год. Нейрогенная артропатия. Хронический остеомиелит. МРР в сагиттальной плоскости (а, б). Изменение анатомии и нарушение структуры всех костей стопы, остеопороз. Уменьшение плотности пяточной, кубовидной, таранной костей

хода, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью, очаговое нарушение трабекулярного рисунка, трабекуляризация корковой пластинки. Кроме того, имело место снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза. Так, в пяточной кости пациента П., 68 лет, при измерении плотности на аксиальном срезе выявлены зоны с плотностью 70–130 HU,

участки с отрицательной плотностью (-13 HU), в переднем отделе тела пяточной кости — с плотностью до 900 HU. Плотность таранной кости, как правило, не снижалась до критических величин (160–230 HU).

На рис. 7 представлены данные МСКТ стопы больного хроническим послеоперационным остеомиелитом основания I плюсневой кости и I пальца

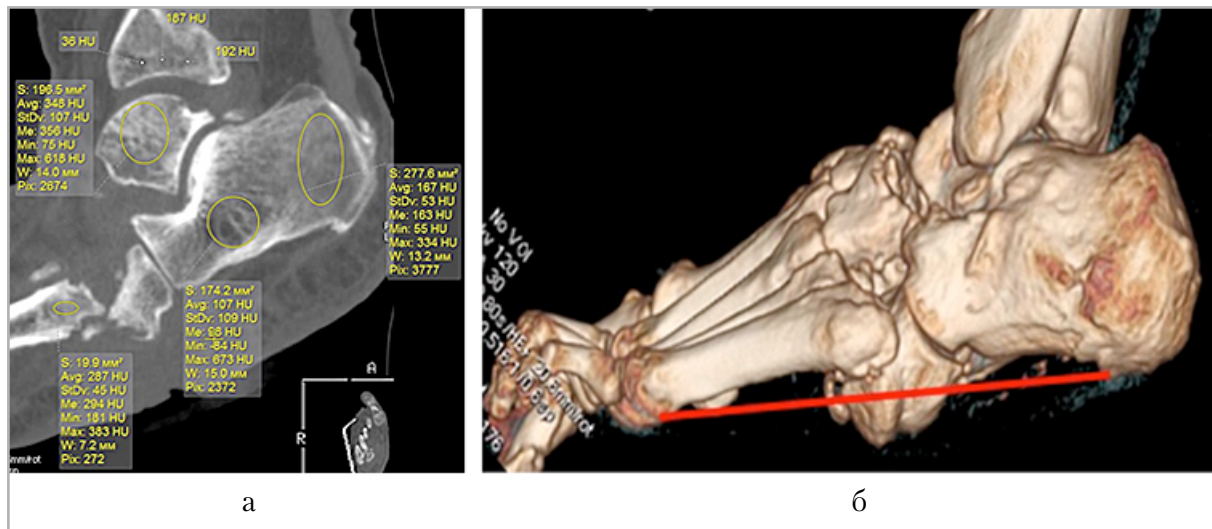


Рис. 4. МСКТ голеностопного сустава и стопы больной И., 59 лет. МРР в сагиттальной плоскости, коллапс и разрушение кубовидной кости, умеренное снижение плотности костей стопы (а), МРР в сагиттальной плоскости, «патологическая» опорная линия, стопа-качалка (б)

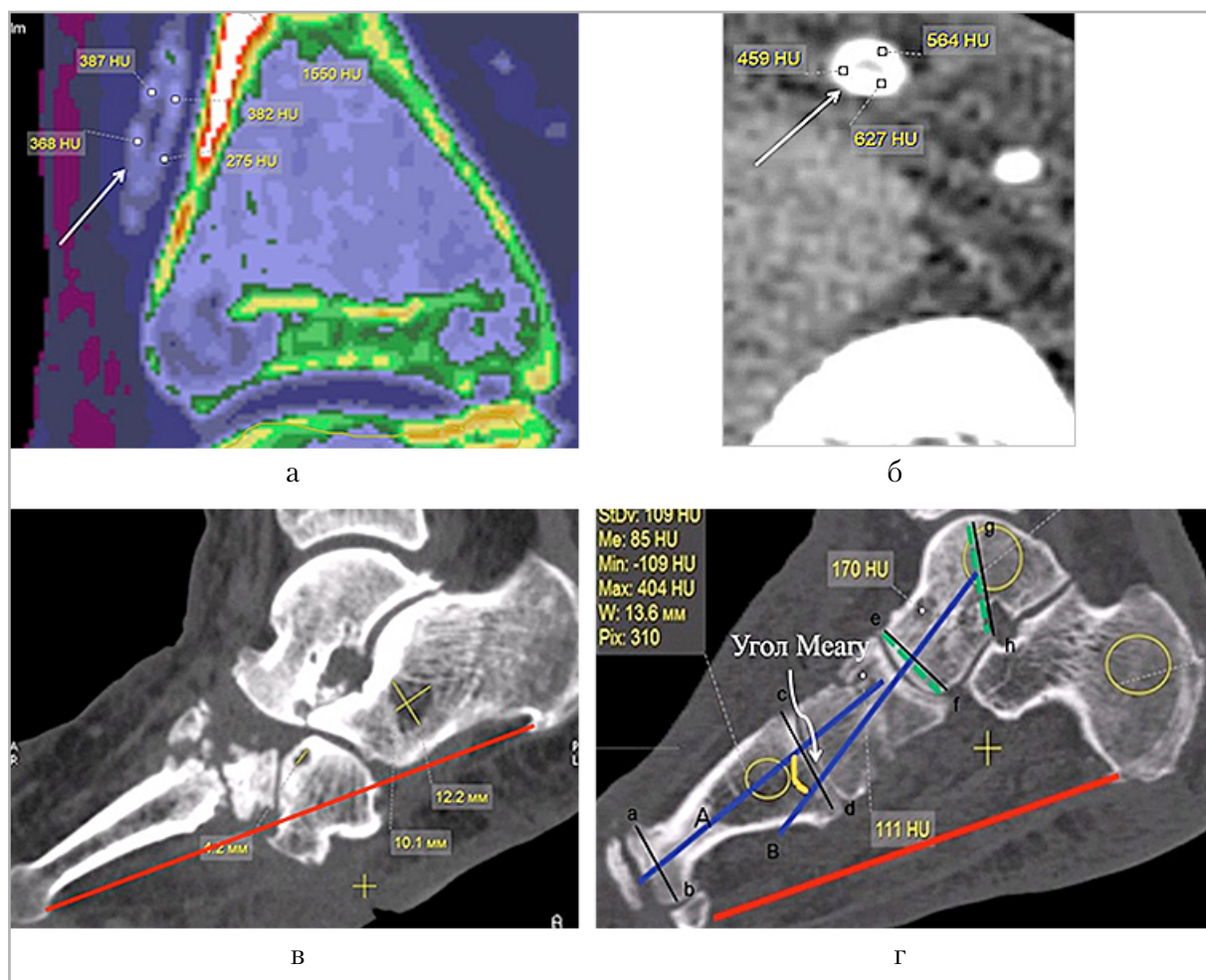


Рис. 5. МСКТ голеностопного сустава и стопы больных ДНОАП. МРР в сагиттальной плоскости (а), аксиальный срез (б). Кальцификация сосудов (артериосклероз Менкеберга), стрелки. МРР в сагиттальной плоскости, патологическая опорная линия, коллапс костей среднего отдела (в), угол Меары, фигурная стрелка (г)

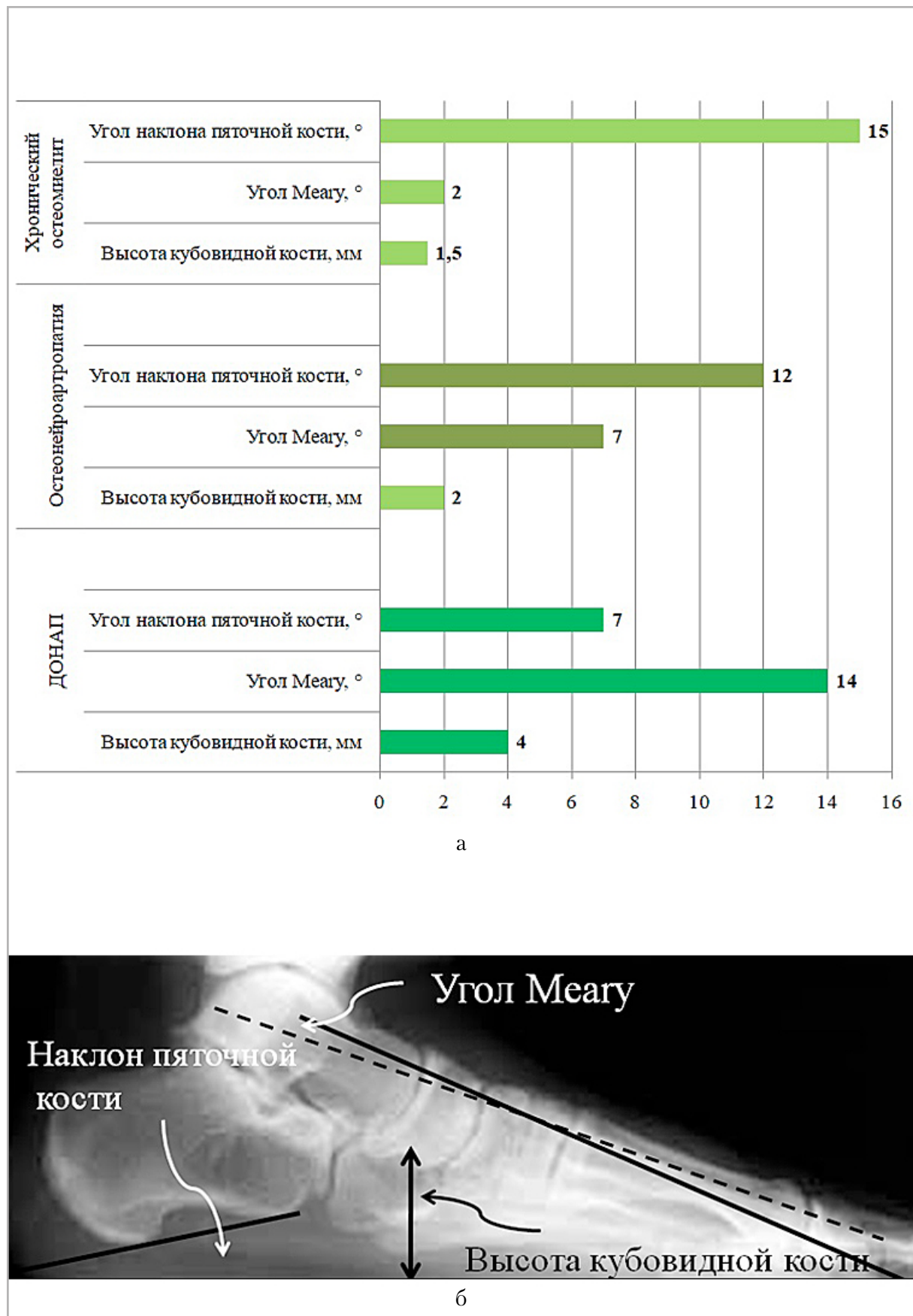


Рис. 6. Средние показатели высоты кубовидной кости, угла Meary, наклона пяточной кости у больных ДНОАП, остеонейроартропатией, хроническим остеомиелитом по данным рентгенографии (а), схема (б)

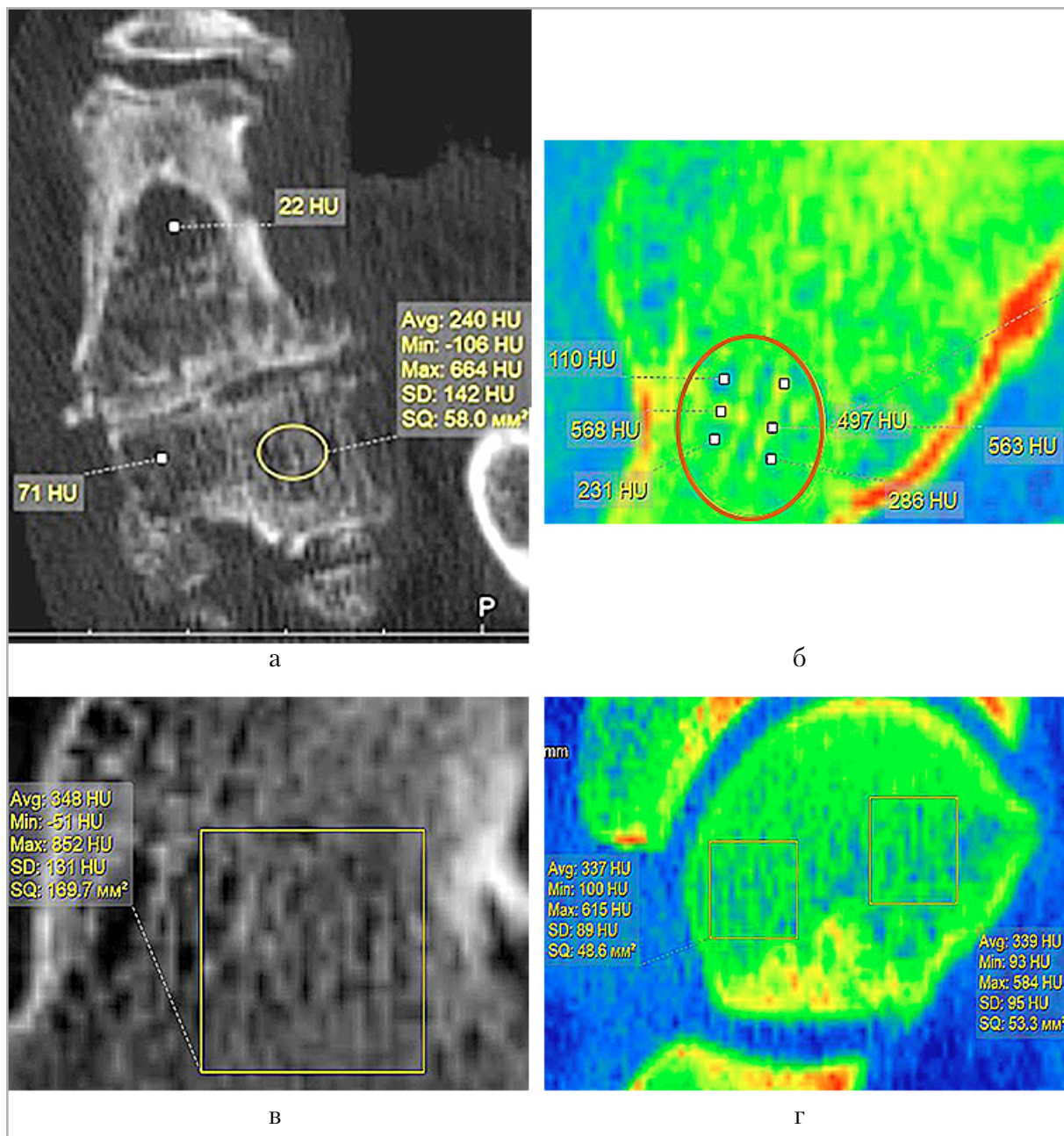


Рис. 7. МСКТ стопы и голеностопного сустава больного П., 68 лет. Хронический остеомиелит I пальца левой стопы, основания I плюсневой кости. Деструкция, остеопороз, периостальная реакция (а). МРР среднего отдела стопы в сагиттальной плоскости, таранная кость. Структура таранной кости. Участки повышенной и пониженной плотности (б, в, г)

левой стопы. Типичная локализация, деструкция, свищ, дефекты корковой пластинки, остеопороз и локальные участки склероза, нарушение трабекулярного рисунка заинтересованных и других костей стопы. В таранной кости, не пораженной остеомиелитическим процессом, перестройка с формированием зон пониженной и повышенной плотности

по типу «решетки» или «QR-кода». Цветовое картирование позволяет лучше визуализировать более плотные группы костных трабекул и зоны с низкой плотностью (рис. 7).

Характерные признаки хронического остеомиелита выявлены у пациента с воспалительным процессом в пяточной кости (изолированное поражение, на-

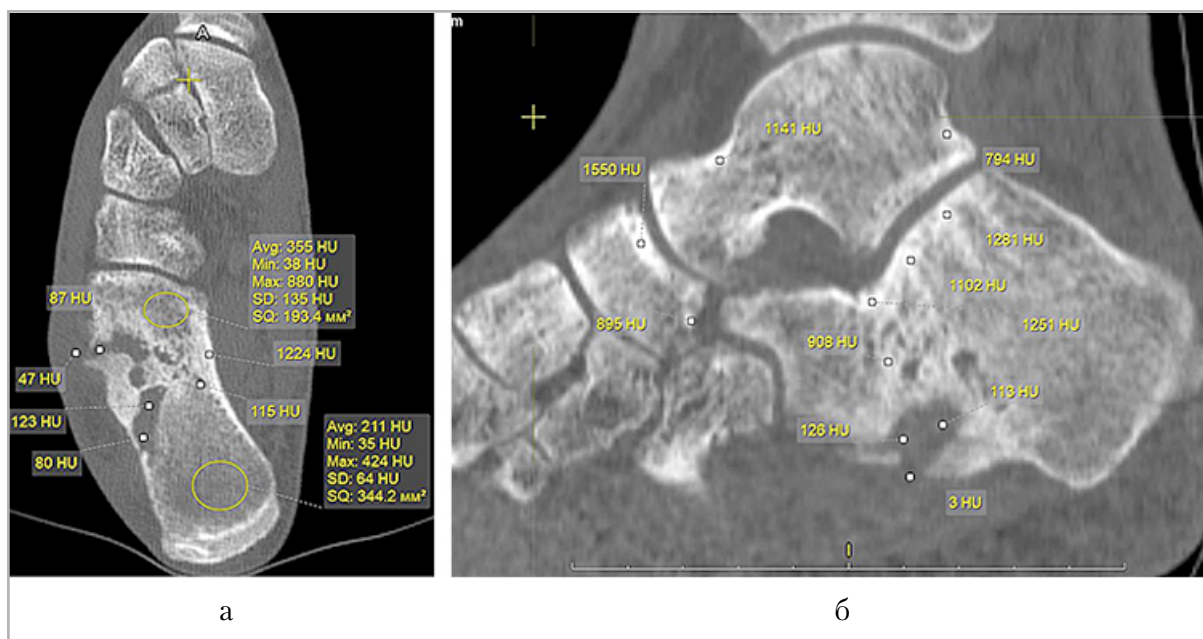


Рис. 8. МСКТ стопы и голеностопного сустава больного К., 32 года. Хронический остеомиелит правой пяточной кости. Аксиальный срез, свищевой ход, полость (а), МРР в сагитальной плоскости (б). Свищевой ход в пяточной кости. Локальное измерение плотности таранной, пяточной и кубовидной костей

личие свищевого хода, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью, очаговое нарушение трабекулярного рисунка). Кроме того, имело место снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза, выявленных при локальном измерении плотности, отсутствие характерного трабекулярного рисунка таранной кости; дефект, нарушение аркадного строения пяточной кости (рис. 8).

В табл. 2 представлены данные о плотности костей стопы у больных остео-нейропатией, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и посттравматическим и послеоперационным хроническим остеомиелитом.

У 9 из 14 больных ДОНАП при сохраненной пяточной кости плотность ее в области пяточного бугра приближалась к нормальным показателям (по нашим данным, $163,5 \pm 98,7$ HU) и была выше, чем у больных нейроартропатией, осложненной хроническим остеомиелитом и с посттравматическим или послеоперационным хроническим

остеомиелитом, составляя $193,7 \pm 32,5$. Плотность тела пяточной кости также была выше, чем у больных двух других групп и в норме (рис. 9).

Плотность губчатой части таранной, кубовидной кости у больных всех трех групп была ниже, чем в норме.

В табл. 3 перечислены основные дифференциально-диагностические отличия остео-нейроартропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом, и хронического остеомиелита.

Обсуждение результатов

Анализ литературы показал, что основное количество публикаций по дифференциальной диагностике стопы Шарко и других заболеваний в настоящее время посвящено МРТ. В работах изучены основные проявления острой стадии стопы Шарко и заболеваний, с которыми дифференцируется остео-нейроартропатия (подагра, подошвенный фасциит, ревматоидный артрит, опухоли, венозная недостаточность, переломы, тромбоз глубоких вен, ар-

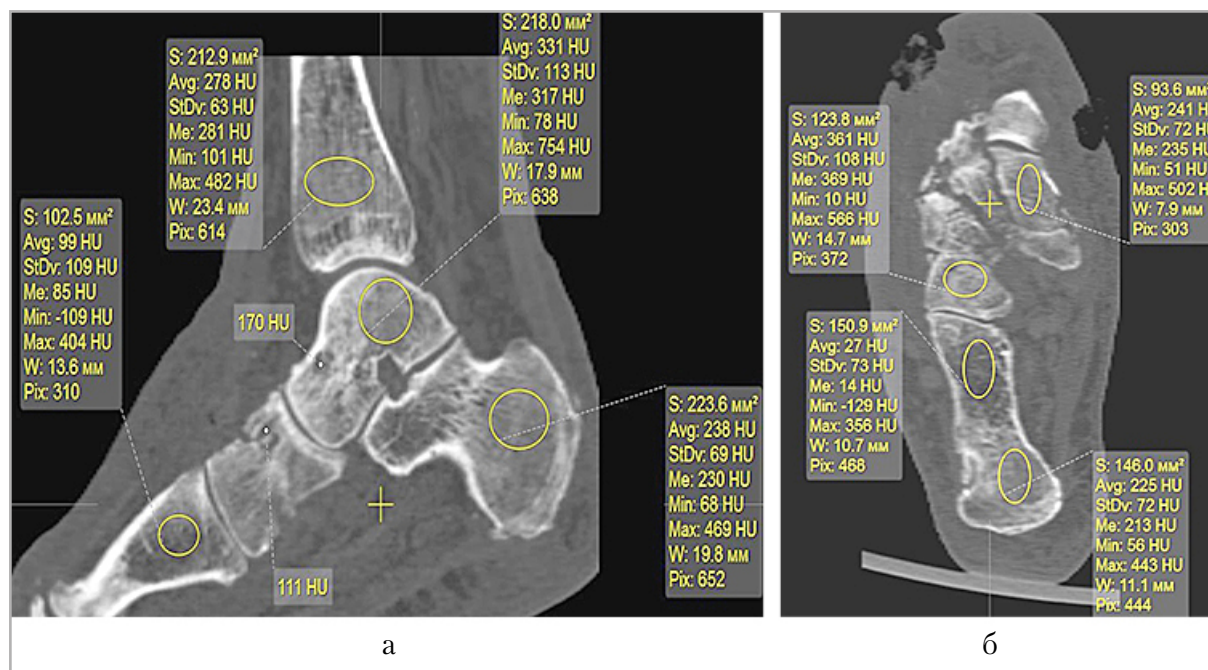


Рис. 9. МСКТ стопы и голеностопного сустава больной Ф., 62 лет. MPR в сагиттальной плоскости (а), аксиальный срез (б). Измерение плотности костей стопы. Плотность пяточного бугра повышена

Таблица 2

Плотность костей стопы у больных хроническим остеомиелитом, остеонейроартропатией, ДОНАП и нормальные показатели (HU)

Зона интереса		Общая плотность, HU		
		М	σ	Me
Нормальные показатели (n = 15)				
Пяточная кость	Тело	214,2	56,3	212
	Бугор	163,5	98,7	151,5
Таранная кость		424,5	81,7	423
Кубовидная кость		435,2	111,5	401
Хронический остеомиелит (n = 18)				
Пяточная кость	Тело	147,2	10,4	145
	Бугор	37,8	8,4	38
Таранная кость		315,5	24,7	314,3
Кубовидная кость		122,9	17,4	123
Остеонейроартропатия, осложненная хроническим остеомиелитом (n = 12)				
Пяточная кость	Тело	164,2	12,8	163
	Бугор	44,2	6,1	45
Таранная кость		407,5	24,7	408,1
Кубовидная кость		132,4	22,7	133

Продолжение таблицы 2

Зона интереса		Общая плотность, НУ		
		М	σ	Ме
ДОНАП, осложненная хроническим остеомиелитом (n = 14)				
Пяточная кость	Тело ¹	273,2	14,7	274
	Бугор ²	193,7	32,5	195
Таранная кость ³		348,3	38,2	350,4
Кубовидная кость		143,3	29,8	142

Примечание: ^{1,2} В случаях сохранения анатомии пяточной кости.³ В случаях сохранения анатомии таранной кости.

Таблица 3

Дифференциально-диагностические отличия остеонейроартропатии, ДНОАП, осложненных хроническим остеомиелитом, и хронического остеомиелита

Нозологическая форма	Основные рентгенологические признаки
Остеонейроартропатия, осложненная хроническим остеомиелитом	Деформация и нестабильность сустава. Дезорганизация суставов, вовлечение нескольких суставов в одной суставной области. Вывих в таранно-пяточном сочленении, коллапс таранной кости, атипичные переломы пяточной кости. Костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации. Заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке». Нарушение структуры и снижение плотности губчатых костей (пяточная, таранная кубовидная). Нечеткие контуры остеофитов на ранних стадиях, на поздних стадиях большое количество остеофитов больших размеров. Незначительное увеличение угла Meary и угла наклона пяточной кости
ДОНАП, осложненная хроническим остеомиелитом	Быстро прогрессирующая деструкция сначала суставов, затем костей в не изъязвленной стопе. Деструктивные изменения среднего отдела стопы (5D). Коллапс костей предплюсны с дефектами. Фрагментация и вывих в голеностопном суставе. Сохранение внутрисуставных тел длительное время. Увеличение плотности пяточной кости, снижение плотности таранной и кубовидной. Кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга. «Патологическая» опорная линия, увеличение угла Meary, уменьшение угла наклона пяточной кости, «стопа-качалка». Отрывные переломы бугорка пяточной кости и субхондральный перелом головки II плюсневой кости

Продолжение таблицы 3

Нозологическая форма	Основные рентгенологические признаки
Хронический остеомиелит	Изолированное поражение одной или нескольких костей; наличие свищевого хода, дефект корковой пластинки, связь с костной полостью. Очаговые нарушения трабекулярного рисунка и снижение плотности прилежащих костей, наличие изолированных очагов склероза. Периостальная реакция или утолщение кости. Многослойное строение. Трабекуляризация корковой пластинки. Часто анкилоз голеностопного и таранно-пяточного сустава. Исчезновение внутрисуставных тел в результате рассасывания. Внутрикостный газ. Для пяточной кости характерно нарушение аркадного строения и значительное уменьшение плотности, так же как и для таранной и кубовидной. Нормальная опорная линия, в 95 % нормальный угол Meary и угол наклона пяточной кости (при сохранении формы костей)

триты различной этиологии, остеомиелит) [9, 16]. Нейропатическая артропатия может вызывать изменения мягких тканей и костного мозга, которые имитируют остеомиелит, однако нейропатическая артропатия обычно поражает несколько костей периартикулярно, в то время как при хроническом остеомиелите обычно заинтересованы отдельные кости в областях, несущих нагрузку, таких как I плюснефаланговый сустав и пяточная кость [11]. Выявленное нами увеличение плотности пяточной кости при ДОНАП, по сравнению с остеоартропатией, осложненной остеомиелитом и хроническим остеомиелитом, может быть отнесено к отличительному МСКТ-признаку, так же как и кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга с количественной оценкой плотности стенки сосудов. Деструктивные изменения среднего отдела стопы, коллапс костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стопой-качалкой» — несомненное дополнение к дифференциальному диагнозу.

Поскольку визуализация играет ключевую роль в постановке окончательного диагноза и адекватного лечения, заключение рентгенолога имеет важное значение [20]. В представленном нами исследовании изучены анатомические особенности костей стопы (в том числе рентгенометрические), плотность пяточной, таранной, кубовидной костей в сравнении с нормальными показателями, что сделано впервые. По мнению А.Н. Каим и др. (2002), главные задачи рентгеновской диагностики хронического остеомиелита заключаются в определении: 1. Где находится главный очаг инфекции? Есть ли очаги в других участках кости? 2. Какие ткани и прилежащие суставы вовлечены в процесс? 3. Качества и жизнеспособность кости и состояния окружающих тканей? 4. Послеоперационный результат (анатомия и стабильность ортопедических конструкций) [14]. Учитывая, что речь идет о трех этиологически различных заболеваниях, но имеющих признаки хронического остеомиелита, важно ответить на все эти вопросы относительно каждого заболевания.

Более точные дифференциально-диагностические критерии не всегда возможно определить по данным рентгенографии, и только МСКТ, обеспечивая многоплоскостные реконструкции аксиальных изображений с количественной оценкой плотности, позволяет выявлять самые незначительные изменения, визуализируемые для изучаемых заболеваний (секвестры, полости или внутрикостный газ), с чувствительностью 0,67 с доверительным интервалом 95 % (от 0,24 до 0,94) и специфичностью 0,50 (от 0,03 до 0,97) [15]. Выявленные в ранее выполненных нами работах по диагностике хронического остеомиелита симптомы, такие как трабекуляризация корковой пластинки, специфические изменения костей стопы, голеностопного сустава, плотностные показатели, позволили дополнить МСКТ-семиотику хронического остеомиелита [2, 3]. А изучение плотности костей стопы при остеоартропатии, ДОНАП, осложненных хроническим остеомиелитом и при хроническом остеомиелите в сравнении с данными о нормальной плотности, дополнили дифференциальную диагностику количественными показателями. Так же, как и при остеомиелите, МСКТ может быть с успехом «использована на более поздних стадиях стопы Шарко для лучшей визуализации костных изменений или для планирования операции и контроля за процессом лечения аппаратом Илизарова» [12].

Выводы

1. Для нейрогенной артропатии характерна дезорганизация суставов, вовлечение нескольких суставов в одной суставной области, вывих в таранно-пяточном сочленении, коллапс таранной кости, костная резорбция, создающая впечатление хирургической ампутации, заострение концов плюсневых костей, симптом «пестик в ступке», нарушение структуры губчатых костей, остео-

фиты больших размеров, уменьшение плотности таранной, пяточной и кубовидной костей.

2. Нейропатическая остеоартропатия при диабетической стопе проявляется выраженными деструктивными изменениями среднего отдела стопы, коллапсом костей предплюсны с дефектами, фрагментацией, увеличением плотности пяточного бугра, сосудистыми кальцификатами (кальцифицирующий артериосклероз Менкеберга), «патологической» опорной линией, увеличением угла Meary, уменьшением угла наклона пяточной кости, «стопой-качалкой».
3. Для хронического остеомиелита характерно изолированное поражение одной или нескольких костей: наличие свищевого хода, очаговые нарушения трабекулярного рисунка, снижение плотности прилежащих костей и нарушение их структуры, наличие изолированных очагов склероза, трабекуляризация корковой пластинки, часто анкилоз голеностопного или подтаранного сустава, в 95 % случаев нормальные рентгенометрические показатели.

Список литературы

1. Дедов И. И., Шестакова М. В., Майоров А. Ю. Алгоритмы специализированной медицинской помощи больным сахарным диабетом. 9-й выпуск // Сахарный диабет. 2019;22(1S1):1–144. DOI: 10.14341/DM221S1
2. Дьячкова Г. В., Дьячков К. А., Ключин Н. М., Ларионова Т. А., Шастов А. Л. «Многоликий» хронический остеомиелит: лучевая диагностика // Гений ортопедии. 2020;26(3):385–391.
3. Дьячкова Г. В., Ключин Н. М., Дьячков К. А., Шастов А. Л., Ларионова Т. А. Трабекуляризация корковой пластинки при хроническом остеомиелите // Гений ортопедии. 2022;28(2):204–210. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-204-210

4. Дьячкова Г. В., Судницын А. С., Ключин Н. М., Дьячков К. А., Ларионова Т. А., Хиева Е. В. МСКТ-семиотика диабетической остеоартропатии, осложненной хроническим остеомиелитом // Гений ортопедии. 2022;28(3):378–385.
5. Ступина Т. А., Мезенцев И. Н., Щудло М. М., Мигалкин Н. С., Судницын А. С. Современные аспекты патоморфологии тканей стопы при синдроме диабетической нейроостеоартропатии, в том числе осложненной остеомиелитом (обзор литературы и результаты собственных исследований) // Гений ортопедии. 2022;28(2):282–288. DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-282-28
6. Токмакова А. Ю., Егорова Д. Н., Доронина Л. П. Поражения нижних конечностей при сахарном диабете // Ожирение и метаболизм. 2017;14(1):41–47. <https://doi.org/10.14341/omet2017141-47>
7. Berli M. C., Higashigaito K., Götschi T., Pfirrmann C. W. A., Sutter R., Roskopf A. B. The «Balgrist Score» for evaluation of Charcot foot: a predictive value for duration of off-loading treatment. *Skeletal Radiol.* 2021;50(2):311–320. DOI: 10.1007/s00256-020-03541-6
8. Buse A. M., Mihai D. A., Lupu L., Salmen T., Stegaru D., Radulian G. The Charcot Neuroarthropathy as Onset of Type 2 Diabetes – a Diagnostic Challenge. *Maedica (Bucur).* 2020;15(1):122–125. DOI: 10.26574/maedica.2020.15.1.122
9. Chan R. L. S., Chan C. H., Chan H. F., Pan N. Y. The many facets of neuropathic arthropathy. *BJR Open.* 2019;1(1):20180039. DOI: 10.1259/bjro.20180039
10. Dardari D. An overview of Charcot's neuroarthropathy. *J. Clin. Transl. Endocrinol.* 2020;22:100239. DOI: 10.1016/j.jcte.2020.100239
11. Donovan A., Schweitzer M. E. Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. *Radiographics.* 2010;30(3):723–736. DOI: 10.1148/rg.303095111
12. Ergen F. B., Sanverdi S. E., Oznur A. Charcot foot in diabetes and an update on imaging. *Diabet. Foot Ankle.* 2013;4. DOI: 10.3402/dfa.v4i0.21884
13. Goldsmith L., Barlow M., Evans P. J., Srinivas-Shankar U. Acute hot foot: Charcot neuroarthropathy or osteomyelitis? Untangling a diagnostic web. *BMJ Case Rep.* 2019;12(5):e228597. DOI: 10.1136/bcr-2018-229597
14. Kaim A. H., Gross T., von Schulthess G. K. Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis. *Eur Radiol.* 2002;12(5):1193–202. DOI: 10.1007/s00330-001-1141-0
15. Lim W., Barras C. D., Zadow S. Radiologic Mimics of Osteomyelitis and Septic Arthritis: A Pictorial Essay. *Radiol. Res. Pract.* 2021;2021:9912257. DOI: 10.1155/2021/9912257
16. Marmolejo V. S., Arnold J. F., Ponticello M., Anderson C. A. Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. *Am. Fam. Physician.* 2018;97(9):594–599.
17. Metsemakers W. J., Morgenstern M., McNally M. A., Moriarty T. F., McFadyen I., Scarborough M. et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. *Injury.* 2018;49(3):505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040. Epub 2017 Aug 24.
18. Panteli M., Giannoudis P. V. Chronic osteomyelitis: what the surgeon needs to know. *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(5):128–135. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000017
19. Pineda C., Espinosa R., Pena A. Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. *Semin. Plast. Surg.* 2009;23(2):80–89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160
20. Roskopf A. B., Loupatatzis C., Pfirrmann C. W. A., Böni T., Berli M. C. The Charcot foot: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2019;10(1):77. DOI: 10.1186/s13244-019-0768-9

References

1. Dedov I. I., Shestakova M. V., Maiorov A. Yu. Algorithms of specialized medical care for

- patients with diabetes mellitus. Issue 9. Diabetes mellitus. 2019;22(1S1):1–144 (in Russian). DOI: 10.14341/DM221S1
2. *Dyachkova G. V., Dyachkov K. A., Klyushin N. M., Larionova T. A., Shastov A. L.* A multifaceted osteomyelitis: radiological diagnosis. Genius of Orthopedics. 2020;26(3):385–391 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2020-26-3-385-391
3. *Dyachkova G. V., Klyushin N. M., Dyachkov K. A., Shastov A. L., Larionova T. A.* Trabecularization of the cortical plate in chronic osteomyelitis. Genius of Orthopedics. 2022;28(2):204–210 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-204-210
4. *Dyachkova G. V., Sudnitsyn A. S., Klyushin N. M., Dyachkov K. A., Larionova T. A., Khieva E. V.* MSCT semiotics of diabetic osteoarthropathy complicated by chronic osteomyelitis. Genius of Orthopedics. 2022;28(3):378–385 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-3
5. *Stupina T. A., Mezentsev I. N., Shchudlo M. M., Migalkin N. S., Sudnitsyn A. S.* Modern aspects of pathomorphology of foot tissues in diabetic neuroosteoarthropathy syndrome, including that complicated by osteomyelitis (literature review and results of own research). Genius of Orthopedics. 2022;28(2):282–288 (in Russian). DOI: 10.18019/1028-4427-2022-28-2-282-28
6. *Tokmakova A. Yu., Egorova D. N., Doronina L. P.* Lower limb disorders in diabetes mellitus. Obesity and metabolism. 2017;14(1):41–47 (in Russian). DOI: 10.14341/omet2017141-47
7. *Berli M. C., Higashigaito K., Götschi T., Pfirrmann C. W. A., Sutter R., Rosskopf A. B.* The «Balgrist Score» for evaluation of Charcot foot: a predictive value for duration of off-loading treatment. Skeletal Radiol. 2021;50(2):311–320. DOI: 10.1007/s00256-020-03541-6
8. *Buse A. M., Mihai D. A., Lupu L., Salmen T., Stegaru D., Radulian G.* The Charcot Neuroarthropathy as Onset of Type 2 Diabetes – a Diagnostic Challenge. Maedica (Bucur). 2020;15(1):122–125. DOI: 10.26574/maedica.2020.15.1.122
9. *Chan R. L. S., Chan C. H., Chan H. F., Pan N. Y.* The many facets of neuropathic arthropathy. BJR Open. 2019;1(1): 20180039. DOI: 10.1259/bjro.20180039
10. *Dardari D.* An overview of Charcot's neuroarthropathy. J. Clin. Transl. Endocrinol. 2020;22:100239. DOI: 10.1016/j.jcte.2020.100239
11. *Donovan A., Schweitzer M. E.* Use of MR imaging in diagnosing diabetes-related pedal osteomyelitis. Radiographics. 2010; 30(3):723–736. DOI: 10.1148/rg.303095111
12. *Ergen F. B., Sanverdi S. E., Oznur A.* Charcot foot in diabetes and an update on imaging. Diabet. Foot Ankle. 2013;4. DOI: 10.3402/dfa.v4i0.21884
13. *Goldsmith L., Barlow M., Evans P. J., Srinivas-Shankar U.* Acute hot foot: Charcot neuroarthropathy or osteomyelitis? Untangling a diagnostic web. BMJ Case Rep. 2019;12(5):e228597. DOI: 10.1136/bcr-2018-229597
14. *Kaim A. H., Gross T., von Schulthess G. K.* Imaging of chronic posttraumatic osteomyelitis. Eur Radiol. 2002;12(5):1193–202. DOI: 10.1007/s00330-001-1141-0
15. *Lim W., Barras C. D., Zadow S.* Radiologic Mimics of Osteomyelitis and Septic Arthritis: A Pictorial Essay. Radiol. Res. Pract. 2021;2021:9912257. DOI: 10.1155/2021/9912257
16. *Marmolejo V. S., Arnold J. F., Ponticello M., Anderson C. A.* Charcot Foot: Clinical Clues, Diagnostic Strategies, and Treatment Principles. Am. Fam. Physician. 2018;97(9): 594–599.
17. *Metsemakers W. J., Morgenstern M., McNally M. A., Moriarty T. F., McFadyen I., Scarborough M. et al.* Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. Injury. 2018;49(3):505–510. DOI: 10.1016/j.injury.2017.08.040. Epub 2017 Aug 24.
18. *Panteli M., Giannoudis P. V.* Chronic osteomyelitis: what the surgeon needs to know. EFORT Open Rev. 2017 Mar

- 13;1(5):128–135. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000017
19. *Pineda C., Espinosa R., Pena A.* Radiographic imaging in osteomyelitis: the role of plain radiography, computed tomography, ultrasonography, magnetic resonance imaging, and scintigraphy. *Semin. Plast. Surg.* 2009;23(2):80–89. DOI: 10.1055/s-0029-1214160
20. *Roszkopf A. B., Loupatatzis C., Pfirrmann C. W. A., Böni T., Berli M. C.* The Charcot foot: a pictorial review. *Insights Imaging.* 2019;10(1):77. DOI:10.1186/s13244-019-0768-9

Сведения об авторах / Information about authors

Дьячкова Галина Викторовна, доктор медицинских наук, профессор, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, г. Курган.

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

Телефон: +7 (909) 174-57-94. Электронная почта: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

Вклад автора: разработка дизайна исследования, анализ данных, написание статьи, утверждение окончательного варианта публикации – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Galina V. Diachkova, Dr. Med. Sc., Professor, Head of Laboratory, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

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

Phone number: +7 (909) 174-57-94. E-mail: dgv2003@list.ru

ORCID.org/0000-0003-1973-4680

Author contribution: the idea and design of the study, processing of data, writing the draft, approval of the final version of the publication – taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Судницын Анатолий Сергеевич, кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед, заведующий научной лабораторией клиники гнойной остеологии, доцент кафедры травматологии, ортопедии и смежных дисциплин, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.

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

Телефон: +7 (906) 883-51-74. Электронная почта: anamol_anamol@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-2602-2457

Вклад автора: разработка дизайна исследования, сбор данных, работа с различными изображениями и подписанными подписями.

Anatoliy S. Sudnitsyn, Ph. D. Med, Traumatologist-Orthopedist, Head of the Scientific Laboratory of the Clinic of Purulent Osteology, Associate Professor of the Department of Traumatology, Orthopedics and Related Disciplines National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

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

Phone number: +7 (906) 883-51-74. E-mail: anamol_anamol@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-2602-2457

Author contribution: the idea and design of the study, data collection, work with various images and captions.

Клюшин Николай Михайлович, доктор медицинских наук, консультант лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.

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

Телефон +7 (8912) 832-54-09. Электронная почта: klyushin_nikolay@mail.ru

Вклад автора: формирование заключения и выводов по материалу, редактирование статьи.

Nikolai M. Klyushin, M.D., Ph.D., Consultant of the Clinic of Purulent Osteology National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.

Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.
Phone number: +7 (8912) 832-54-09. E-mail: klyushin_nikolay@mail.ru
Author contribution: formation of conclusions and conclusions on the material, text editing.

Бурцев Александр Владимирович, доктор медицинских наук, директор ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.
Телефон : +7 (3522) 45-45-47. Электронная почта: bav31rus@mail.ru
ORCID.org/0000-0001-8968-6528.
Вклад автора: формирование заключения и выводов по материалу, редактирование статьи.

Aleksander V. Burtsev, doctor of medical sciences, Director National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.
Phone number: +7 (3522) 45-45-47. E-mail: bav31rus@mail.ru
ORCID.org/0000-0001-8968-6528.
Author contribution: formation of conclusions and conclusions on the material, text editing.

Дьячков Константин Александрович, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, заведующий отделением лучевой диагностики, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.
Телефон: +7 (919) 590-08-77. Электронная почта: dka_doc@mail.ru
ORCID.org/0000-0002-8490-3052
Вклад автора: участие в сборе материала, в обработке материала и обчете статистических показателей, работа с различными изображениями и подрисовочными подписями.

Konstantin A. Diachkov, Dr. Med. Sc., Leading Researcher, Head of Radiology Department, National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.
Phone number: +7(919) 590-08-77. E-mail: dka_doc@mail.ru
ORCID.org/0000-0002-8490-3052
Author contribution: participation in the processing of the material and calculation of statistical indicators, work with various images and captions.

Хиева Екатерина Викторовна, младший научный сотрудник лаборатории гнойной остеологии и замещения дефектов, ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г. А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган.
Адрес: 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6.
Телефон: +7 (8908) 006-24-05. Электронная почта: khieva@mail.ru
ORCID.org/0000-0002-0355-3554
Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, редактирование статьи.

Ekaterina V. Khieva, junior researcher of the Scientific Laboratory of the Clinic of Purulent Osteology National Ilizarov Medical Research Center for Traumatology and Ortopedics, Ministry of Healthcare of Russia, Kurgan.
Address: 6, ul. M. Ulyanovoy, Kurgan, 640014, Russia.
Phone number: +7 (8908) 006-24-05. E-mail: khieva@mail.ru
ORCID.org/0000-0002-0355-3554
Author contribution: searching for publications on the topic, analyzing the literature, text editing.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 05.12.2022 г.
Дата одобрения после рецензирования: 28.01.2023 г.
Дата принятия статьи к публикации: 01.02.2023 г.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 618.146-006.6-033.2:616.428-031.3]-073.756.8-036

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-30-39>

Прогностическая значимость критериев метастатического поражения регионарных лимфатических узлов при раке шейки матки по данным магнитно-резонансного исследования

Е. Г. Жук*,¹, И. А. Косенко²

¹ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск

²ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова», г. Минск, Беларусь

Реферат

Цель исследования — оценить критерии метастатического поражения лимфатических узлов (ЛУ) при раке шейки матки (РШМ) по данным магнитно-резонансного исследования (МРТ) и выявить наиболее прогностически значимые. Данные МРТ 159 удаленных ЛУ сопоставляли с результатами морфологического исследования резецированных препаратов. Диагностическую эффективность определяли на основе ROC-анализа (Receiver Operating Characteristic curve) пороговых значений. Характеристики теста оценивали по площади под ROC-кривой — параметр AUC (Area Under Curve). С целью оценки прогностической значимости МРТ-критериев метастатических ЛУ (МТЛУ) были проведены моно- и мультивариантный регрессионные логистические анализы. По результатам многофакторного анализа индекс конфигурации меньше или равен 1,65, отсутствие сигнала от жировой клетчатки ворот ЛУ и перинодулярный отек являются наиболее прогностически значимыми критериями метастатического поражения ЛУ ($p < 0,05$).

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, рак шейки матки, лимфатические узлы, метастатические лимфатические узлы.

* **Жук Елена Георгиевна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск.

Адрес: 220013, Беларусь, г. Минск, ул. Петруся Бровки, д. 3, к. 3.

Тел.: + 375 (17) 265-33-63. Электронная почта: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Elena G. Zhuk, Ph. D. Med, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk.

Address: 3/3, ul. Petrusya Brovki, Minsk, 220013, Belarus.

Phone number: + 375 (17) 265-33-63. E-mail: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

© Е. Г. Жук, И. А. Косенко.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

ORIGINAL RESEARCH

Original research

Prognostic Significance of the Criteria for Metastatic Involvement of Regional Lymph Nodes in Cervical Cancer According to Magnetic Resonance Imaging Findings

Elena G. Zhuk^{*,1}, Irina A. Kosenko²

¹ Belarusian Medical Academy for Postgraduate Training, Minsk

² N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus', Minsk

Abstract

The objective of this study is to assess the criteria for metastatic involvement of the LN (MLN) according to magnetic resonance imaging (MRI) and to identify the most prognostically significant. The MRI data of 159 removed LN were compared with the results of a morphological study of the resected preparations. ROC- analysis (Receiver Operating Characteristic curve) was used to determine the diagnostic performance of threshold values. The test performance was evaluated depending on the area under the ROC curve – the AUC parameter (Area Under Curve). In order to evaluate the prognostic significance of MRI predictors for metastatic involvement of the LN, uni- and multivariate regression logistic analyses were performed. According to the results of multivariate analysis, the configuration index is less than or equal to 1.65, the absence of a signal from the fatty tissue of the hilum of LN, and perinodular edema are the most prognostically significant criteria for metastatic involvement of the LN ($p < 0.05$).

Key words: Magnetic Resonance Imaging, Cervical Cancer, Lymph Nodes, Metastatic Lymph Nodes.

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Состояние лимфатических узлов (ЛУ) является важнейшим прогностическим фактором при ранней стадии

рака шейки матки (РШМ) и основным критерием для назначения адъювантной терапии [3]. В пересмотренной классификации Международной федерации

гинекологии и акушерства (FIGO) наличие метастазов в ЛУ определяет стадию ПС, включая микрометастазы. Введение дополнительных обозначений г (визуализация) и р (патология) при определении ПС стадии указывает на все возрастающую роль методов визуализации в оценке наличия метастазирования в ЛУ [2]. Для анализа состояния тазовых и парааортальных ЛУ широко используются МРТ и КТ. Однако оба метода обладают низкой диагностической чувствительностью (ДЧ) для обнаружения МТЛУ, так как используют относительно грубый критерий – диаметр ЛУ $\geq 1,0$ см [8].

В то же время изолированные раковые клетки и микрометастазы в ЛУ могут вызывать физиологические изменения до того, как явные морфологические изменения станут очевидными. Опухолевые клетки, проникающие в микрососуды небольшого по размеру ЛУ, вызывают нарушения микроциркуляции, при этом размер ЛУ может оставаться нормальным. Около 50 % МТЛУ имеют диаметр менее 10 мм по короткой оси [9].

МРТ в силу высокой тканевой контрастности обладает большим потенциалом информативности. Включение методов функциональной визуализации, таких как диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ), значительно повышает диагностические возможности метода. Так, добавление ДВИ позволяет повысить ДЧ и диагностическую специфичность (ДС) МРТ в выявлении МТЛУ до 86 и 84 % соответственно [10].

Выбор оптимальной тактики лечения РШМ определяется с учетом результатов визуализации и клинической стадии, поэтому необходимы дополнительные усилия для повышения ДЧ методов лучевой диагностики для прогнозирования наличия метастазов в тазовых ЛУ.

Цель: оценить критерии МТЛУ по данным МРТ и выявить наиболее прогностически значимые.

Материалы и методы

Анализу подверглись МРТ-данные 159 удаленных ЛУ, которые были сопоставлены с результатами морфологического исследования резецированных препаратов после радикального хирургического лечения со стандартной лимфаденэктомией (ЛАЭ). Характеристика пациентов с гистологически подтвержденным РШМ, которым было проведено оперативное вмешательство, представлена в табл. 1.

Исследование выполняли на магнитно-резонансных томографах Magnetom Avanto (Siemens) и Optima 450 W (General Electric) с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла с применением следующих импульсных последовательностей: T2-взвешенных изображений (ВИ) в сагиттальной, аксиальной, коронарной плоскостях сканирования с толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка; T1-ВИ в аксиальной плоскости и T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в аксиальной плоскости сканирования с толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка.

Диффузионно-взвешенную МРТ выполняли в аксиальной плоскости с фактором диффузии b 1000 с/мм² с последующим построением карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД, 10⁻³ мм²/с), толщиной среза 4 мм без межсрезового промежутка.

С целью объективизации данных визуального анализа использовали количественную характеристику интенсивности МРТ-сигнала. Количественному анализу подвергали T2-ВИ в аксиальной плоскости. Другие последовательности использовали для уточнения локализации патологического очага. Одинаковую толщину аксиальных срезов использовали для лучшей сопоставимости при оценке небольших по размеру образований. Для уменьшения погрешности измерений, обусловленной неоднородностью магнитного поля в томографе, все измерения интенсив-

Таблица 1

Общая характеристика пациентов с диагнозом РШМ

Показатель	Значение
Число пациенток	71
Медиана возраста, лет или годы (разброс значений)	42 (34–53)
Гистологическая структура опухоли:	71 (100 %)
плоскоклеточный рак	57 (80,3 %)
аденокарцинома	13 (18,3 %)
недифференцированный рак	1 (1,4 %)
Распространение опухоли:	71 (100 %)
T1aN0M0	6 (8,5 %)
T1bN0M0	48 (67,6 %)
T1bN1M0	10 (14 %)
T1bN1M1	1 (1,4 %)
T2aN1M0	6 (8,5 %)

ности МРТ-сигнала проводили в пределах одного-двух аксиальных срезов. Посредством выделения областей интереса (ROI) на изображениях измеряли интенсивность МРТ-сигнала в патологическом очаге в шейке и в локусах опухолевой ткани в ЛУ. Так как абсолютное значение интенсивности МР-сигнала вариабельно в зависимости от множества параметров, использовали относительные величины, сравнивая соотношение интенсивности сигнала опухоли и метастаза в ЛУ.

Статистическому анализу подверглись ЛУ таза: obturatorные, внутренние, наружные, общие подвздошные.

Диагностические возможности метода в выявлении МТЛУ оценивали на основе ДЧ, ДС. Доверительный интервал представлен с 95 % достоверностью. Диагностическую информативность МРТ оценивали с помощью построения характеристических кривых (Receiver Operating Characteristic curve – ROC), с расчетом площадей под ними (Area Under Curve – AUC).

Для определения прогностической значимости МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ были проведены моно- и мультивариантный регрессионные логистические анализы.

Результаты и их обсуждение

По данным морфологического исследования метастазы в ЛУ обнаружены в 43 случаях; при этом 36 (83,7 %) ЛУ из них имели размер по короткой оси менее 1 см. В 116 случаях метастазов в ЛУ выявлено не было.

В нашем исследовании медиана размера по короткой оси (диаметр) МТЛУ составила 0,75 см (диапазон 0,4–1,6).

Площадь под кривой для данного показателя составила AUC = 0,816, что позволяет оценить показатель размера ЛУ по короткой оси как значимый с ДЧ 51,2 % и ДС – 86,2 % (рис. 1). Оптимальная точка разделения соответствовала значению 0,65 см.

Метастатический фокус впервые появляется в корковой части ЛУ, по

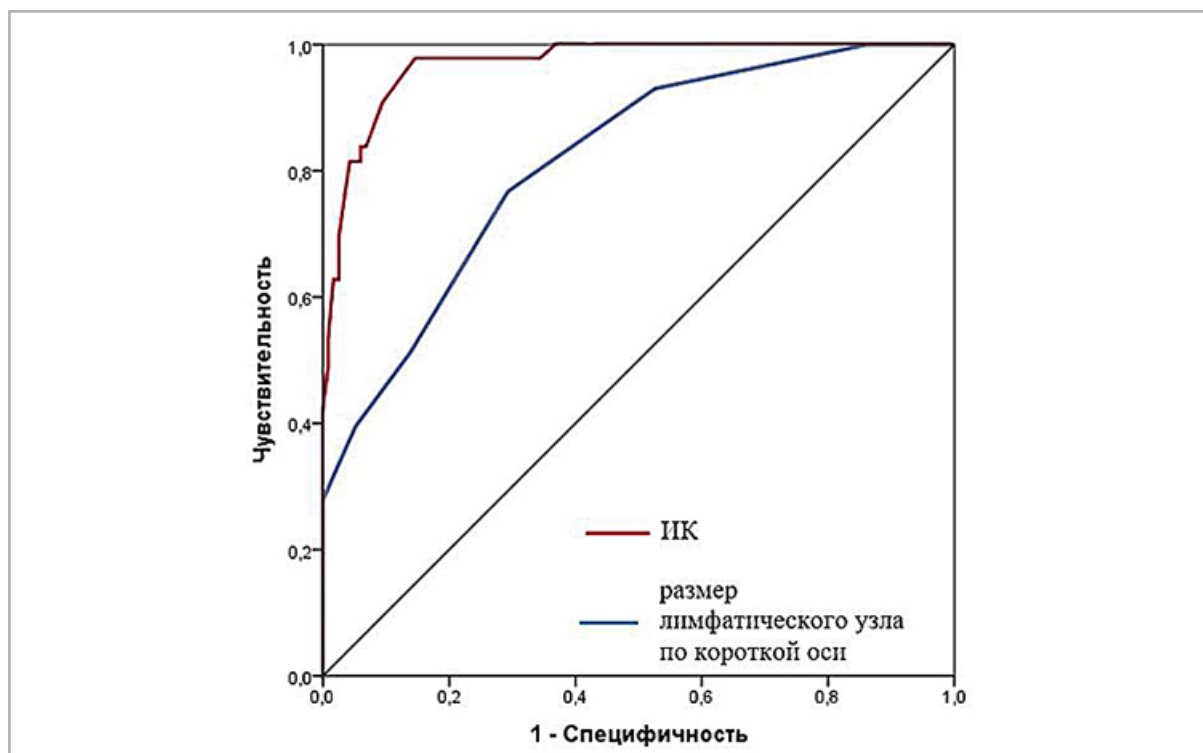


Рис. 1. ROC-анализ размера лимфатического узла по короткой оси, индекса конфигурации как критерия метастатического поражения ЛУ пациентов при РШМ

мере роста он вытесняет окружающую лимфоидную ткань узла, поэтому форма ЛУ становится более округлой.

При этом меняется соотношение его размера по длинной оси к размеру по короткой оси — индекс конфигурации (ИК). Площадь под кривой для данного показателя составила $AUC = 0,968$, ДЧ — 83,7 % и ДС — 94 % (рис. 1). Оптимальное соотношение ДЧ и ДС соответствует значению ИК — 1,65. Значение ИК меньше или равно 1,65 принято в качестве показателя вероятности метастатического поражения.

Кроме того, происходило изменение зональной анатомии ЛУ, которое выражалось в деформации или полном замещении ткани жировых ворот ЛУ опухолевыми клетками. На МРТ-изображениях этот критерий оценивали как отсутствие гипоинтенсивного сигнала от жировых ворот ЛУ при использовании последовательности Т2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. ДЧ для данного признака составила 88,4 %, ДС — 94,0 %.

Установлено, что на начальных стадиях развития метастаза в ЛУ появляется отечная реакция, при этом визуализируются расширенные лимфатические коллекторы и перинодулярный отек. АUC для критерия «наличие перинодулярного отека» составила 0,819 ($p < 0,001$), ДЧ и ДС при этом составили — 76,7 и 87,1 % соответственно (рис. 2).

Дальнейший рост количества метастатических клеток приводит к ремоделированию ЛУ, при этом визуализируется скопление жидкости по периферии — в субкапсулярном синусе (субкапсулярный отек). АUC для данного критерия составила — 0,710 ($p < 0,001$), ДЧ — 55,8 %, ДС — 86,2 %.

Далее вовлекаются кортикальные и мозговые синусы и центральный синус, из которого лимфа выводится выносящим (эфферентным) лимфатическим сосудом (центральный отек).

АUC для критерия «наличие центрального отека» составила 0,619 ($p < 0,001$), ДЧ — 25,6 %, ДС — 98,3 %.

С ростом метастатических клеток происходит «блокирование» лимфотока через узел, что ведет к появлению шиповатости контура ЛУ за счет расширения дистальных отделов афферентных лимфатических сосудов. AUC для критерия «наличие шиповатого контура» составила 0,865 ($p < 0,001$), ДЧ – 79,1 %, ДС – 94,0 %. Кроме того, осуществляется деформация или полное замещение ткани его жировых ворот опухолевыми клетками, что оценивается на МРТ-изображениях как отсутствие гипоинтенсивного сигнала от жировых ворот ЛУ при использовании последовательности T2-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. AUC для критерия «отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ» составила 0,912 ($p < 0,001$), ДЧ – 88,4 %, ДС – 94,0 %.

Метастатический фокус по мере роста заполняет весь ЛУ опухолевой тканью, протонная плотность которой аналогична ткани первичной опухоли. Это проявляется неоднородностью МР-сигнала от ткани ЛУ. Для критерия неоднородности МР-сигнала ЛУ AUC составила 0,870 ($p < 0,001$), ДЧ – 96,3 %, ДС – 81,0 %.

В то же время визуальным признаком вовлеченности ЛУ в метастатический процесс является наличие в ЛУ изоинтенсивного сигнала, соответствующего сигналу опухоли в шейке.

Критерий «значение коэффициента интенсивности (КИ) МР-сигнала ЛУ» рассматривается как соотношение интенсивности МР-сигнала изоинтенсивного очага в ЛУ с интенсивностью сигнала опухоли (ИСлу/ИСопух). AUC его составила 0,870 ($p < 0,001$), ДЧ – 79,1 %, ДС – 79,3 %. Оптимальная точка разделения соответствовала значению 1,34.

С использованием ДВИ с построением карт ИКД оценен критерий «значение ИКД ЛУ», AUC которого составила 0,726 (ДЧ – 67,4 %, ДС – 68,1 %). Оптимальная точка разделения соответствовала значению $0,885 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$.

По данным монофакторного анализа, рассмотренные критерии – размер ЛУ по короткой оси больше 0,65 см, индекс конфигурации менее 1,65 см, отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, наличие шиповатости контура ЛУ, наличие перинодулярного отека, субкапсулярного отека, центрального отека ЛУ, наличие неоднородности МР-сигнала ЛУ, коэффициента интенсивности сигнала ЛУ менее 1,34 и ИКД ЛУ менее $0,885 \text{ мм}^2/\text{с}$ – явились прогностическими факторами метастатического поражения тазовых ЛУ ($p < 0,05$). Далее все рассмотренные критерии были включены в мультивариантный анализ (табл. 2).

Мультивариантный логистический регрессионный анализ выявил стати-

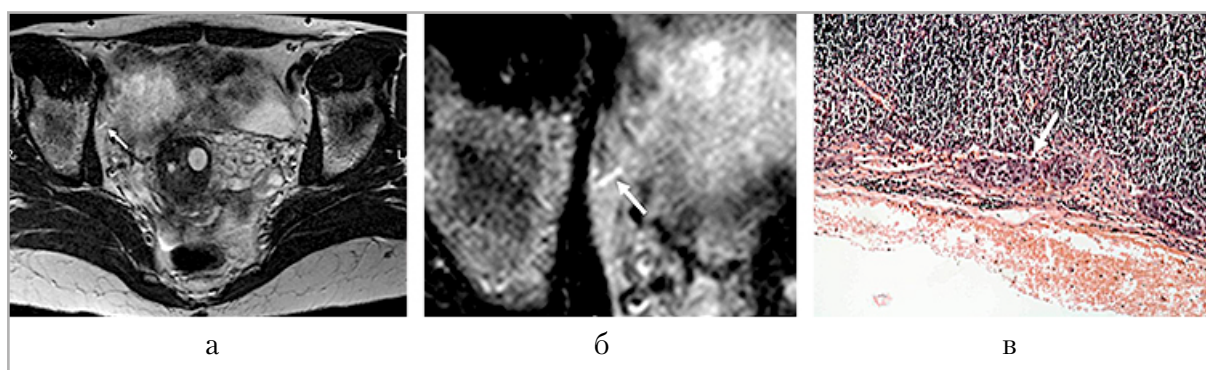


Рис. 2. Магнитно-резонансные томограммы: *а* – скан области таза пациентки (Т2-ВИ, аксиальная плоскость), отмечается тазовый ЛУ с метастатическим поражением, *б* – увеличенное изображение ЛУ с наличием перинодулярного отека (*стрелки*). Фото микропрепарата, окраска гематоксилин-эозин, увеличение $\times 100$ (*в*) – метастаз плоскоклеточного рака шейки матки в субкапсулярном синусе тазового ЛУ (*стрелка*)

Таблица 2

**Результаты мультивариантного регрессионного логистического анализа
МРТ-признаков метастатического поражения ЛУ**

МР- критерии	Отношения рисков	95 % ДИ	p
Отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ	4,159	10,650–385,026	< 0,001
Периодулярный отек	2,907	3,065–109,190	< 0,001
Индекс конфигурации ($\leq 1,65$)	3,057	4,177–108,260	< 0,001
Константа	– 5,575	–	< 0,001

стически значимую корреляцию частоты метастатического поражения ЛУ со следующими критериями: отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, перинодулярный отек и индекс конфигурации $\leq 1,65$.

Трудность диагностики ЛУ, пораженных метастазами, заключается в наличии стадийности метастатического процесса. До образования видимых метастазов в ЛУ происходит ремоделирование сосудов. Интранодальный лимфангиогенез связан с измененным оттоком лимфы через ЛУ, в силу чего, по данным исследования L. M. Nabehnicht и др. (2017), происходит увеличение лимфатических синусов в МТЛУ и усиление лимфотока. Авторы отмечают, что оценка патологии лимфангиогенеза МТЛУ или неинвазивная визуализация оттока лимфы опухоли потенциально могут быть полезны как для диагностики, так и для разработки тактики лечения [7].

В нашем исследовании процессы, связанные с лимфангиогенезом, были оценены с помощью таких критериев метастатического поражения ЛУ, как наличие перинодулярного отека, субкапсулярного и центрального отека ЛУ.

В процессе ремоделирования происходит не только расширение субкапсулярного синуса ЛУ, но и увеличение диаметра афферентных лимфатических сосудов [1].

Расширенные лимфатические коллекторы обуславливают изменение контура ЛУ: появляется шиповатый контур. Показатели информативности его в нашем исследовании составили ДЧ – 79,1 %, ДС – 94,0 %.

В ряде публикаций также был оценен контур МТЛУ. По данным метаанализа 2017 года, показатели диагностической информативности для дольчатого и спикурообразного контура были следующими: ДЧ – 0,57 [0,34–0,78] и 0,20 [0,04–0,48] %; ДС – 0,83 [0,79–0,86] и 0,99 [0,97–0,99] %, соответственно [5]. Причем авторы одного из исследований, включенного в системный обзор, связывали дольчатость или спикурообразность краев ЛУ с наличием десмопластической реакции или с инфильтрацией опухоли в перинодальную клетчатку. Согласно их данным, сочетание показателя диаметра ЛУ по короткой оси более 9 мм и спикурообразный и дольчатый контур демонстрировало ДЧ – 33,9 % и положительную прогностическую ценность (ППЗ) – 56,8 %. При этом средний диаметр по короткой оси МТЛУ в их исследовании составил $9,3 \pm 3,0$ мм [5].

В нашем исследовании средний диаметр по короткой оси (диаметр) МТЛУ составил 0,75 см (диапазон 0,4–1,6). Разница в показателях диагностической информативности, по-видимому, связа-

на с меньшими размерами ЛУ, включенных в наше исследование, так как инфильтрация опухоли в перинодальную клетчатку подразумевает более позднюю стадию развития метастатического процесса в ЛУ по сравнению с начальными стадиями, когда визуализируются расширенные лимфатические коллекторы. Для критерия «размер по короткой оси» показатели диагностической информативности в нашем исследовании составили ДЧ — 51,2 % и ДС — 86,2 %. Оптимальная точка разделения соответствовала значению 0,65 см. Критериями выбора порога отсечения в нашем исследовании выступало требование баланса между ДЧ и ДС. Аналогичные данные получены по результатам метаанализа, опубликованного в 2017 г. Показатели ДЧ и ДС при значении диаметра по короткой оси более 0,6 см составили 50,0 и 85,0 % соответственно [5].

Рост ЛУ, нарушение зональной анатомии сопровождаются изменением формы ЛУ, он становится более округлым [4]. В нашем исследовании этот признак объективизирован с помощью критерия индекса конфигурации, значение которого составило 1,65 при ДЧ — 83,7 % и ДС — 94 %. Полезность оценки данного соотношения отмечена в исследовании W. T. Yang и др., включенном в метаанализ 2017 г. Оптимальное соотношение, по мнению авторов, составило 1,3 при ДЧ и ДС данного показателя 47,1 и 86,2 % соответственно. Те же авторы оценивали изменение интенсивности МР-сигнала для дифференциации статуса ЛУ. По их данным, средняя интенсивность нативного МР-сигнала в МТЛУ составляла (704 ± 224) и значительно отличалась от ИС в ЛУ с отсутствием метастазов (833 ± 252) ($p = 0,01$). Однако, несмотря на более низкую ИС в МТЛУ, имело место значительное перекрытие значений ИС для доброкачественных и злокачественных ЛУ. При контрастном усилении интенсивность сигнала метастатических ЛУ составила

1001 ± 260 , а ЛУ с отсутствием метастазов — 1143 ± 278 , при этом разница была недостоверна ($p = 0,4$) [5].

В нашем исследовании для оценки интенсивности сигнала ЛУ предложен КИ, отражающий отношение ИС локусов опухолевой ткани ЛУ к ИС опухоли шейки, что позволяет исключить абсолютные значения интенсивности, которые для различных аппаратов и условий сканирования могут быть разными, а также учесть погрешности, связанные с неоднородностью магнитного поля. И значение AUC для данного показателя составило 0,870 ($p < 0,001$), что позволяет оценить его как значимый.

Использование ДВИ обладает большим потенциалом для дифференциации ЛУ, поскольку отражает различия в клеточности и гистопатологии между доброкачественными и злокачественными ЛУ. Согласно данным J. A. U. Pegucho и др., использование ИКД для выявления метастазов в ЛУ показало совокупную ДЧ 86–87 % и ДС 83–84 % [11].

В систематическом обзоре, включающем публикации 2008–2020 гг., представлены данные Y. Liu и др., которые сообщили о большей ДЧ и ДС для обнаружения МТЛУ — 95,7 и 96,5 % соответственно. При этом минимальное значение ИКД, по их данным, обладало большей информативностью в силу того, что не все МТЛУ были полностью замещены раковыми клетками, и составило $\leq 0,881 \times 10^{-3}$ мм²/с. При этом количество ЛУ, имеющих размер по короткой оси более 10 мм, составило 50 % от всех МТЛУ [6].

В нашем исследовании показатели информативности ИКД имели более низкие значения: ДЧ — 67,4 %, ДС — 68,1 %. Вероятно, это связано с размерами ЛУ, подвергшихся анализу (в нашем исследовании только 16 % МТЛУ имели размер по короткой оси более 10 мм), что создало определенные трудности в изменении значения ИКД в локусах опухолевой ткани. При

этом значение ИКД было аналогичным и составило меньше или равно $0,885 \times 10^{-3}$ мм²/с. В то же время ДВИ обладают потенциальной способностью предоставлять функциональную информацию об изменениях микроструктуры, что может предшествовать значительным изменениям размера.

Заключение

В результате проведенного исследования разработаны МРТ-критерии, отражающие патофизиологические процессы, происходящие в МТЛУ, такие как:

- размер ЛУ по короткой оси, соотношение размера ЛУ по длинной и короткой оси (индекс конфигурации);
- отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ;
- наличие шиповатости контура ЛУ;
- наличие перинодулярного отека, субкапсулярного отека, центрального отека ЛУ;
- неоднородность МР-сигнала от ЛУ, значение коэффициента интенсивности сигнала ЛУ и ИКД, которые являются клинически и статистически значимыми факторами метастатического поражения тазовых ЛУ ($p < 0,05$) для всех значений.

По данным мультивариантного анализа было определено, что статистически значимо увеличивают риск метастатического поражения ЛУ следующие критерии: отсутствие сигнала от жировой ткани ворот ЛУ, перинодулярный отек и индекс конфигурации меньше или равный 1,65 ($p < 0,05$).

Список литературы / References

1. *Birmingham K. G., O'Melia M. J., Bordy S., Reyes Aguilar D., El-Reyas B., Lesinski G., Thomas S. N.* Lymph Node Subcapsular Sinus Microenvironment-On-A-Chip Modeling Shear Flow Relevant to Lymphatic Metastasis and Immune Cell Homing. *iScience*. 2020. V. 23. No. 11. P. 101751. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101751
2. *Bhatla N., Berek J. S., Cuello Fredes M., Denny L. A., Grenman S., Karunaratne K., Kehoe S. T., Konishi I., Olawaiye A. B., Prat J., Sankaranarayanan R., Brierley J., Mutch D., Querleu D., Cibula D., Quinn M., Botha H., Sigurd L., Rice L., Ryu H. S., Ngan H., Mäenpää J., Andrijono A., Purwoto G., Maheshwari A., Bafna U. D., Plante M., Natarajan J.* Revised FIGO staging for carcinoma of the cervix uteri. *Int. J. Gynaecol. Obstet.* 2019. V. 145. No. 1. P. 129–135. DOI: 10.1002/ijgo.12749
3. *Diniz T. P., Faloppa C. C., Mantoan H., Gonçalves B. T., Kumagai L. Y., Menezes A. NO., Badiglian-Filho L., Guimaraes A. PG, da Costa A. ABA, De Brot L., Baiocchi G.* Pathological factors associated with non-sentinel lymph node metastasis in early stage cervical cancer. *J. Surg. Oncol.* 2021. V. 123. No. 4. P. 1115–1120. DOI: 10.1002/jso.26341
4. *Elsholtz F. H. J., Asbach P., Haas M., Becker M., Beets-Tan R. G. H., Thoeny H. C., Padhani A. R., Hamm B.* Introducing the Node Reporting and Data System 1.0 (Node-RADS): a concept for standardized assessment of lymph nodes in cancer. *Eur. Radiol.* 2021. V. 31. No. 8. P. 6116–6124. DOI: 10.1007/s00330-020-07572-4
5. *Gong Y., Wang Q., Dong L., Jia Y., Hua C., Mi F., Li C.* Different imaging techniques for the detection of pelvic lymph nodes metastasis from gynecological malignancies: a systematic review and meta-analysis. *Oncotarget*. 2017. V. 8. No. 8. P. 14107–14125. DOI: 10.18632/oncotarget.12959
6. *Gui B., Russo L., Minordi L., Miccò M., Persiani S., Avesani G., Rufini V., Fuoco V., Autorino R., Ferrandina G., Scambia G., Manfredi R.* The role of apparent diffusion coefficient (ADC) in the evaluation of lymph node status in patients with locally advanced cervical cancer: our experience and a review. *Pol. J. Radiol.* 2022. V. 10. No. 87. P. e438–e447. DOI: 10.5114/pjr.2022.118914
7. *Habenicht L. M., Kirschbaum S. B., Furuya M., Harrell M. I., Ruddell A.* Tumor

- Regulation of Lymph Node Lymphatic Sinus Growth and Lymph Flow in Mice and in Humans. *Yale J. Biol. Med.* 2017. V. 90. No. 3. P. 403-415. PMID: 28955180.
8. Jung W., Park K. R., Lee K. J., Kim K., Lee J., Jeong S., Kim Y. J., Kim J., Yoon H. J., Kang B. C., Koo H. S., Sung S. H., Cho M. S., Park S. Value of imaging study in predicting pelvic lymph node metastases of uterine cervical cancer. *Radiat. Oncol. J.* 2017. V. 35. No. 4. P. 340–348. DOI:10.3857/roj.2017.00206
9. Kim S. H., Cho S. H. Assessment of pelvic lymph node metastasis in FIGO IB and IIA cervical cancer using quantitative dynamic contrast-enhanced MRI parameters. *Diagn. Interv. Radiol.* 2020. V. 26. No. 5. P. 382–389. DOI: 10.5152/dir.2020.19365
10. Olthof E. P., van der Aa M. A., Adam J. A., Stalpers L. J. A., Wenzel H. H. B., van der Velden J., Mom C. H. The role of lymph nodes in cervical cancer: incidence and identification of lymph node metastases-a literature review. *Int. J. Clin. Oncol.* 2021. V. 26. No. 9. P. 1600–1610. DOI: 10.1007/s10147-021-01980-2
11. Perucho J. A. U., Chiu K. W. H., Wong E. M. F., Tse K. Y., Chu M. M. Y., Chan L. W. C., Pang H., Khong P. L., Lee E. Y. P. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging of primary cervical cancer in the detection of sub-centimetre metastatic lymph nodes. *Cancer Imaging.* 2020. V. 20. No. 1. P. 27. DOI: 10.1186/s40644-020-00303-4

Сведения об авторах / Information about authors

Жук Елена Георгиевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования» г. Минск.

Адрес: 220013, Беларусь, г. Минск, ул. Петруся Бровки, д. 3, к. 3.

Тел.: + 375 (17) 265-33-63. Электронная почта: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Вклад автора: разработка дизайна исследования, получение данных для анализа, интерпретация результатов статистического анализа, написание текста рукописи.

Elena G. Zhuk, Ph. D. Med, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics, N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Minsk.

Address: 3/3, ul. Petrusya Brovki, Minsk, 220013, Belarus.

Phone number: + 375 (17) 265-33-63. E-mail: elenazhuk.03@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-7576-9928

Author's contribution: study design development, data acquisition for analysis, statistical analysis results interpretation, manuscript writing.

Косенко Ирина Александровна, доктор медицинских наук, профессор, начальник образовательного центра ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова».

Адрес: 223040, Беларусь, Минский район, аг. Лесной.

Тел.: +375 (17) 389-95-85. Электронная почта: ikosenko@tut.by

ORCID.org/0000-0003-3498-3618

Вклад автора: научная консультация, редактирование текста рукописи.

Irina A. Kosenko, M. D. Med, Professor, Head of the Educational Center of N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Doctor of Medical Sciences.

Address: Lesnoy, Minsk District, 223040, Belarus.

Phone number: + 375 (17) 389-95-85. E-mail: ikosenko@tut.by

ORCID.org/0000-0003-3498-3618

Author's contribution: scientific consultation, editing the text of the manuscript.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 12.11.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 29.01.2023 г.

Дата принятия статьи к публикации: 04.02.2023 г.



МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оригинальная статья
УДК 612.15:616.1
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-40-51>

Перспективы метода магнитно-резонансной томографии для оценки биоэластической функции стенки аорты

К. Р. Бриль^{*,1}, А. А. Пронкин^{2,3}, Т. Н. Галян¹,
М. В. Малахова¹, В. Ю. Усов^{4,5}, В. В. Ховрин¹

¹ ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва

² ФГБНУ «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук», Москва

³ ФГБОУ «Национальный исследовательский университет «Московский энергетический институт», Россия

⁴ Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

⁵ ФГБНУ «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»

Реферат

Отчетливый рост сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и заболеваний аорты в мире требует точных диагностических методов их раннего прогнозирования. В современных исследованиях все больше внимания уделяется биомеханике и числовым моделям точных количественных расчетов. Оценка патологии аорты с помощью магнитно-резонансной томографии (МРТ) приобретает большую клиническую значимость, поскольку дает возможность одновременной оценки анатомической топографии и физических свойств аорты. Широкое изучение изменяющихся биомеханических процессов дополнит имеющиеся представления об основах формирования аневризмы и расслоения аорты. МРТ является современным неинвазивным методом, предоставляющим необходимые данные для оценки физических свойств стенки и направленных потоков в аорте.

*** Бриль Кристина Руслановна**, аспирант ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва.

Адрес: 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2.

Тел.: +7 (917) 538-28-38. Электронная почта: kr.bril@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-8789-0330

Kristina R. Bril, Postgraduate, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow.

Address: 2, Abrikosovsky per., Moscow, 119991, Russia.

Phone number: +7 (917) 538-28-38. E-mail: kr.bril@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-8789-0330

© К. Р. Бриль, А. А. Пронкин, Т. Н. Галян, М. В. Малахова, В. Ю. Усов, В. В. Ховрин.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография аорты, жесткость стенки аорты, эластичность аорты, модуль Юнга, скорость пульсовой волны.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

MEDICAL TECHNOLOGY

Original research

Prospects of the Magnetic Resonance Imaging Method for Assessing the Bioelastic Function of the Aortic Wall

**Kristina R. Bril^{*1}, Aleksandr A. Pronkin^{2,3}, Tat'yana N. Galyan¹,
Mariya V. Malakhova¹, Vladimir Yu. Usov^{4,5}, Valeriy V. Khovrin¹**

¹ B. V. Petrovsky National Research Centre of Surgery, Moscow

² Joint Institute of High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Moscow

³ National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Russia

⁴ National Research Tomsk Polytechnic University, Russia

⁵ Research Institute of Cardiology of Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences

Abstract

The distinct growth of cardiovascular diseases (CVD) and aortic diseases in the world requires accurate diagnostic methods for their early prediction. In modern research, more and more attention is paid to biomechanics and numerical models of accurate quantitative calculations. The assessment of aortic pathology using magnetic resonance imaging (MRI) acquires great clinical significance, since it makes it possible to simultaneously assess the anatomical topography and physical properties of the aorta. A broad study of changing biomechanical processes will complement the existing ideas about the basics of aneurysm formation and aortic dissection. MRI is a modern non-invasive method that provides the necessary data to assess the physical properties of the wall and directional flows in the aorta.

Key words: Magnetic Resonance Imaging of the Aorta, Aortic Wall Stiffness, Aortic Elasticity, Young's Modulus, Pulse Wave Velocity.

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Лучевая диагностика занимает лидирующие позиции в изучении патологии сердечно-сосудистой системы. Проведение малоинвазивной диагностики с прогнозированием течения и выявлением осложнений ориентирует к правильной тактике ведения пациентов и способствует своевременному началу лечения [3, 8].

Количественная оценка параметров биоэластической функции стенки аорты, ее жесткости и скорости пульсовой волны (СПВ) может иметь большую клиническую значимость в раннем выявлении сердечно-сосудистых заболеваний и их осложнений [11].

Уже в 70–90-е годы В. Л. Карпману удалось с применением баллисто- и фонокардиографии сформулировать и доказать положение о ведущей роли аортальной растяжимости и эластичности (комплаинса) в обеспечении реакции сердца на спортивные физиологические и предельные нагрузки. Однако до сих пор исследованиям биомеханики аорты в клинической практике не уделяется достаточного внимания.

На протяжении долгого времени золотым стандартом и единственным методом оценки жесткости аорты являлся метод определения каротидно-фemorальной скорости пульсовой волны в значениях расстояния от сегмента на шее (места определения револны общей сонной артерии) до сегмента на бедре (места определения револны бедренной артерии) [2]. Недостаток данного способа заключается в том, что проводится только общая оценка скорости пульсовой волны в аорте на всем пути сонно-бедренной артерии, без учета геометрических особенностей.

В литературе существуют примеры определения растяжимости аорты на различных уровнях при ее атеросклеротическом поражении с помощью спиральной рентгеновской компьютерной томографии (КТ) [4], где комплаинс

аорты рассчитывается после определения фаз конечной систолы и диастолы по данным максимального диаметра аорты, толщины стенки аорты и площади поперечного сечения аорты. Лучевая нагрузка и использование внутривенного контрастного вещества являются стандартным недостатком компьютерной томографии, при этом отсутствует дополнительная возможность одновременной оценки объемов и параметров кровотока в аорте.

МРТ является альтернативным неинвазивным методом оценки региональной жесткости аорты во всех ее сегментах, который впервые обсуждался в 1989 г. [8]. Растяжимость аорты с помощью МРТ у пациентов с артериальной гипертонией в РФ уже изучалась (Мартынов А. И. и др. 2001), при этом оценка биоэластических свойств аорты могла проводиться и у пациентов с острым инфарктом миокарда и при некоронарных его повреждениях [5]. Redheuil A. и др. (2014) в своем исследовании показали, что снижение растяжимости проксимального отдела аорты играет ключевую роль в смертности и тяжелых ССЗ у населения.

Однако при перспективной роли МРТ в диагностике заболеваний аорты до сих пор нет полной информации о клиническом значении МРТ-показателей физических свойств аорты у здоровых людей и у пациентов из группы риска.

Цель: оценить результаты фазово-контрастной МРТ с использованием расчетных физических значений эластических свойств аортальной стенки у пациентов с заболеваниями сердечной мышцы и без расслоения и аневризм аорты.

Методика магнитно-резонансной томографии аорты

В настоящее время в клинической практике Федерального государствен-

ного бюджетного научного учреждения «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского» (Москва) идет успешное применение фазово-контрастной МРТ (2D MRI) и методов вычислительной гидродинамики в оценке *in vivo* кровотока и биоэластических свойств стенок грудной и брюшной аорты [1].

В проспективном исследовании проанализированы данные 78 пациентов: мужчин — 52 (66,7 %), женщин — 26 (33,3 %), средний возраст $46,7 \pm 15,77$ года, без анамнеза заболеваний аорты (табл. 3, 4). Обследования включали в себя:

- 1) физикальные параметры (рост, масса тела, артериальное давление (АД) и частота сердечных сокращений (ЧСС) при каждой МРТ);
- 2) результаты этапных МР-исследований сердечно-сосудистой системы.

Распределение в группах обследуемых пациентов было следующим:

1-я группа — здоровые добровольцы ($n = 43$ (55,1 %), средний возраст $38,02 \pm 13,22$ года);

2-я группа — пациенты с ишемической болезнью сердца ($n = 14$ (17,9 %), средний возраст $54,78 \pm 13,91$ года);

3-я группа — пациенты с выявленной концентрической гипертрофией миокарда ($n = 21$ (27 %), средний возраст $59 \pm 9,92$ года).

Все данные МРТ были получены при использовании МР-томографа с напряженностью магнитного поля 1,5 Т. МРТ сердечно-сосудистой системы выполнена у всех обследованных 78 пациентов. Комплексное МР-исследование выполнялось в два этапа. На первом этапе МР-исследование проводили согласно стандартному протоколу с применением проспективной ЭКГ-синхронизации и экспираторной задержки дыхания (табл. 1).

Для укладки и позиционирования использовалась поверхностная 16-ка-

Таблица 1

Параметры магнитно-резонансной томографии для проведения кардиологического этапа сканирования

Выбор последовательности	Плоскость сканирования	TR, мс	TE, мс	Толщина среза, мм	FOV, мм	Размер матрицы
Fast imaging employing steady-state acquisition (сбалансированное градиентное эхо)	2-камерная проекция	3,6	1,6	8	36×32	200×200
Fast imaging employing steady-state acquisition (сбалансированное градиентное эхо)	4-камерная проекция	3,6	1,5	8	38×34	200×200
Fast imaging employing steady-state acquisition (сбалансированное градиентное эхо)	проекция по «короткой оси»	3,8	1,6	8	36×32	200×200

Примечание: TR — time repetition (время повторения); TE — time echo (время эхо); FOV — field of view (поле зрения).

нальная катушка с расположением верхнего края на уровне яремной вырезки грудины.

Целью выполнения первого этапа МР-исследования явился обязательный анализ анатомии и функции камер сердца для дальнейшей оценки состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) и последующих построений анатомических проекций аорты.

Второй этап, на котором производился сбор МР-данных для оценки биоэластических свойств аорты, был проведен согласно разработанному протоколу МРТ-исследования (табл. 2) [1], который состоял в основном из последовательностей с градиентным эхо и фазово-контрастных изображений [11, 12].

Изображения аорты получены в поперечной плоскости, перпендикулярной просвету аорты на таких уровнях:

1. Уровень синотубулярных гребней.
2. Уровень восходящей и нисходящей аорты на срезе бифуркации ствола легочной артерии.
3. Уровень нисходящей аорты на уровне чревного ствола.

В плоскости изображения, построенной перпендикулярно сосуду, кодировка максимальной скорости потока (VENC) происходит в направлении сквозной плоскости и может

быть зарегистрирована при последующем измерении. Стандартное значение кодирования скорости, которое необходимо установить перед началом получения последовательности фазово-контрастного изображения, обычно составляет около 150 м/с, но при наличии препятствия току крови на уровне створок аортального клапана (стеноз) это значение может увеличиваться [6]. Значения потока крови изменяются на всех уровнях сканирования, поэтому крайне важным является отслеживание каждой последовательности для достижения высокого качества изображений при устранении появляющихся артефактов (рис. 1, б).

Количественная оценка эластических свойств аорты

Для достижения целей работы полученные данные МР-исследования обрабатывались в версии ПО (программным обеспечением) «CVI42 (Version 5.3 Ext.4, Circle Cardiovascular Imaging Inc., Canada)». Нами применяется специализированный протокол оценки параметров аорты по аксиальным изображениям аорты (рис. 2, б) с инструментами контурирования стенки аорты в фазы сердечного цик-

Таблица 2

Параметры магнитно-резонансной томографии для проведения этапа оценки биоэластических свойств аорты

Выбор последовательности	Уровень исследования	Плоскость сканирования	TR, мс	TE, мс	Толщина среза, мм	FOV, мм	VENC, см/с	Размер матрицы
PC/GRE	синотубулярные гребни	перпендикулярно оси аорты	6,4	3,8	7	36 × 36	150	192 × 160
PC/GRE	восходящая и грудная аорта	перпендикулярно оси аорты	6,2	3,7	7	36 × 36	150	192 × 160
PC/GRE	восходящая и нисходящая аорта	косая в направлении оси аорты	6,4	3,8	8	40 × 40	150	224 × 180

Примечание: VENC — velocity encoding — параметры кодирования скорости.

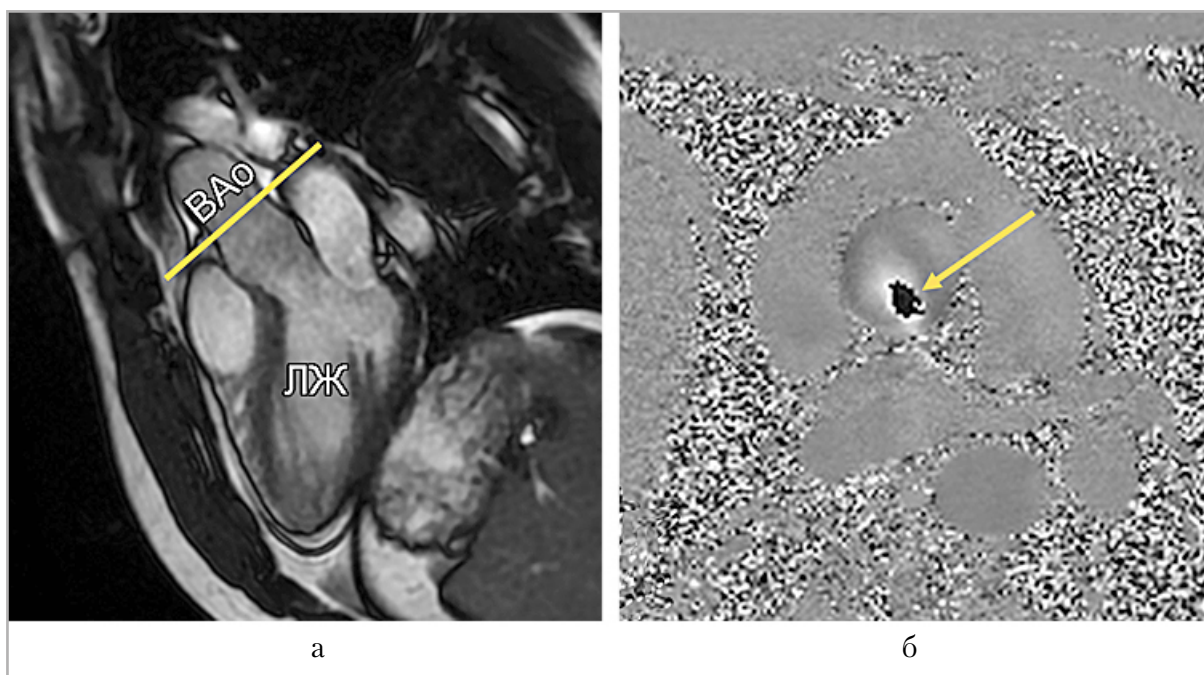


Рис. 1. Магнитно-резонансные томограммы аорты: *а* — 3-камерная проекция, желтая линия в срезе перпендикулярно оси аорты на уровне синотубулярных гребней; *б* — аксиальное изображение аорты на уровне синотубулярных гребней, стрелкой указан артефакт потока значений, превышающих установленный максимум VENC 150 м/с

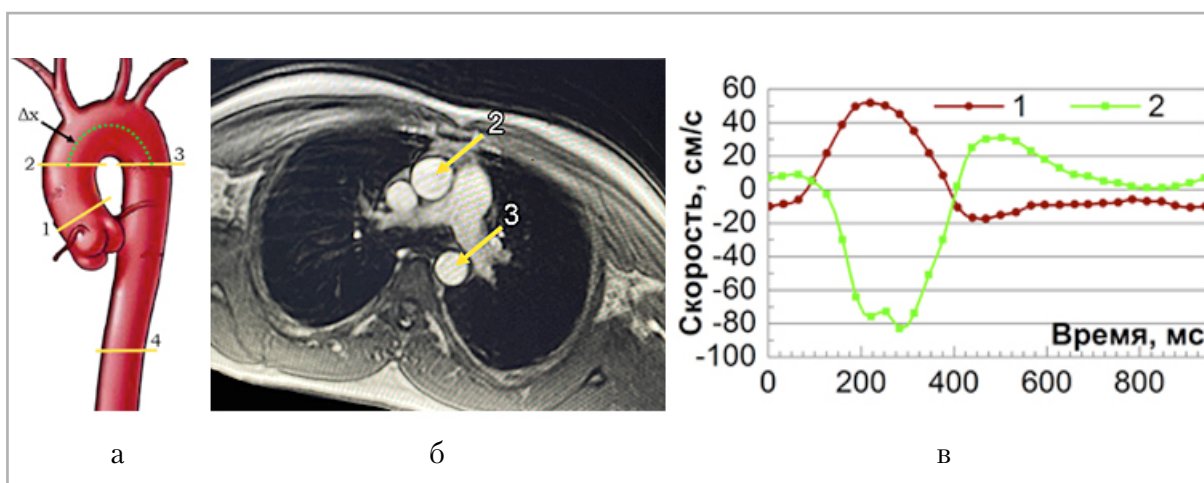


Рис. 2. Методика измерения скорости пульсовой волны с помощью магнитно-резонансной томографии. *а* — схематическое сагиттальное изображение аорты, показывающее уровни исследования: 1 — уровень синотубулярных гребней; 2 — уровень восходящей и нисходящей аорты на срезе бифуркации ствола легочной артерии; 3 — уровень нисходящей аорты на уровне чревного ствола. Стрелкой указано определение параметра Δx . *б* — аксиальное изображение восходящей и нисходящей аорты на срезе бифуркации ствола легочной артерии. *в* — график зависимости скорости от времени: восходящая аорта (красная) и нисходящая аорта (зеленая) кривые средней скорости, используемые для определения прихода переднего фронта пульсовой волны для расчета параметра Δt

ла. Определение площади и диаметра аорты входит в алгоритм действий,

а расчеты параметров проводятся по формулам.

Растяжимость стенки аорты [4]:

$$R = \left(\frac{A_{sist}^i - A_{diast}^i}{A_{diast}^i \times \Delta L_{puls}} \right) \times 100\% \left[\frac{\%}{\text{мм рт. ст.}} \right]$$

Модуль Юнга [5]:

$$E = 1,33 \times \left(\frac{(d_{diast}^i)^2 \times 0,75 \Delta L_{puls}}{2h^i \times \Delta d_{puls}^i} \right) [Па]$$

Согласно методике, в косых и сагиттальных плоскостях между контрольными точками в восходящей и нисходящей аорте определялся уровень измерения диаметра, далее проводилось определение параметров Δx

пульсовой волны (рис. 2, а) и Δt (рис. 2, в). Время прохождения волны потока (Δt) определялось как интервал времени между приходом «фронта» пульсовой волны в восходящей и нисходящей аорте [9].

$$PWS = \frac{\Delta x}{\Delta t} \left[\frac{м}{с} \right]$$

Результаты и их обсуждение

При сравнении полученных результатов в группах здоровых добровольцев в возрасте до 38 и после 38 лет были выявлены статистически значимые отличия ($p < 0,05$) растяжимости и модуля Юнга в восходящей аорте $1,17 \pm 0,57$ %/мм рт. ст. и $0,20 \pm 0,10$ МПа в возрастной группе до 38 лет против $0,80 \pm 0,27$ %/мм рт. ст. и $0,30 \pm 0,09$ %/мм рт. ст. в группе после 38 лет. При этом были различия ($p < 0,05$) максимальной площади ($635,66 \pm 102,88$ см² против $793,87 \pm 199,66$ см²) и периметра ($89,79 \pm 8,10$ мм против $100,20 \pm 11,86$ мм) восходящей аорты (табл. 3). Это подтверждает факт возрастных изменений в структуре эластического каркаса стенки аорты и наличия тенденции увеличения диаметра восходящей аорты при снижении эластических свойств магистральных артериальных сосудов.

В обследуемых группах пациентов с ишемической болезнью сердца (ИБС) и концентрической формой гипертро-

фии миокарда наблюдалась выраженная разница ($p < 0,05$) параметров глобальной систолической функции сердца: в группе с ИБС со снижением фракции выброса (ФВ) ($35,50 \pm 3,95$ %), в группе с гипертрофией миокарда — увеличением ФВ ($65,28 \pm 17,44$ %) (табл. 4). Несмотря на разную ФВ, между группами не было существенной разницы ($p > 0,05$) значений максимальной площади ($919,54 \pm 297,64$ см² против $950,34 \pm 207,69$ см²) и периметра ($105,18 \pm 16,20$ мм против $109,63 \pm 12,18$ мм) восходящей аорты. Однако наблюдались значимые различия в сравнении с группой добровольцев: максимальная площадь и периметр у лиц до 38 лет ($635,66 \pm 102,88$ см² и $89,79 \pm 8,10$ мм) и у лиц старше 38 лет ($793,87 \pm 199,66$ см² и $100,20 \pm 11,86$ мм) на восходящей аорте. Также растяжимость и показатель жесткости в виде модуля Юнга различались ($p < 0,05$) между контрольной группой до 38 лет ($1,17 \pm 0,57$ %/мм рт. ст. и $0,20 \pm 0,10$ МПа), группой после 38 лет ($0,80 \pm 0,27$ %/мм рт. ст. и $0,30 \pm 0,09$ МПа), группой с ИБС ($0,64 \pm$

0,32 %/мм рт. ст. и $0,43 \pm 0,26$ МПа) и пациентами с выявленной концентрической гипертрофией миокарда ($0,66 \pm 0,28$ %/мм рт. ст. и $0,44 \pm 0,20$ МПа). Это может говорить о возможной причине снижения эластических свойств, заключающейся в дегенерации структуры стенки аорты, что будет наиболее выражено проявляться у пациентов с аневризмой и расслоением аорты.

Статистически значимые отличия ($p < 0,05$) выявлены в значениях скорости пульсовой волны (СПВ) между группами здоровых добровольцев (до

38 лет — $4,31 \pm 1,10$ см/с против старше 38 лет — $5,50 \pm 1,37$ см/с соответственно). В то же время в группе с заболеваниями сердца более высокие значения СПВ были в группе с ишемической болезнью сердца ($6,67 \pm 2,70$ см/с) и у пациентов с концентрической гипертрофией миокарда ($7,75 \pm 2,99$ см/с) (табл. 3). Полученные данные подтверждают, что с возрастом скорость пульсовой волны увеличивается [13], полностью не исключается взаимосвязь между наличием ССЗ и повышенной жесткостью аортальной стенки.

Таблица 3

Полученные результаты в группах обследуемых пациентов

Параметры	Уровень исследования	n < 38 лет	n > 38 лет	ИБС	ГКМП	p
		среднее ± SD				
Количество пациентов в группах		22	21	14	21	
Площадь поверхности тела (м ²)		1,94 ± 0,30	1,95 ± 0,23	2,11 ± 0,15	2,05 ± 0,23	p > 0,05
Максимальная площадь (см ²)	Восходящая аорта	635,66 ± 102,88	793,87 ± 199,66	919,54 ± 297,64	950,34 ± 207,69	p < 0,05
Максимальный периметр (мм)		89,79 ± 8,10	100,20 ± 11,86	105,18 ± 16,20	109,63 ± 12,18	p < 0,05
Растяжимость (%/мм рт. ст.)	Синотубулярные гребни	1,17 ± 0,57	0,80 ± 0,27	0,64 ± 0,32	0,66 ± 0,28	p < 0,05
Модуль Юнга (МПа)		0,20 ± 0,10	0,30 ± 0,09	0,43 ± 0,26	0,44 ± 0,20	p < 0,05
Растяжимость (%/мм рт. ст.)	Нисходящая аорта	0,93 ± 0,40	0,55 ± 0,44	0,54 ± 0,26	0,56 ± 0,32	p < 0,05
Модуль Юнга (МПа)		0,04 ± 0,06	0,04 ± 0,07	0,04 ± 0,01	0,12 ± 0,16	p < 0,05
СПВ (см/с)	Дуга аорты	4,31 ± 1,10	5,50 ± 1,37	6,67 ± 2,70	7,75 ± 2,99	p < 0,05

Таблица 4

Полученные результаты функциональных параметров работы сердца

Параметры	n < 38 лет среднее $\pm$ SD	n > 38 лет среднее $\pm$ SD	ИБС среднее $\pm$ SD	ГКМП среднее $\pm$ SD	p
Конечно диастолический объем (EDV), мл/м ²	75,23 $\pm$ 12,33	69,97 $\pm$ 9,39	128,07 $\pm$ 9,40	80,01 $\pm$ 15,96	p < 0,05
Конечно систолический объем (ESV), мл/м ²	37,51 $\pm$ 10,33	31,88 $\pm$ 6,83	87,38 $\pm$ 10,29	28,02 $\pm$ 17,48	p < 0,05
Ударный объем (SV), мл/м ²	37,05 $\pm$ 9,63	38,07 $\pm$ 6,88	41,64 $\pm$ 2,70	51,70 $\pm$ 16,66	p < 0,05
Фракция выброса (EF), %	50,02 $\pm$ 11,83	54,43 $\pm$ 7,25	35,50 $\pm$ 3,95	65,28 $\pm$ 17,44	p < 0,05

Заключение

Создание единого протокола комплексного МР-исследования аорты и сердца позволяет расширить возможности одновременного анализа работы сердечной мышцы, эластических свойств и жесткости аорты (растяжимость, модуль Юнга, скорость пульсовой волны). С введением в методику анализа фазово-контрастной томографии появляется возможность дополнительного анализа данных скорости и направления потока в течение всей фазы сердечного цикла, причем с количественным анализом объемов потока и расчетом локального давления на стенку аорты.

Важным вопросом остается оценка состояния биоэластических свойств стенки аорты у пациентов с аневризмой и расслоением аорты. При этом важно, что до сих пор диагностика аневризм аорты проводится на основе результатов количественной оценки размеров аорты без расчета показателей механической прочности. Анализ биомеханических параметров аорты у пациентов на до- и послеоперационном этапе определит причины изменений гемодинамики, приводящих к ремоделированию сосудистой стенки.

Список литературы

1. Брилль К. Р. Магнитно-резонансная томография в оценке критериев жесткости стенки аорты // Digital Diagnostics. 2022. Т. 3. № 1S. С. 10–11.
2. Журавлева Л. В. Методика измерения каротидно-фemorальной, аортально-фemorальной скорости распространения пульсовой волны с помощью реографии // Medicine of Ukraine. 2016. №10. ISSN 1997-9894.
3. Малахова М. В. Диагностика отрыва клапаносодержащего кондуита восходящего отдела аорты и его успешное хирургическое лечение // Вестник рентгенологии и радиологии. 2021. Т. 102. № 6. С. 383–9.
4. Скрипник А. Ю. Оценка эластических характеристик стенки восходящего отдела аорты при помощи компьютерно-томографической ангиографии в режиме электрокардиографической синхронизации с расширенной пост-процессорной обработкой данных // Российский кардиологический журнал. 2019. Т. 24. № 12. С. 48–54.
5. Усов В. Ю. Вычислительная оценка механикоэластических свойств и парамагнитного контрастного усиления стенки восходящей аорты при остром инфаркте и некоронарных повреждениях миокарда, по данным динамической ЭКГ-синхронизированной МР-томографии (МР-эластометрии) // Трансляционная медицина. 2021. Т. 8. № 6. С. 43–58.
6. Catapano F. 4D flow imaging of the thoracic aorta: is there an added clinical

- value? *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2020. V. 10. No. 4. P.1068–1089.
7. *Harloff A.* Determination of aortic stiffness using 4D flow cardiovascular magnetic resonance — a population-based study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2018. V. 20. No. 43.
8. *Houriez-Gombaudo-Saintonge S.* Comparison of different methods for the estimation of aortic pulse wave velocity from 4D flow cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2019. V. 21. No. 1. P. 75.
9. *Hrabak-Paar M.* Variability of MRI Aortic Stiffness Measurements in a Multicenter Clinical Trial Setting: Intraobserver, Interobserver, and Intracenter Variability of Pulse Wave Velocity and Aortic Strain Measurement. *Radiol. Cardiothorac. Imaging.* 2020. V. 2. No. 2. e190090.
10. *Ohyama Y.* Imaging Insights on the Aorta in Aging. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 11. No. 4. e005617.
11. *Soulat G.* 4D Flow with MRI. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2020. V. 22. P. 103–126.
12. *Sträter A.* 4D-Flow MRI: Technique and Applications. *Rofo.* 2018. V. 190. No. 11. P. 1025–1035.
13. *Van Hout M.* Normal and reference values for cardiovascular magnetic resonance-based pulse wave velocity in the middle-aged general population. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2021. V. 23. No. 1. P. 46.
4. *Skripnik A. Yu.* Assessment of the elastic characteristics of the wall of the ascending aorta using computed tomographic angiography in the mode of electrocardiographic synchronization with advanced postprocessor data processing. *Russian J. of Cardiology.* 2019. V. 24. No. 12. P. 48–54 (in Russian).
5. *Usov V. Yu.* Computational evaluation of mechanoelastic properties and paramagnetic contrast enhancement of the ascending aortic wall in acute infarction and non-coronary myocardial injuries, according to dynamic ECG-synchronized MR-tomography (MR-elastometry). *Translational medicine.* 2021. V. 8. No. 6. P. 43–58 (in Russian).
6. *Catapano F.* 4D flow imaging of the thoracic aorta: is there an added clinical value? *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2020. V. 10. No. 4. P. 1068–1089.
7. *Harloff A.* Determination of aortic stiffness using 4D flow cardiovascular magnetic resonance — a population-based study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2018. V. 20. No. 43.
8. *Houriez-Gombaudo-Saintonge S.* Comparison of different methods for the estimation of aortic pulse wave velocity from 4D flow cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2019. V. 21. No. 1. P. 75.
9. *Hrabak-Paar M.* Variability of MRI Aortic Stiffness Measurements in a Multicenter Clinical Trial Setting: Intraobserver, Interobserver, and Intracenter Variability of Pulse Wave Velocity and Aortic Strain Measurement. *Radiol. Cardiothorac. Imaging.* 2020. V. 2. No. 2. e190090.
10. *Ohyama Y.* Imaging Insights on the Aorta in Aging. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 11. No. 4. e005617.
11. *Soulat G.* 4D Flow with MRI. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2020. V. 22. P. 103–126.
12. *Sträter A.* 4D-Flow MRI: Technique and Applications. *Rofo.* 2018. V. 190. No. 11. P. 1025–1035.
13. *Van Hout M.* Normal and reference values for cardiovascular magnetic resonance-based pulse wave velocity in the middle-aged general population. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2021. V. 23. No. 1. P. 46.

References

1. *Bril K. R.* Magnetic resonance imaging in the evaluation of aortic wall stiffness criteria. *Digital Diagnostics.* 2022. V. 3. No. 1S. P. 10–11 (in Russian).
2. *Zhuravleva L. V.* Methodology for measuring carotid-femoral, aortic-femoral pulse wave propagation velocity using rheography. *Medicine of Ukraine.* 2016. No. 10. ISSN 1997-9894 (in Russian).
3. *Malakhova M. V.* Diagnostics of detachment of the valve-containing conduit of the ascending aorta and its successful surgical treatment. *Bulletin of radiology and radiology.* 2021. V. 102. No. 6. P. 383–9 (in Russian).
4. *Skripnik A. Yu.* Assessment of the elastic characteristics of the wall of the ascending aorta using computed tomographic angiography in the mode of electrocardiographic synchronization with advanced postprocessor data processing. *Russian J. of Cardiology.* 2019. V. 24. No. 12. P. 48–54 (in Russian).
5. *Usov V. Yu.* Computational evaluation of mechanoelastic properties and paramagnetic contrast enhancement of the ascending aortic wall in acute infarction and non-coronary myocardial injuries, according to dynamic ECG-synchronized MR-tomography (MR-elastometry). *Translational medicine.* 2021. V. 8. No. 6. P. 43–58 (in Russian).
6. *Catapano F.* 4D flow imaging of the thoracic aorta: is there an added clinical value? *Cardiovasc. Diagn. Ther.* 2020. V. 10. No. 4. P. 1068–1089.
7. *Harloff A.* Determination of aortic stiffness using 4D flow cardiovascular magnetic resonance — a population-based study. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2018. V. 20. No. 43.
8. *Houriez-Gombaudo-Saintonge S.* Comparison of different methods for the estimation of aortic pulse wave velocity from 4D flow cardiovascular magnetic resonance. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2019. V. 21. No. 1. P. 75.
9. *Hrabak-Paar M.* Variability of MRI Aortic Stiffness Measurements in a Multicenter Clinical Trial Setting: Intraobserver, Interobserver, and Intracenter Variability of Pulse Wave Velocity and Aortic Strain Measurement. *Radiol. Cardiothorac. Imaging.* 2020. V. 2. No. 2. e190090.
10. *Ohyama Y.* Imaging Insights on the Aorta in Aging. *Circ. Cardiovasc. Imaging.* 2018. V. 11. No. 4. e005617.
11. *Soulat G.* 4D Flow with MRI. *Annu. Rev. Biomed. Eng.* 2020. V. 22. P. 103–126.
12. *Sträter A.* 4D-Flow MRI: Technique and Applications. *Rofo.* 2018. V. 190. No. 11. P. 1025–1035.
13. *Van Hout M.* Normal and reference values for cardiovascular magnetic resonance-based pulse wave velocity in the middle-aged general population. *J. Cardiovasc. Magn. Reson.* 2021. V. 23. No. 1. P. 46.

Сведения об авторах / Information about authors

Бриль Кристина Руслановна, аспирант, ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва.

Адрес: 119991, Москва, Абрикосовский пер., 2.

Тел.: +7 (917) 538-28-38. Электронная почта: kr.bril@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-8789-0330

Вклад автора: проведение исследований, обработка данных исследований, участие в научном дизайне, написание текста статьи, создание опубликованной работы.

Kristina R. Bril', Postgraduate, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow.

Address: 2, Abrikosovsky per., Moscow, 119991, Russia.

Phone number: +7 (917) 538-28-38. E-mail: kr.bril@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-8789-0330

Author's contribution: conducting research, processing research data, participating in scientific design, writing the text of an article, creating a published work.

Пронкин Александр Артурович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук», Москва.

Адрес: 125412. г. Москва, ул. Ижорская, д. 13, стр. 2.

Телефон: +7 (495) 485-90-09. Электронная почта: pronkin.a.a@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-8091-9479. Scopus author ID: 57210335627

Вклад автора: обработка данных исследований, поиск и интерпретация математических формул, используемых в исследовании, редактирование текста.

Aleksandr A. Pronkin, Candidate of Technical Sciences, Senior Research Associate of the Joint Institute of High Temperatures of the Russian Academy of Sciences, Moscow.

Address: 13, p. 2, ul. Izhorskaya, Moscow. 125412, Russia.

Phone number: +7 (495) 485-90-09. E-mail: pronkin.a.a@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-8091-9479. Scopus author ID: 57210335627

Author's contribution: processing of research data, search and interpretation of mathematical formulas used in research, text editing.

Галян Татьяна Николаевна, кандидат медицинских наук, заведующая отделением рентгенодиагностики и компьютерной томографии ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва.

Адрес: 119991. г. Москва, Абрикосовский пер., 2.

Телефон: +7 (499) 248-15-55. Электронная почта: Galmedi05@gmail.com

ORCID.org/0000-0003-4751-5119

Вклад автора: разрешение на возможность проведения исследований, концепция и дизайн исследования, утверждение окончательного варианта публикации.

Tat'yana N. Galyan, Candidate of Medical Sciences, Head of Department of Radiology and Computed Tomography, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow.

Address: 2, Abrikosovsky per., Moscow, 119991, Russia.

Phone number: +7 (499) 248-15-55. E-mail: Galmedi05@gmail.com

ORCID.org/0000-0003-4751-5119

Author's contribution: permission for the possibility of conducting research, the concept and design of the study, approval of the final version of the publication.

Малахова Мария Владимировна, кандидат медицинских наук, научный сотрудник ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва.

Адрес: 119991. г. Москва, Абрикосовский пер., 2.

Телефон: +7 (499) 248-15-55. Электронная почта: mmv989@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-9985-3753.

Вклад автора: проведение исследований, участие в научном дизайне, написание текста статьи.

Mariya V. Malakhova, Candidate of Medical Sciences, Radiologist, Petrovsky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow.

Address: 2, Abrikosovsky per., Moscow, 119991, Russia.
Phone number: +7 (499) 248-15-55. E-mail: mmv989@yandex.ru
ORCID.org/0000-0002-9985-3753.

Author's contribution: conducting research, participating in scientific design, writing the text of the article.

Усов Владимир Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением рентгеновских и томографических методов диагностики, НИИ кардиологии Томского НИМЦ РАН.

Адрес: 634012, г. Томск, ул. Киевская, д. 111а.

Телефон: +7 (3822) 56-12-32. Электронная почта: ussov1962@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-7978-5514. Scopus Author ID: 56611827000

Вклад автора: концепция и дизайн исследования, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

Vladimir Y. Usov, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department of X-ray and Tomographic Diagnostic Methods, Research Institute of Cardiology of Tomsk NIMC RAS.

Address: 111a, ul. Kievskaya, Tomsk, 634012, Russia.

Phone number: +7 (3822) 56-12-32. E-mail: ussov1962@yandex.ru

ORCID.org/0000-0001-7978-5514. Scopus Author ID: 56611827000

Author's contribution: the concept and design of the study, the creation of the published work, the approval of the final version of the article.

Ховрин Валерий Владиславович, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва.

Адрес: 119991, г. Москва, Абрикосовский пер., 2.

Телефон: +7 (499) 248-15-55. Электронная почта: valery@vkhovrin.ru

ORCID.org/0000-0002-6720-4126. Scopus Author ID: 6504830959

Вклад автора: концепция и дизайн исследования, проведение исследований, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

Valeriy V. Khovrin, Doctor of Medical Sciences, Senior Researcher, Petrov-sky Russian Scientific Center of Surgery, Moscow.

Address: 2, Abrikosovsky per., Moscow, 119991, Russia.

Phone number: +7 (499) 248-15-55. E-mail: valery@vkhovrin.ru

ORCID.org/0000-0002-6720-4126. Scopus Author ID: 6504830959

Author's contribution: the concept and design of the study, research, analysis and interpretation of the data obtained, preparation, creation of the published work, approval of the final version of the article.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 30.12.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 23.01.2023 г.

Дата принятия статьи к публикации: 28.01.2023 г.



МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Краткое сообщение

УДК 616.13-089

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-53-62>

Опыт применения внутрисосудистого ультразвукового исследования у коморбидного пациента высокого хирургического риска

Е. Б. Шахов^{*1,2}, Е. Б. Петрова¹, А. Д. Лямаев²,
Е. В. Чеботарь², А. А. Шульц¹, С. П. Шарланов¹

¹ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

² ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница» имени академика Б. А. Королева, г. Нижний Новгород

Реферат

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование (ВСУЗИ) позволяет оценить характер атеросклеротической бляшки, степень значимости и протяженности стеноза, а также провести оценку прилегания стента к стенкам коронарной артерии. Недостаточное раскрытие стента, нераспознанное при ангиографическом контроле, может привести к тромбозу или рестенозу в ранние или отдаленные сроки. Представленный в публикации клинический случай демонстрирует отличие результатов флюороскопического и ВСУЗИ-контроля имплантации стента во время чрескожного коронарного вмешательства (ЧКВ) у пациента высокого хирургического риска со значимой сопутствующей патологией.

Ключевые слова: внутрисосудистое ультразвуковое исследование, атеросклеротическая бляшка, стентирование.

Финансирование исследования и конфликт интересов

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

*** Шахов Евгений Борисович**, доктор медицинских наук, доцент кафедры рентгеноэндоваскулярной диагностики и лечения факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород.

Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: + 7 (831) 433-75-78. Электронная почта: es-ngma@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4967-3252

Evgeniy B. Shakhov, M. D. Med., associate professor of the endovascular diagnostic and treatment department on faculty of additional professional education, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod.

Address: 10/1, pl. Minina i Pozharskogo, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.

Phone number: +7 (831) 433-75-78. E-mail: es-ngma@yandex.ru ORCID.org/0000-0002-4967-3252

© Е. Б. Шахов, Е. Б. Петрова, А. Д. Лямаев, Е. В. Чеботарь, А. А. Шульц, С. П. Шарланов.

Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

MEDICAL TECHNOLOGY

Short report

Using Intravascular Ultrasound as Experience in a Comorbid Patient of High Surgical Risk

Evgeniy B. Shakhov^{*,1,2}, Ekaterina B. Petrova¹, Aleksandr D. Ljamaev²,
Evgeniy V. Chebotar², Anton A. Shul'tc¹, Sergey P. Sharlanov¹

¹ Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia

² Specialized Cardiac Surgical Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract

Intravascular ultrasound examination (ICSI) allows to assess the nature of atherosclerotic plaque, the degree of significance and extent of stenosis, as well as to monitor the position of the stent in the lumen of the coronary artery. Insufficient opening of the stent, unrecognized during angiographic control, can lead to thrombosis or restenosis in the early or long term. The clinical case presented in the publication demonstrates the difference between the results of fluoroscopy-controlled stenting and ICSI-controlled stenting during percutaneous coronary intervention (PCI) in a high-risk surgical patient with significant concomitant pathology.

Key words: Intravascular Ultrasound, Atherosclerotic Plaque, Stenting.

Research funding and conflict of interest

The study was not funded by any sources. The authors state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm the compliance of their authorship with the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, the preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Несмотря на широкое внедрение эндоваскулярного подхода в лечении ишемической болезни сердца (ИБС), частота больших кардиальных событий у пациентов высокого хирургического риска со значимой сопутствующей патологией и многосудистым технически сложным поражением коронарного русла (complex and high risk indicated patients – CHIP) остается по-прежнему

высокой, достигая 20–30 % [2, 4]. Такая тенденция связана со сложностью выполнения полной одномоментной реваскуляризации миокарда, усугублением функционального состояния сердечной мышцы после рентгенохирургической коррекции стенозирующего поражения, а также с неполным расправлением имплантируемых в коронарное русло стентов [4, 5]. Так, адекватный, по мнению

хирургической бригады, ангиографический результат стентирования может являться обманчивым, скрывая реальную картину неполного покрытия корригируемой атеросклеротической бляшки коронарным стентом, недостаточное прилегание страт стента к стенке сосуда, неудовлетворительную площадь просвета стентированной артерии, что может сопровождаться тромбозом или рестенозом в разные сроки после вмешательства [2, 5]. Для контроля оптимального расположения имплантируемых стентов у клинически сложных коморбидных пациентов высокого хирургического риска активно используются методики внутрисосудистой визуализации, включая проведение внутрисосудистого ультразвукового исследования [6, 7].

Цель: продемонстрировать применение ВСУЗИ во время повторной интервенции у пациента с сопутствующей патологией, многососудистым поражением коронарного русла, нарушением функционального состояния миокарда левого желудочка (ЛЖ) и ангиографически документированным рестенозом в ранее имплантированном стенте.

Клиническое наблюдение

Пациент К., 76 лет, госпитализирован в ГБУЗ НО «СККБ им. академика Б. А. Королева» (г. Нижний Новгород) в октябре 2022 года с диагнозом: ИБС, стенокардия напряжения 3 функциональный класс, перенесенный не Q ИМ передней (1998 г.), нижней (2021 г.), переднебоковой (июнь 2022 г.) стенок ЛЖ; частая желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная неустойчивая желудочковая тахикардия, хроническая сердечная недостаточность 2А (NYHA III). Сопутствующие заболевания: артериальная гипертензия III стадии, риск 4; сахарный диабет инсулинонезависимый (2 типа), целевой уровень HbA1C менее 8,0 %; язвенная болезнь желудка (ремиссия); диффузно-узловой зоб, эутиреоз;

нефропатия смешанного генеза, хроническая болезнь почек СЗБ (СКД-EP1 = 43 мл/мин/1,73 м²).

В анамнезе стентирование передней нисходящей артерии (ПНА) с использованием стента без лекарственного покрытия от 2005 года, экстренное стентирование правой коронарной артерии (ПКА) в 2021 году, неотложное стентирование интермедиальной ветви (ИМА) и огибающей артерии (ОА) по поводу переднебокового не Q ИМ от июня 2022 года с использованием стентов, выделяющих лекарственное покрытие «сиролимус».

Настоящая госпитализация связана с клиническими проявлениями стенокардии напряжения. Ишемические изменения в области передней и переднебоковой стенок ЛЖ были подтверждены данными велоэргометрического теста, что предполагало возможность рентгенохирургической коррекции в бассейне левой коронарной артерии. Основные эхокардиографические показатели состояния ЛЖ на предоперационном этапе свидетельствовали о нарушении систолической, диастолической и сократительной функции миокарда: фракция выброса = 42 %; конечно-диастолический объем (КДО) ЛЖ = 171 мл; индекс КДО = 83 мл/м²; конечно-систолический объем (КСО) = 99 мл; индекс КСО = 48 мл/м²; ударный объем (УО) = 72 мл; диастолическая дисфункция 1-й степени (Е/А = 0,74); индекс локальной сократимости (ИЛС) = 1,25.

При проведении селективной коронарографии выявлен сбалансированный тип коронарного кровоснабжения. Ранее стентированные ПКА, ИМА и ОА полностью проходимы, без признаков рестеноза. Отмечены признаки локального стеноза 50–60 %, распространяющегося от устья ПНА по нижней стенке артерии до ранее стентированного проксимального сегмента ПНА. В области ранее стентированного проксимального сегмента ПНА выявлен ате-

роматоз (рис. 1, а). Учитывая наличие ангиографических признаков устьевого стеноза ПНА и наличие доказанной ишемии в области передней и переднебоковой стенок ЛЖ при стресс-тесте, было решено считать выявленное проксимальное поражение ПНА клинико-зависимым, а для детального определения характера поражения выполнить ВСУЗИ (рис. 1, б).

Проведенное ВСУЗИ подтвердило наличие значительного объема атеросклеротической бляшки на границе ствола ЛКА и ПНА при сохранении остаточного просвета в области ствола левой коронарной артерии на уровне $6,6 \text{ мм}^2$ (рис. 1, б). Полученные данные свидетельствовали о наличии пограничного стенозирующего поражения с остаточным просветом сосуда $6\text{--}8 \text{ мм}^2$, которое требовало эндоваскулярной коррекции в связи с его доказанным влиянием на ишемию миокарда ЛЖ [3]. Определение минимального ($2,9 \text{ мм}$) и

максимального ($4,4 \text{ мм}$) диаметров на границе ствола ЛКА и ПНА позволило выбрать размер стента (не менее $4,0 \text{ мм}$) для безопасной его имплантации в проксимальном сегменте ПНА и возможности оптимального расположения в просвете ствола ЛКА.

Использование методики «виртуального гистологического исследования» при ВСУЗИ атеросклеротической бляшки дало представление о ее структуре в области ствола ЛКА выше зоны бифуркации. В структуре атеромы преобладал липидный компонент с единичными элементами кальциноза и признаками локальной некротической трансформации преимущественно по нижней стенке обследуемого сосуда (рис. 2). Все это позволило сделать вывод о возможности безопасной постдилатации имплантируемого стента с минимальными рисками повреждения ствола ЛКА смещаемыми участками кальция.

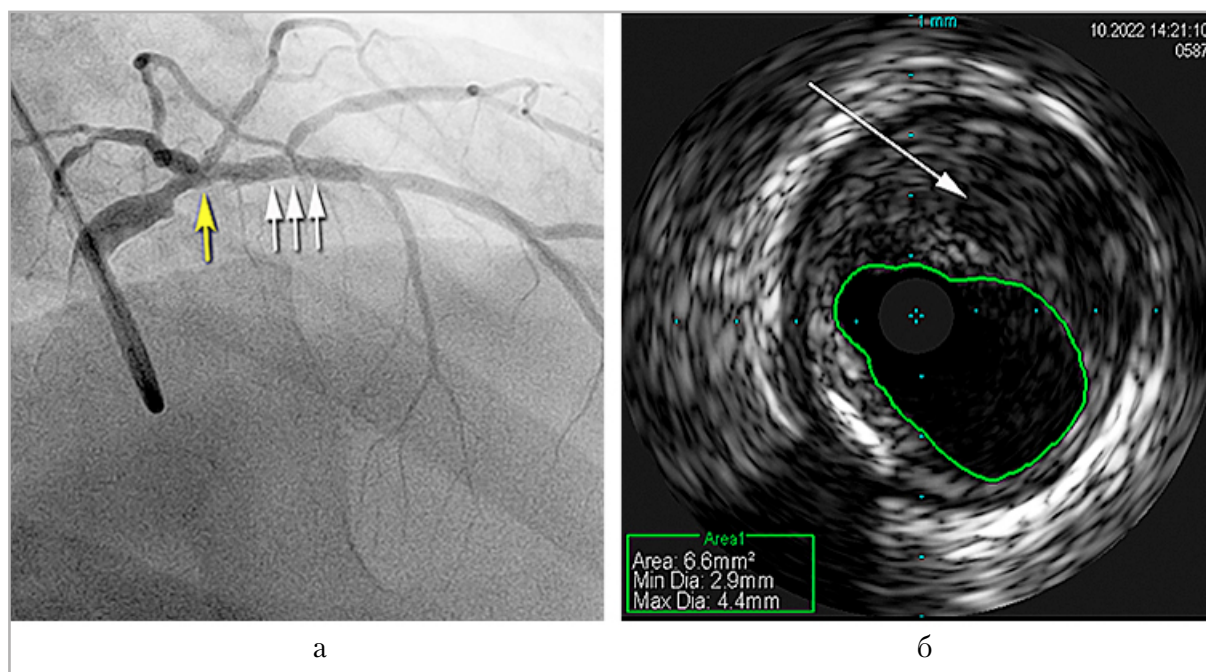


Рис. 1. Коронарограмма (а) и ВСУЗИ (б) ПНА: а — проксимальный стеноз ПНА (желтая стрелка) от устья артерии до ранее стентированного сегмента ПНА (белые стрелки); б — атеросклеротическая бляшка на границе ствола ЛКА (левая коронарная артерия) и ПНА (стрелка) с сохранением площади просвета ствола ЛКА $6,6 \text{ мм}^2$ (зеленый контур): area — площадь просвета сосуда, Min Dia — минимальный диаметр, Max Dia — максимальный диаметр просвета сосуда

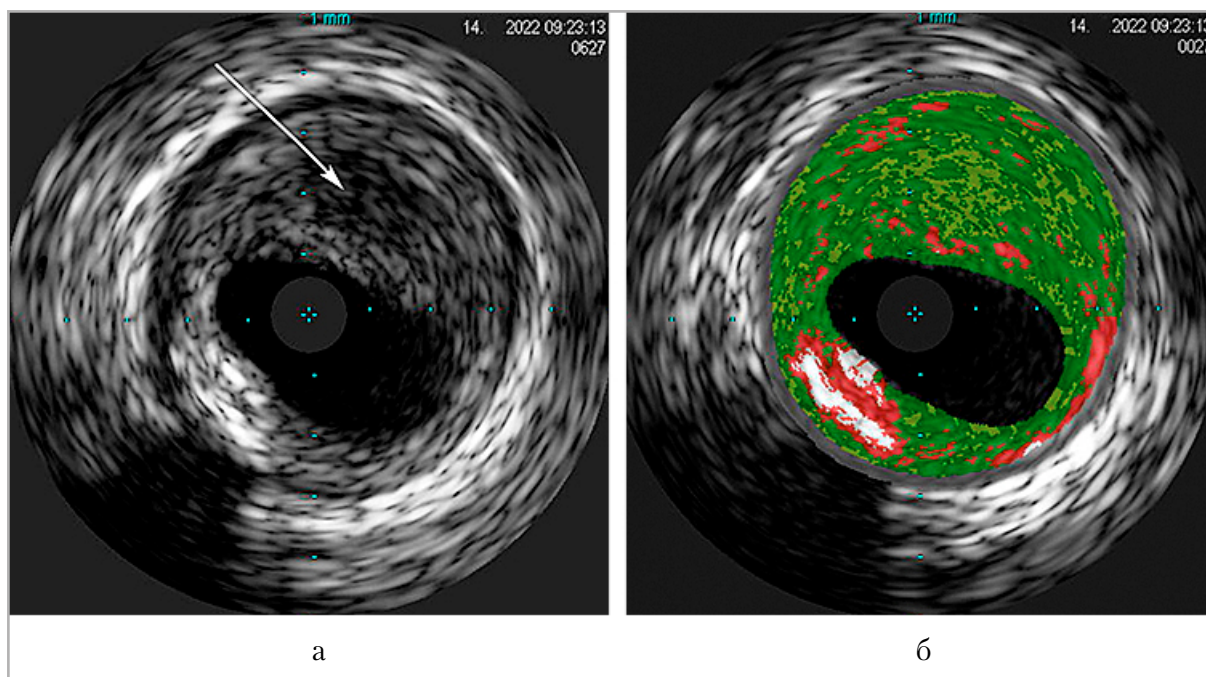


Рис. 2. ВСУЗИ ствола ЛКА выше зоны бифуркации: *а* — массивная атеросклеротическая бляшка в просвете ствола левой коронарной артерии (*стрелка*); *б* — «виртуальная гистология бляшки», на которой при компьютерном анализе визуализируется липидный компонент (*зеленый цвет*), кальциноз стенки сосуда (*белый цвет*) и некротический компонент бляшки (*красный цвет*)

Очевидно, что изолированное ангиографическое исследование не давало полного представления об истинном внутреннем диаметре стентированного сосудистого русла и структуре атеросклеротической бляшки в корригуемом участке левой коронарной артерии. Сочетанное использование ангиографии и метода ВСУЗИ позволило определиться с выбором оптимальной тактики стентирования — установки стента Endeavor Resolute (Medtronic, США) с лекарственным покрытием «зотаролимус» диаметром 4,0 мм и длиной 24 мм из ствола ЛКА в проксимальный сегмент ПНА «внахлест» на ранее имплантированный стент ПНА. Контрольное ангиографическое исследование свидетельствовало о правильном расположении стента в просвете ПНА и ствола ЛКА, однако ВСУЗИ демонстрировало неполное прилегание стента к сосудистой стенке (рис. 3, *а, б*).

Учитывая неполное расправление стента в стволе ЛКА, выявленное при ВСУЗИ и не визуализируемое при стандартной ангиографии левой коронарной артерии, было принято решение о его постдилатации с использованием баллона высокого давления NC Euphora 4,5–20 мм (Medtronic, США). Диаметр баллона соответствовал максимальному диаметру на границе ствола ЛКА и ПНА, измеренному по данным ВСУЗИ. Постдилатация была выполнена на высоком давлении 20 атм для преодоления возможной погрешности при определении внутреннего диаметра ствола и достижения оптимального раскрытия стента. Контрольная ангиографическая картина после постдилатации визуально не отличалась от ангиограмм, полученных перед проведением проксимальной оптимизации стента баллоном высокого давления (рис. 4, *а*). Однако при проведении ВСУЗИ было отмечено достаточное прилегание страт стента

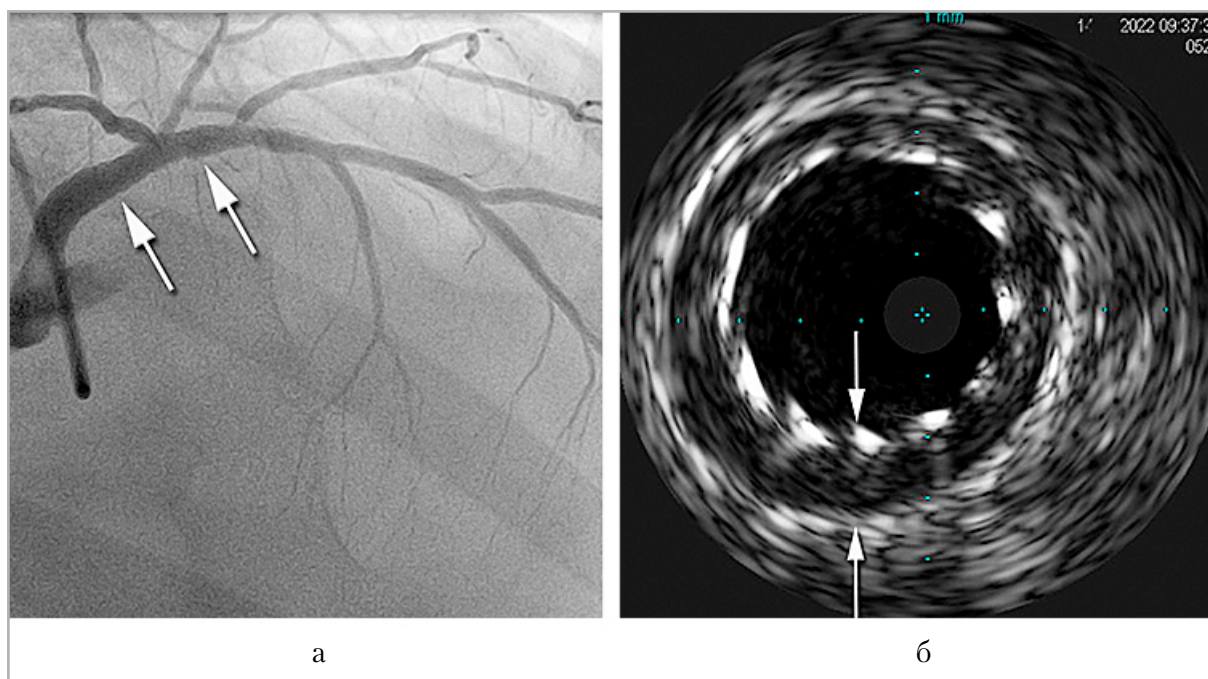


Рис. 3. Коронарограмма ствола ЛКА и ПНА (а), ВСУЗИ ЛКА (б): а — оптимальное расположение стентов в просвете ствола ЛКА и ПНА по данным ангиографии (стентированные сегменты указаны *стрелками*); б — неполное прилегание стента к сосудистой стенке в стволе ЛКА (расстояние между стратами стента и стенкой сосуда указано *стрелками*)

к стенкам ствола ЛКА, что свидетельствовало об оптимальном результате стентирования: площадь просвета в стентированном стволе ЛКА составила 25,7 мм², минимальный диаметр — 4,5 мм, а максимальный — 4,8 мм (рис. 4, б).

В режиме флюороскопического усиления визуализации стента — «Stent-Boost» было визуализировано отсутствие пространства между двумя имплантированными в бассейн ПНА стентами, что дополнительно снижало риски возможного рестеноза в будущем (рис. 5).

Обсуждение

Представленное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует несоответствие между интраоперационной ангиографической и ультразвуковой картиной стентирования ствола ЛКА. По данным Patel B. и др. (2021), изолированное использование флюороскопического контроля при эндоваскулярной коррекции стволового поражения при-

водит к неадекватной оценке полноты раскрытия стента в 80–90 % случаев, что увеличивает частоту неблагоприятных кардиальных событий в средние и отдаленные сроки после интервенции [7]. В этой связи справедливо отметить, что методика внутрисосудистого ультразвукового контроля прилегания стентов в венечном русле сердца в целом и в стволе ЛКА в частности является «золотым стандартом» стентирования [3]. По данным Волкова С. В. с соавт. (2019), для ВСУЗИ характерна точность значений площади исследуемого сосуда и диаметра остаточного просвета корригируемой артерии [1]. По сравнению с классическим ангиографическим контролем ВСУЗИ обладает большей разрешающей способностью и возможностью получения исчерпывающей информации о протяженности, степени выраженности, а также морфологии атеросклеротической бляшки [1, 3, 7]. Это важно как на этапе планирования оперативного вмешательства, так и на этапе оценки непо-

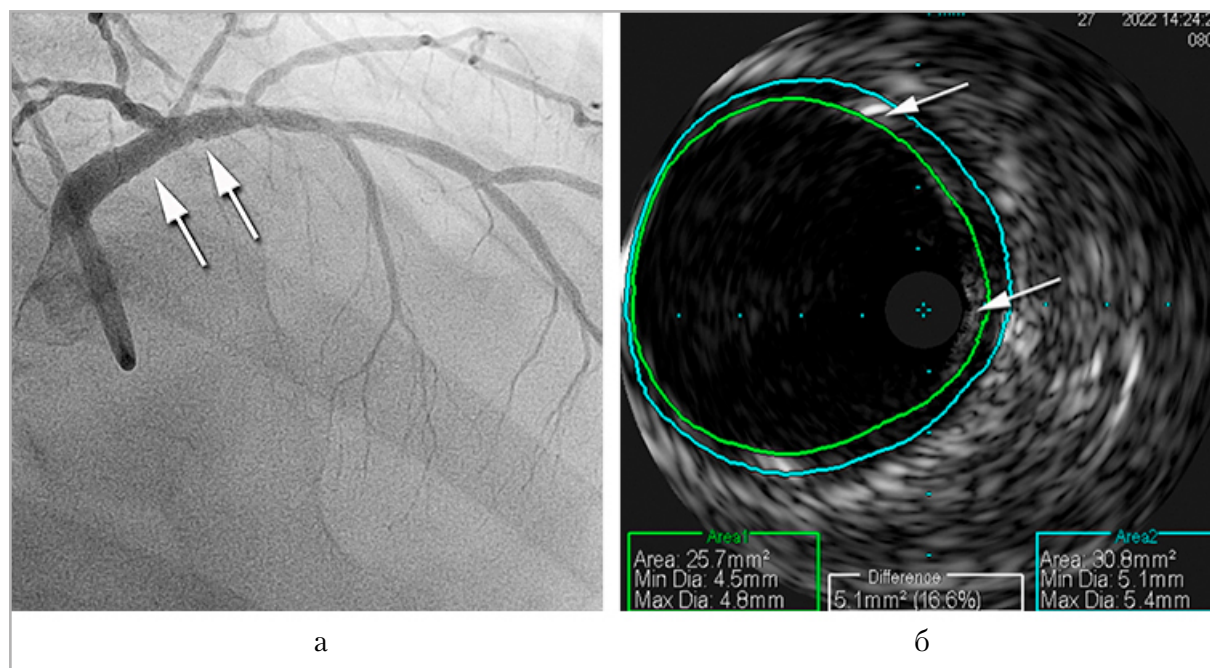


Рис. 4. Коронарограмма (а) и ВСУЗИ (б) ствола ЛКА. а — оптимальный ангиографический результат после постдилатации стента (стентированные ствол ЛКА и проксимальный сегмент ПНА указаны *стрелками*); б — достаточное прилегание страт стента (*зеленый контур*) к стенкам ствола ЛКА (*синий контур*), экранирующие ультразвуковой сигнал страты стента отмечены *белыми стрелками*; area — площадь просвета сосуда, Min Dia — минимальный диаметр, Max Dia — максимальный диаметр просвета сосуда

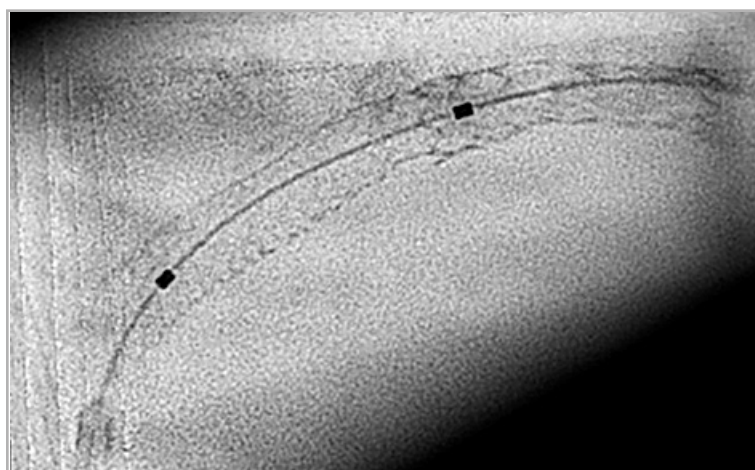


Рис. 5. Равномерное расправление стентов в области «нахлеста» в просвете ПНА (режим ангиографии «Stent Boost»)

средственного результата стентирования [1]. Адекватная интраоперационная оценка прилегания имплантированного стента к стенкам сосуда, достоверная визуализация протрузии бляшки и краевых диссекций интимы дает возможность произвести дополнительное корригирующее воздействие на стенти-

рованный сегмент артериального русла, что позволяет минимизировать риски тромбозов и внутривенных рестенозов в будущем [1].

Заключение

Внутрисосудистое ультразвуковое исследование является обязательным

для осуществления интраоперационного контроля оптимального прилегания имплантированного стента к стенкам сосуда в процессе эндоваскулярной коррекции стволового поражения.

Список литературы

1. Волков С. В., Мыцык С. А., Наумов С. М., Коробков А. О., Гонтаренко В. Н. Стентирование внутренних сонных артерий под контролем внутрисосудистого ультразвукового исследования // *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019. Т. 25. № 4. С. 41–46.
2. Brener S. J., Cunn G. J., Desai P. H., Farouqi M. et al. A Novel Risk Score to Predict One-Year Mortality in Patients Undergoing Complex High-Risk Indicated Percutaneous Coronary Intervention (CHIP-PCI). *J. Invasive Cardiol.* 2021 Apr; 33(4): E253–E258. Epub 2021 Feb. PMID: 33542159.
3. El Hajj S. C., Toya T., Warisawa T., Nan J. et al. Correlation of Intravascular Ultrasound and Instantaneous Wave-Free Ratio in Patients with Intermediate Left Main Coronary Artery Disease. *Circulation: Cardiovasc. Interv.*, 2021 Jun; 14(6): e009830. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009830>. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34092096; PMCID: PMC8206001.
4. Kinnaird T., Gallagher S., Spratt J. C., Ludman P. et al. Complex high-risk and indicated percutaneous coronary intervention for stable angina: Does operator volume influence patient outcome? *Am. Heart J.*, 2020 Apr; 222:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.12.019>. Epub 2020 Jan 7. PMID: 32004796.
5. Kovach C. P., Hebbe A., Barón A. E., Strobel A. et al. Clinical Characteristics and Outcomes Among Patients Undergoing High-Risk Percutaneous Coronary Interventions by Single or Multiple Operators: Insights from the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program. *J. Am. Heart Assoc.*, 2021 Dec 7; 10(23): e022131. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.022131>. Epub 2021 Nov 15. PMID: 34775783; PMCID: PMC9075385.
6. Shamkhani W., Kinnaird T., Ludman P., Rashid M., Mamas M. A. Sex differences in high-risk but indicated coronary interventions (CHIP): National report from British Cardiovascular Intervention Society Registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 2022 Feb; 99(2): 447–456. <https://doi.org/10.1002/ccd.30081>. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35043563.
7. Patel B., Assaf O., Nabi A., Wiper A. et al. Ultra-low contrast, complex left main coronary intervention case series using novel intravascular ultrasound technology. *Eur. Heart J. Case Rep.*, 2021 Nov 4; 5(11): ytab398. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytab398>. PMID: 34870084; PMCID: PMC8637793.

References

1. Volkov S. V., Mytsyk S. A., Naumov S. M., Korobkov A. O., Gontarenko V. N. Intravascular ultrasound-guided internal carotid artery stenting. *Angiology and Vascular Surgery*. 2019. V. 25. No. 4. P. 41–46 (in Russian).
2. Brener S. J., Cunn G. J., Desai P. H., Farouqi M. et al. A Novel Risk Score to Predict One-Year Mortality in Patients Undergoing Complex High-Risk Indicated Percutaneous Coronary Intervention (CHIP-PCI). *J. Invasive Cardiol.* 2021 Apr; 33(4): E253–E258. Epub 2021 Feb. PMID: 33542159.
3. El Hajj S. C., Toya T., Warisawa T., Nan J. et al. Correlation of Intravascular Ultrasound and Instantaneous Wave-Free Ratio in Patients with Intermediate Left Main Coronary Artery Disease. *Circulation: Cardiovasc. Interv.*, 2021 Jun; 14(6): e009830. <https://doi.org/10.1161/CIRCINTERVENTIONS.120.009830>. Epub 2021 Jun 7. PMID: 34092096; PMCID: PMC8206001.
4. Kinnaird T., Gallagher S., Spratt J. C., Ludman P. et al. Complex high-risk and indicated percutaneous coronary inter-

- vention for stable angina: Does operator volume influence patient outcome? *Am. Heart J.*, 2020 Apr; 222:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2019.12.019>. Epub 2020 Jan 7. PMID: 32004796.
5. Kovach C. P., Hebbe A., Barón A. E., Strobel A. et al. Clinical Characteristics and Outcomes Among Patients Undergoing High-Risk Percutaneous Coronary Interventions by Single or Multiple Operators: Insights from the Veterans Affairs Clinical Assessment, Reporting, and Tracking Program. *J. Am. Heart Assoc.*, 2021 Dec 7; 10(23): e022131. <https://doi.org/10.1161/JAHA.121.022131>. Epub 2021 Nov 15. PMID: 34775783; PMCID: PMC9075385.
6. Shamkhani W., Kinnaird T., Ludman P., Rashid M., Mamas M. A. Sex differences in high-risk but indicated coronary interventions (CHiP): National report from British Cardiovascular Intervention Society Registry. *Catheter Cardiovasc. Interv.*, 2022 Feb; 99(2): 447–456. <https://doi.org/10.1002/ccd.30081>. Epub 2022 Jan 18. PMID: 35043563.
7. Patel B., Assaf O., Nabi A., Wiper A. et al. Ultra-low contrast, complex left main coronary intervention case series using novel intravascular ultrasound technology. *Eur. Heart J. Case Rep.*, 2021 Nov 4; 5(11): ytab398. <https://doi.org/10.1093/ehjcr/ytab398>. PMID: 34870084; PMCID: PMC8637793.

Сведения об авторах / Information about authors

Шахов Евгений Борисович, доктор медицинских наук, доцент кафедры рентгеноэндоваскулярной диагностики и лечения факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: + 7 (831) 433-75-78. Электронная почта: es-ngma@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4967-3252

Вклад автора: написание и утверждение окончательного варианта публикации.

Evgeniy B. Shakhov, M. D. Med., associate professor of the endovascular diagnostic and treatment department on faculty of additional professional education, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 10/1, pl. Minina i Pozharskogo, Nizhny Novgorod, 603005, Russia.

Phone number: +7 (831) 433-75-78. E-mail: es-ngma@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-4967-3252

Author's contribution: writing and approving the final version of the publication.

Петрова Екатерина Борисовна, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: +7 (910) 796-37-13. Электронная почта: eshakhova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-2829-515X

Вклад автора: создание концепции, редактирование публикации.

Ekaterina B. Petrova, D. Med., Associate Professor, Department of Radiodiagnosis, Faculty of Doctors Advanced Training, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 10/1, pl. Minin and Pozharsky, Nizhny Novgorod, 603950, Russia.

Phone number: +7 (910) 793-37-13. E-mail: eshakhova@yandex.ru

ORCID.org/0000-0002-2829-515X

Author's contribution: creating a concept, editing a publication.

Лямаев Александр Дмитриевич, врач по рентгеноэндоваскулярным диагностике и лечению отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиническая больница имени академика Б. А. Королева», Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603136, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 209.

Тел.: +7 (831) 262-13-21. Электронная почта: lyamaevrxo@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-9859-6305

Вклад автора: работа с иллюстрациями, формирование подрисуночных подписей.

Aleksandr D. Lyamaev, physician of the interventional diagnostic and treatment, Department of interventional diagnostic and treatment, Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 209, ul. Vaneeva, Nizhny Novgorod, 603136, Russia.

Phone number: +7 (831) 262-13-21. E-mail: lyamaevrxo@gmail.com

ORCID.org/0000-0001-9859-6305

Author's contribution: work with illustrations, the formation of captions.

Чеботарь Евгений Викторович, доктор медицинских наук, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ НО «Специализированная кардиохирургическая клиника имени академика Б. А. Королева», Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603136, г. Нижний Новгород, ул. Ванеева, д. 209.

Тел.: +7 (831) 262-13-21. Электронная почта: mail@skkbnn.ru

ORCID.org/0000-0001-9778-016X

Вклад автора: интерпретация данных ангиографии и внутрисосудистого ультразвукового исследования.

Evgeniy V. Chebotar', M. D. Med., head of the interventional diagnostic and treatment department, Specialized Cardiac Surgery Clinical Hospital named after academician B. A. Korolev, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 209, ul. Vaneeva, Nizhny Novgorod, 603136, Russia.

Phone number: +7 (831) 262-13-21. E-mail: mail@skkbnn.ru

ORCID.org/0000-0001-9778-016X

Author's contribution: interpretation of angiography and intravascular ultrasound information.

Шульц Антон Алексеевич, кандидат медицинских наук, заведующий отделением сердечно-сосудистой хирургии и флебологии Университетской клиники ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603155, г. Нижний Новгород, ул. Верхне-Волжская набережная, д. 18.

Тел.: +7 (831) 422-13-30. Электронная почта: angio_kardio_pimu@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-5538-6631

Вклад автора: интерпретация внутрисосудистого ультразвукового исследования.

Anton A. Shul'ts, Ph. D. Med., head of the cardiovascular surgery and phlebology department in University Clinic, «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod, Russia.

Address: 18, ul. Verchne-Volzhsкая embankmen, Nizhny Novgorod, 603155, Russia.

Phone number: +7 (831) 422-13-30.

Электронная почта: angio_kardio_pimu@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-5538-6631

Author's contribution: interpretation of intravascular ultrasound information.

Шарланов Сергей Петрович, клинический ординатор ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1.

Тел.: + 7 (988) 204-29-61. Электронная почта: sergeysharpalnov@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-5313-7305

Вклад автора: работа с литературой и оформление списка литературы.

Sergey Petrovich Sharlanov, clinical resident of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Healthcare of Russia, Nizhny Novgorod.

Address: 10/1, pl. Minin and Pozharsky, Nizhny Novgorod, 603950, Russia.

Phone number: + 7 (988) 204-29-61. E-mail: sergeysharpalnov@gmail.com

ORCID.org/0000-0002-5313-7305

Author's contribution: working with literature and making a list of references.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 13.11.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 25.11.2022 г.

Дата принятия статьи к публикации: 21.01.2023 г.



КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Обзорная статья

УДК 616-079.2

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-63-71>

Посттравматическая псевдоаневризма печеночной артерии (клиническое наблюдение и обзор литературы)

О. А. Виноградова^{1,2}, А. В. Романова^{*,3}

¹ КГАУЗ «Владивостокская клиническая больница № 2», г. Владивосток, Приморский край

² ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Владивосток, Приморский край

³ КГБУЗ «Хасанская центральная районная больница», пгт Славянka, Приморский край

Реферат

Псевдоаневризма (ПА) печеночной артерии – редкое осложнение, развивающееся при травмах живота, ятрогенных повреждениях (биопсия, эндоскопическая холецистэктомия, трансплантация печени), инфекциях, опухолях, васкулитах, острых и хронических панкреатитах. В данном клиническом наблюдении представлен случай выявления этого жизнеугрожающего состояния у пациента, перенесшего оперативное вмешательство по поводу повреждения печени. Благодаря использованию КТ-ангиографии удалось установить причину кровотечения из верхних отделов ЖКТ, определить локализацию псевдоаневризмы и провести малоинвазивное вмешательство.

Ключевые слова: КТ-ангиография, селективная ангиография, травма живота, посттравматическая псевдоаневризма, гемобилия.

Финансирование исследования и конфликт интересов

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

* **Романова Александра Викторовна**, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог рентгенологического отделения КГБУЗ «Хасанская ЦРБ», Приморский край.

Адрес: 690701, Приморский край, пгт Славянka, ул. Дружбы, д. 5.

Телефон: +7 (42331) 48-0-99. Электронная почта: romanova.aleksa72@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-3017-0583

Aleksandra V. Romanova, Ph. D. Med, Radiologist of X-ray Department of Khasanskaya Central District Hospital of the Ministry of Healthcare of Primorskiy Kray.

Address: 5, ul. Druzhby, Slavyanka, Primorskiy Kray, 692701, Russia.

Phone number: +7 (42331) 48-0-99. E-mail: romanova.aleksa72@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-3017-0583

© О. А. Виноградова, А. В. Романова.

Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают ответственность своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Review article

Post-traumatic Pseudoaneurysm of Hepatic Artery (Case Report and Literature Review)

Ol'ga A. Vinogradova^{1,2}, Aleksandra V. Romanova^{*,3}

¹ Vladivostok Clinical Hospital No 2, Ministry of Healthcare of Primorskiy Kray, Vladivostok, Russia

² Tikhookeanskiy State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia, Vladivostok, Russia

³ Khasanskaya Central District Hospital, Ministry of Healthcare of Primorskiy Kray, Russia

Abstract

Pseudoaneurysm (PA) of the hepatic artery is a rare complication of abdominal trauma, iatrogenic injuries (biopsy, endoscopic cholecystectomy, liver transplantation), infections, tumors, vasculitis, acute and chronic pancreatitis. This case report presents a life-threatening complications in a patient who underwent surgery for liver lesion. Due to the use of CT angiography, it was possible to determine the cause of bleeding from the upper gastrointestinal tract, evaluation the localization of pseudoaneurysm and treated with elective management.

Key words: Post-traumatic Pseudoaneurysm, Abdominal Trauma, CT Angiography, Hemobilia, Invasive Angiography.

Research funding and conflicts of interest

The study was not funded by any sources. The authors declare that this work, its theme, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Псевдоаневризма печеночной артерии — редкое осложнение травмы печени, характеризующееся высоким риском отсроченного кровотечения и гемобилии. Разрыв псевдоаневризмы является жизнеугрожающим состоянием, требующим выполнения ургентного пособия [4]. Как только ПА диагностирована, вмешательство становится обязательным вне зави-

симости от наличия клиники. В настоящее время основными методами лечения ПА являются эндоваскулярные методики (эмболизация или установка стент-графта в поврежденный сосуд), высокая эффективность которых обеспечивается точной анатомической локализацией поражения [2]. Традиционно для выявления и лечения ПА используется селективная ангиография. Но в последние годы мульт-

тисрезовая компьютерная томография (МСКТ) с контрастным усилением, или КТ-ангиография, все чаще применяется как первичное обследование пациентов, предваряющее ангиографию.

Цель: оценить роль методов лучевой диагностики в выявлении и лечении псевдоаневризм печеночных артерий, описать методологию и семиотику КТ-ангиографии.

Псевдоаневризма печеночной артерии возникает при повреждении двух ее слоев — адвентиции и меди и выбухании третьего слоя — интимы. По локализации ПА подразделяются на внепеченочные и внутрипеченочные. Причины развития ПА разнообразны: травмы, ятрогенные повреждения (биопсия, эндоскопическая холецистэктомия, трансплантация печени), инфекции, опухоли, васкулиты, острый и хронический панкреатиты. Риск развития ПА при травме печени составляет 1,0–6,1 %, при ятрогенных повреждениях 3–7 % [4, 6, 11, 13]. Считается, что встречаемость этого осложнения возрастает при тяжелых повреждениях печени, чаще при III–IV степени по классификации AAST [5, 6]. Однако L. Qsteballe и др. при оценке результатов наблюдения 259 пациентов с повреждениями печени не выявили корреляции между тяжестью повреждения органа и развитием ПА [13]. Так, ПА были выявлены у трех из семи пострадавших со II степенью тяжести по AAST. И хотя авторы считают, что делать выводы при таком ограниченном материале сложно, они напоминают, что в литературе описаны случаи развития ПА у пациентов, подвергшихся биопсии печени.

Большинство ПА протекают бессимптомно и выявляются при динамическом наблюдении за пациентом с травмой или при обследовании по поводу других заболеваний [2, 4, 8]. Разрыв внепеченочной аневризмы сопровождается внутрибрюшным кровотечением [5]. Повреждение внутрипеченочной аневризмы в 22 % случаев проявляется

триадой Quinke, а именно болью в эпигастрии, желтухой и кровотечением из верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) [11, 12]. Симптомы, характерные для кровотечения из верхних отделов ЖКТ, — тошнота, рвота кровью или «кофейной гущей», мелена, при обильном кровотечении — выделение алой крови из прямой кишки, гемодинамическая нестабильность. Они могут встречаться изолированно у 42 % больных [5, 8, 12].

Посттравматическая ПА печеночной артерии считается отсроченным осложнением [10, 11], которое может развиваться в сроки от дней до месяцев после происшествия с медианой 6,5 дня [5]. Указания на ранние, в течение до 24 часов, сроки клинических проявлений ПА в литературе практически не встречаются. М. S. Patel и др. сообщают о единичном случае разрыва ПА печеночной артерии у пациента через 12 часов после закрытой травмы живота [11].

Данные о повреждении ПА в литературе вариабельны — разрыв происходит от 21 до 80 % случаев, смертность при этом достигает 9–100 % [2, 5–8].

Современные методы визуализации позволяют выявить ПА до ее клинической манифестации [6, 8].

При подозрении на ПА используются различные методы диагностики.

Гастроскопия обладает высокой чувствительностью и специфичностью в выявлении причин кровотечения из верхних отделов ЖКТ. При разрыве ПА может быть обнаружено выделение крови из большого дуоденального сосочка [6, 12]. Но с помощью этого метода невозможно установить источник кровотечения и тем более выявить бессимптомную ПА.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) может демонстрировать ПА как образование с током крови внутри, но чувствительность метода низкая, 37–50 %, хотя специфичность высока — 100 % [8, 12].

Радионуклидные методы обладают высокой чувствительностью и специ-

фичностью в выявлении кровотечений даже с низкой скоростью, такой как 0,05–0,1 мл/мин. Но этот метод не может применяться у гемодинамически нестабильных больных, а также не всегда устанавливает анатомическую локализацию источника кровотечения [14].

Данные о чувствительности и специфичности селективной ангиографии переменны в литературе. Для кровотечений из верхних отделов ЖКТ они составляют 60–100 %, для ПА чувствительность этого метода достигает 100 % [8]. Ангиография имеет высокое пространственное разрешение, выявляет кровотечение со скоростью меньше 0,5 мл/мин и может быть продолжена лечением. Недостатки метода — инвазивность и длительность процедуры [14].

КТ-ангиография все чаще применяется в диагностике острых кровотечений из ЖКТ. Это быстрый, доступный метод, который может стать идеальным диагностическим тестом для гемодинамически стабильных пациентов. КТА уникальна в выявлении причин гемобилии. С помощью этого метода можно получить изображение анатомии сосудов, варианты строения аневризмы, что может повлиять на подходы к лечению [4]. МСКТ имеет чувствительность 67–100 %, специфичность 96 % и точность 93 % в выявлении источника кровотечения [8]. Недостатки КТА — лучевая нагрузка, необходимость введения контрастного средства. Из-за короткого времени обследования возможно получение ложноотрицательных результатов у пациентов, у которых не было кровотечения в момент исследования [11, 14].

Сообщения об использовании МРТ в диагностике ПА единичные, без оценки эффективности [4, 5].

Клиническое наблюдение

Пациент 34 лет переведен из центральной районной больницы (ЦРБ) в

ГБУЗ «Приморская краевая клиническая больница № 1» с жалобами на тянущие боли в животе, рвоту с примесью крови, черный стул. Из анамнеза известно: после дорожно-транспортного происшествия (ДТП) по экстренным показаниям был прооперирован в объеме верхнесрединной лапаротомии, ушивания разрыва печени, гепатопексии, дренирования брюшной полости. В раннем послеоперационном периоде у пациента появились вышеуказанные жалобы. При ультразвуковом исследовании органов брюшной полости была выявлена внутрипеченочная гематома, гемобилия. Консервативное лечение оказалось неэффективным.

При поступлении пациенту было выполнено УЗИ печени: по данным исследования в SV печени выявлена гематома, неоднородной плотности, с неровными контурами, размерами около 55 × 50 × 45 мм, увеличение размеров желчного пузыря, гемобилия.

Клинический анализ крови при поступлении: эритроциты — $3,17 \times 10^{12}/л$; гемоглобин — 90 г/л; гематокрит — 27,5 %; тромбоциты — $430 \times 10^9/л$; СОЭ — 35 мм/ч. Биохимический анализ крови при поступлении: белок — 52 г/л; аланинаминотрансфераза (АЛТ) — 48 Ед/л; лактатдегидрогеназа (ЛДГ) — 225 Ед/л; креатинфосфокиназа (КФК) — 651 Ед/л; общая щелочная фосфатаза (ЩФ) — 363 Ед/л; гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ) — 238 МЕ/л.

В рамках уточнения патологического процесса была выполнена мультисрезовая компьютерная томография органов брюшной полости с внутривенным болюсным контрастированием (КТ-ангиография).

Семиотика ПА печеночных артерий представлена округлой формы образованием у стенки артерии, контрастное усиление которого происходит синхронно с артерией. В отличие от внутрипаренхиматозной гематомы имеется связь с просветом артерии. Могут быть выявлены

расширенные желчные протоки, кровь в желчных протоках и (или) желчном пузыре, гемоперитонеум [8–10].

КТ-ангиография чаще всего представлена тремя фазами: нативной, артериальной и венозной. Артериальная фаза определяется триггером, установленным на брюшной аорте, венозная фаза начинается на 70–90 с от момента введения болюса контрастного средства. Рекомендуется использовать 100–125 мл контрастного вещества, скорость введения 4–5 мл/мин, концентрация йода 300 мг/мл или более, с последующим введением болюса физиологического раствора в объеме 40–50 мл. Кон-

траст per os, в том числе негативный, не используется, чтобы не пропустить или не разбавить экстравазацию контраста в просвет кишки [9, 14].

При МСКТ брюшной полости у пациента в правой доле печени, в SV, определялся участок патологической плотности, в центре — геморрагической, по периферии — сниженной плотности, неправильной формы, с неровными, недостаточно четкими контурами, размерами 64 × 54 × 51 мм. В артериальную и портальную фазы выявлено мешковидное расширение просвета сегментарной артерии (SV) печени, овоидной формы, с четкими, недостаточно ровны-

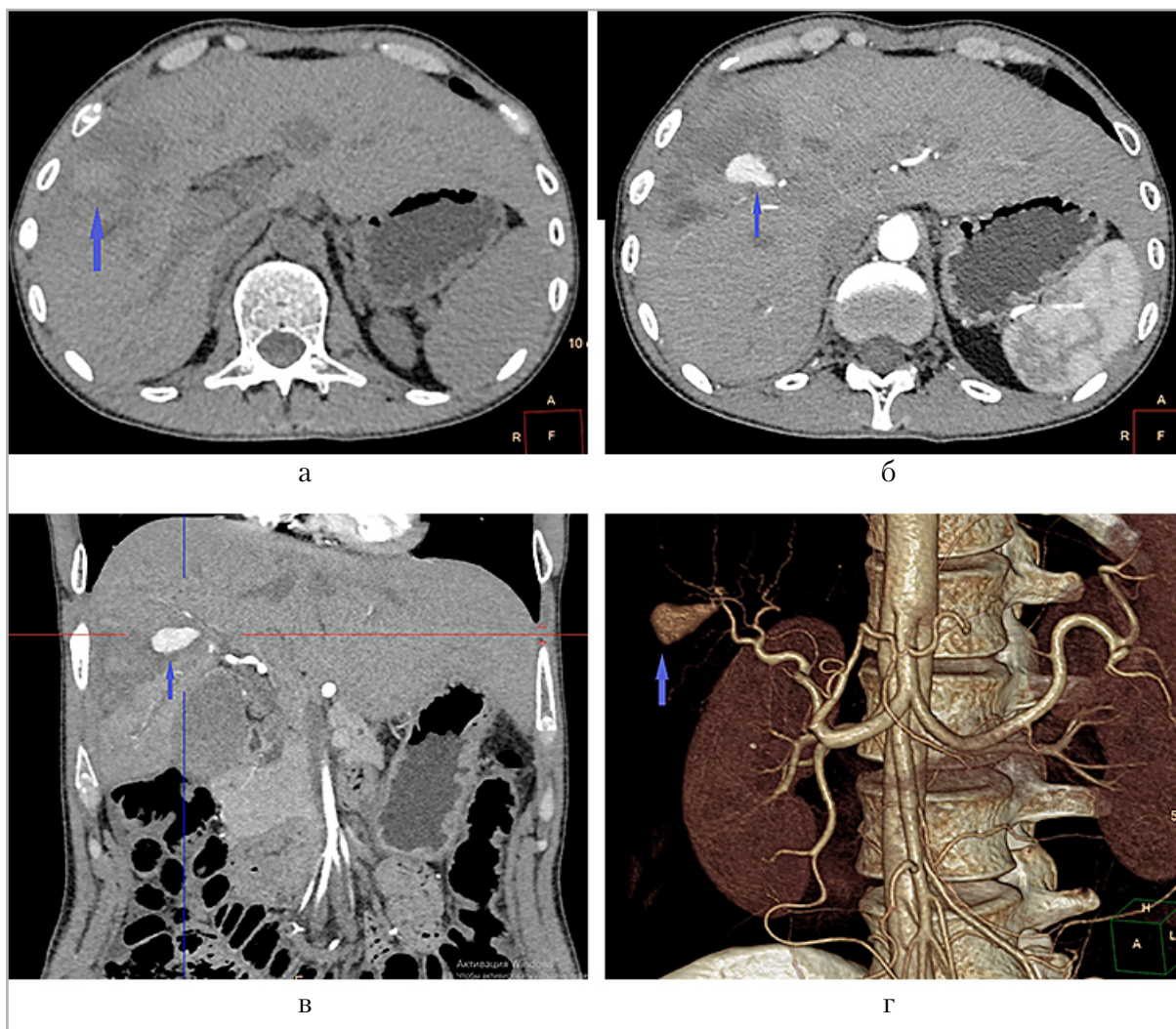


Рис. 1. КТ-томограммы органов брюшной полости (стрелкой указана аневризма): а — нативное изображение, аксиальная проекция; б — постконтрастное изображение, артериальная фаза контрастирования, аксиальная проекция; в — венозная фаза, коронарная проекция; г — 3Д-реконструкция целиако-мезентериального бассейна в артериальную фазу

ми контурами, размерами $27 \times 16,5 \times 17$ мм (рис. 1, *a — z*).

По результатам лучевого обследования было высказано предположение о ложной аневризме сегментарной ветви печеночной артерии.

При дальнейшем проведении диагностической селективной ангиографии артерий печени диагноз был подтвержден. Пациенту проведена ангиографическая внутрисосудистая эмболизация сосудов печени микроэмболами доступом через правую бедренную артерию. При контрольной ангиографии: аневризма полностью выключена из кровотока (рис. 2).

Послеоперационный период протекал гладко. Пациент выписан из стационара с выздоровлением на 5-е сутки после операции.

На основании проведенных исследований больному выставлен клинический диагноз: закрытая травма живота вследствие ДТП. Центральный разрыв печени. Ложная аневризма сегментарной ветви SVпеченочной артерии.

Обсуждение

В данном клиническом наблюдении у пациента с закрытой травмой живота, повреждением печени в послеоперационном периоде развилась клиника кровотечения из верхних отделов ЖКТ. Одной из причин такого кровотечения может быть гемобилия [5], что и было подтверждено с помощью УЗИ. Однако УЗИ не помогло установить источник кровотечения. Логичным решением было применить МСКТ с контрастным усилением (КТ-ангиографию).

Хотя посттравматическая ПА печеночной артерии редкое отсроченное осложнение, выявлена она должна быть как можно раньше, т. к. может привести к неконтролируемому кровотечению, геморрагическому шоку и смерти [1, 6, 10]. Применение методов лучевой диагностики ПА постоянно обсуждается. Роль УЗИ на сегодняшний день недостаточно освещена, но есть указания на его низкую чувствительность [13]. Диагностика должна быть быстрой, точной, с полным анатомическим соответстви-

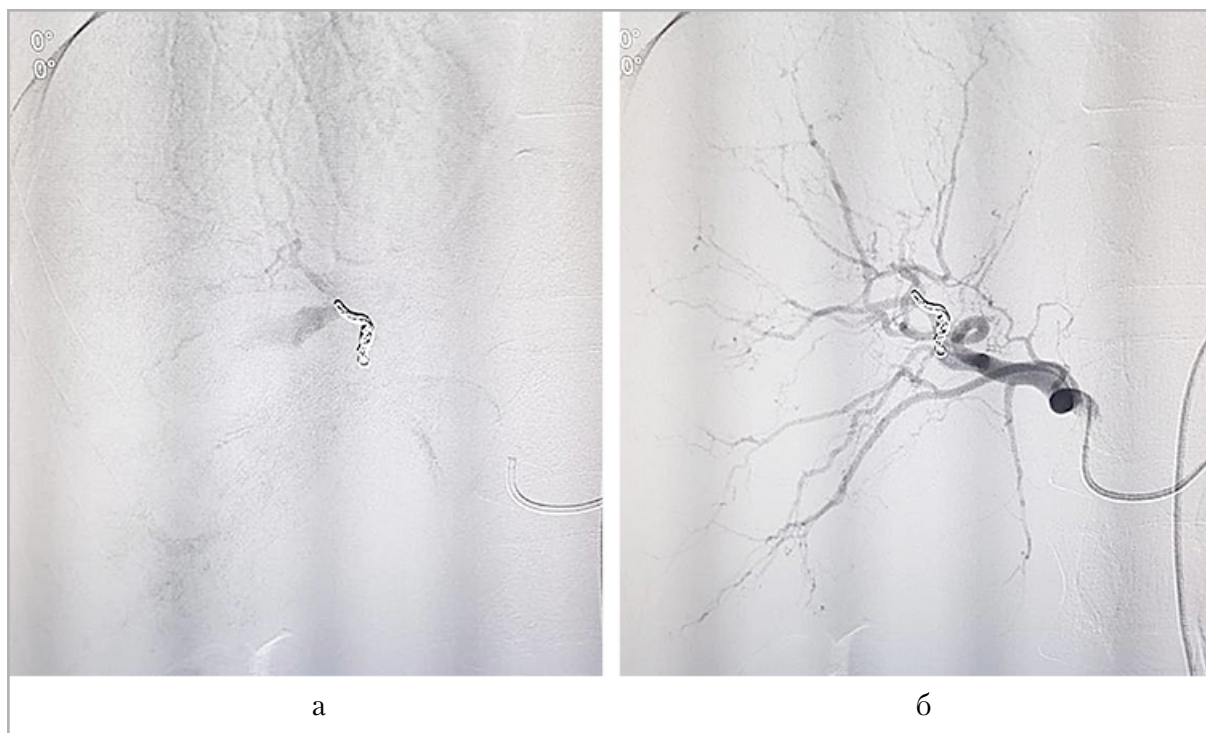


Рис. 2. Селективная ангиография: *a* — аневризма печеночной артерии, эмболизационная спираль; *б* — контрольная ангиография, аневризма полностью выключена из кровотока

ем. Большинство авторов считают, что КТ-ангиография отвечает всем этим требованиям [8, 9, 12].

Обсуждаются сроки проведения МСКТ. Одни авторы рекомендуют проводить контрольные исследования с 5 по 7 день от момента травмы. Они считают, что таким образом можно выявить ПА до ее разрыва и применить щадящие методы лечения [5]. Другие, учитывая редкость этого осложнения, считают, что достаточно наблюдать за пациентами и проводить обследование только при появлении клиники, или не указывают точных сроков [10–13].

Селективная ангиография у пациента с ПА является финальным исследованием, которое, при наличии условий, трансформируется в лечебное пособие. Эндоваскулярные вмешательства являются первой линией лечения данной категории больных [4].

Хирургические методы лечения ПА связаны с большим риском осложнений и смертности, но у гемодинамически нестабильных пациентов экстренная лапаротомия неизбежна [1, 3]. Малоинвазивные методики, такие как чрескожная артериальная эмболизация, могут применяться у стабильных пациентов [2, 4, 6]. Эффективность этого метода лечения достигает 70–100 % [3, 8, 11].

Выводы

В настоящее время КТ-ангиография рекомендуется как первичный метод обследования пациентов с подозрением на ПА печеночных артерий у гемодинамически стабильных пациентов с последующей селективной ангиографией и лечением.

Список литературы

1. Александров В. В., Маскин С. С., Ермолаева Н. К., Матюхин В. В. Консервативное ведение пациентов с закрытой травмой паренхиматозных органов брюшной полости и забрюшинного пространства, с забрюшинными кровоизлияниями — показания, методика и целесообразность // Журнал им. Н. В. Склифосовского Неотложная медицинская помощь. 2021. Т.10. № 3. С. 540–548.
2. Галимов О. В., Плечев В. В., Ишметов В. Ш., Абдрахманов Р. Э., Ибрагимов Т. Р., Благодаров С. И., Гилемханов А. Р. Малоинвазивный метод лечения аневризм висцеральных ветвей нисходящей аорты // Эндоскопическая хирургия. 2017. № 5. С. 35–39.
3. Маскин С. С., Александров В. В., Матюхин В. В., Ермолаева Н. К. Закрытые повреждения печени: алгоритм действий хирурга в условиях травмоцентра I уровня // Политравма. 2020. № 2. С. 84–91.
4. Мушенко Е. В., Авдосьев Ю. В., Тищенко А. М., Смачило Р. М., Иванова Ю. В. Хирургическое лечение висцеральных псевдоаневризм // Новости хирургии. 2020. Т. 28. № 4. С. 387–395.
5. Ahmed M., Elkahly M., Dada S., Mahmoud A., Chin M. Hepatic artery pseudoaneurysm following gunshot injury with early rupture. Cureus. 2021, 13 (6):e15866. DOI 10.7759/cureus.15866
6. Bains L., Kori R., Sharma R., Kaur D. Replaced right hepatic artery pseudoaneurysm managed with coil embolization. BMJ Case Rep. 2019, 12:e227921. DOI: 10.1136/bcr-201-227921
7. Barrientos-Dtlgado A., Delgado-Maroto A., Hallouch-Toutouh S. Biliary bleeding due to a hepatic artery pseudoaneurysm rupture. Rev EspEnferm. 2018, Dig 2018;110(11):741. DOI:10.17235/reed.2018.5661/2018
8. Berek P., Kopolevets I., Dzsinih C., Bober J., Stefanic P., Sihotsky V. Interdisciplinary management of visceral artery aneurisms and visceral artery pseudoaneurysms. ActaMedica. 2020. V. 63. No. 1. P. 43–48.
9. Jha P., Joshi B. D., Jha B. K. Hepatic artery pseudoaneurysm, bronchobiliary fistula in a patient with liver trauma. BMC Surgery. 2018. <https://doi.org/10.1186/s12893-018-0437-9>

10. *Mahmood I., Kasim M., El-Menyar A., Nabir S., Afifi I., Abdelrahman H., Rizzoli S., Al-Thani H.* Late development of giant hepatic artery pseudoaneurysm following abdominal trauma due to tire blast: case report end literature review. *J. of Surgical Case Reports*. 2021. No. 12. P. 1–4.
11. *Patel M. S., Shetty V., Deshpande A. A.* Early presentation of ruptured posttraumatic hepatic artery pseudoaneurysm. *J. Postgrad Med*. 2018. V. 64. No. 4. P. 250–252.
12. *Prasad A., Prasad A., Kumar P., Kumar S.* Post-traumatic pseudoaneurysm of hepatic artery: an unusual cause of upper gastrointestinal bleeding. *Indian Pediatrics*. 2020. V. 57. No. 15. P. 370–372.
13. *Qsterballe L., Helgstrand F., Axelsen T., Hillings J., Svenden L. B.* Hepatic pseudoaneurysm after traumatic liver injury; is CT follow-up warranted? *J. of Trauma Management and Outcomes*. 2014, 8:18. <https://www.traumamanagement.org/content/8/1/18>.
14. *Wortman J. R., Landman W., Fulwadhva U., Viscomi S. G., Sodickson A. D.* CT angiography for acute gastrointestinal bleeding: what the radiologist needs to know. *Br. J. Radiol*. 2017; 90: 20170076.
1. *Aleksandrov V. V., Maskin S. S., Ermolaeva N. K., Matyukhin V. V.* Conservative management of patients with blunt trauma of the parenchymal organs of the abdominal cavity and retroperitoneal space, with retroperitoneal hemorrhages – indications, methodology and feasibility. *Zhurnalim. N. V. Sklifosovskogo o Neotlozhnaya meditsinskaya pomoshch'*. 2021. V. 10. No. 3. P. 540–548 (in Russian).
2. *Galimov O. V., Plechev V. V., Ishmetov V. Sh., Abdrakhmanov R. E., Ibragimov T. R., Blagodarov S. I., Gilemkhanov A. R.* Miniinvasive treatment of descending aorta visceral branches aneurysms. *Endoskopicheskaya khirurgiya*. 2017. No. 5. P. 35–39 (in Russian).
3. *Maskin S. S., Aleksandrov V. V., Matyukhin V. V., Ermolaeva N. K.* Blunt liver injuries: algorithm of surgical treatment in a level I trauma center. *Politравма*. 2020. No. 2. P. 84–91 (in Russian).
4. *Mushenko E. V., Avdos'ev Yu. V., Tishchenko A. M., Smachilo R. M., Ivanova Yu. V.* Surgical treatment of visceral pseudoaneurysm. *Novosti khirurgii*. 2020. V. 28. No. 4. P. 387–395 (in Russian).
5. *Ahmed M., Elkahly M., Dada S., Mahmoud A., Chin M.* Hepatic artery pseudoaneurysm following gunshot injury with early rupture. *Cureus*. 2021, 13 (6):e15866. DOI 10.7759/cureus.15866
6. *Bains L., Kori R., Sharma R., Kaur D.* Replaced right hepatic artery pseudoaneurysm managed with coil embolization. *BMJ Case Rep*. 2019, 12:e227921. DOI: 10.1136/bcr-201-227921
7. *Barrientos-Dtlgado A., Delgado-Maroto A., Hallouch-Toutouh S.* Biliary bleeding due to a hepatic artery pseudoaneurysm rupture. *Rev Esp Enferm*. 2018, Dig 2018:110(11):741. DOI:10.17235/reed.2018.5661/2018
8. *Berek P., Kopolevets I., Dzsinich C., Bober J., Stefanic P., Sihotsky V.* Interdisciplinary management of visceral artery aneurysms and visceral artery pseudoaneurysms. *Acta Medica*. 2020. V. 63. No. 1. P. 43–48.
9. *Jha P., Joshi B. D., Jha B. K.* Hepatic artery pseudoaneurysm, bronchobiliary fistula in a patient with liver trauma. *BMC Surgery*. 2018. <https://doi.org/10.1186/s12893-018-0437-9>
10. *Mahmood I., Kasim M., El-Menyar A., Nabir S., Afifi I., Abdelrahman H., Rizzoli S., Al-Thani H.* Late development of giant hepatic artery pseudoaneurysm following abdominal trauma due to tire blast: case report end literature review. *J. of Surgical Case Reports*. 2021. No. 12. P. 1–4.
11. *Patel M. S., Shetty V., Deshpande A. A.* Early presentation of ruptured post-traumatic hepatic artery pseudoaneurysm. *J. Postgrad Med*. 2018. V. 64. No. 4. P. 250–252.
12. *Prasad A., Prasad A., Kumar P., Kumar S.* Post-traumatic pseudoaneurysm of hepatic artery: an unusual cause of upper

References

- gastrointestinal bleeding. Indian Pediatrics. 2020. V. 57. No. 15. P. 370–372.
13. *Qsterballe L., Helgstrand F., Axelsen T., Hillings J., Svenden L. B.* Hepatic pseudoaneurysm after traumatic liver injury; is CT follow-up warranted? J. of Trauma Management and Outcomes. 2014, 8:18. <https://www.traumamanagement.org/content/8/1/18>.
14. *Wortman J. R., Landman W., Fukwadhva U., Viscomi S. G., Sodickson A. D.* CT angiography for acute gastrointestinal bleeding: what the radiologist needs to know. Br. J. Radiol. 2017; 90: 20170076.

Сведения об авторах / Information about authors

Виноградова Ольга Александровна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог рентгеновского отделения с кабинетом рентгенохирургических методов лечения КГАУЗ «Владивостокская клиническая больница № 2», старший преподаватель кафедры терапии и инструментальной диагностики ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Минздрава России, Приморский край.

Адрес: 690109, г. Владивосток, ул. Русская, д. 57.

Телефон: +7 (423) 2-32-48-91. Электронная почта: solo11973@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-7368-4202

Вклад автора: сбор и обработка материала, работа с изображениями и подписочными надписями, написание текста, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Ol'ga A. Vinogradova, Ph. D. Med, Radiologist of X-ray Department of Vladivostok Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Healthcare of Primorsky Kray, Senior Lecturer of Department of Therapy and Instrumental Diagnostics of Tikhookeansky State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia

Address: 57, ul. Russkaya, Vladivostok, 690105, Russia.

Phone number: +7 (423) 2-32-48-91. E-mail: solo11973@mail.ru

ORCID.org/0000-0001-7368-4202

Author's contribution: collections of material, work with images and captions, text writing, approval of the final version of the article before submitting it for publication.

Романова Александра Викторовна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог рентгенологического отделения КГБУЗ «Хасанская ЦРБ», Приморский край.

Адрес: 690701, Приморский край, пгт Славянка, ул. Дружбы, д. 5.

Телефон: +7 (42331) 48-0-99. Электронная почта: romanova.aleksa72@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-3017-0583

Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, написание текста, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

Aleksandra V. Romanova, Ph. D. Med, Radiologist of X-ray Department of Khasanskaya Central District Hospital of the Ministry of Healthcare of Primorsky Kray.

Address: 5, ul. Druzhby, Slavyanka, Primorsky Kray, 692701, Russia.

Phone number: +7 (42331) 48-0-99. E-mail: romanova.aleksa72@mail.ru

ORCID.org/0000-0002-3017-0583

Author's contribution: search for publication on the topic, literature analysis, text writing, approval of the final version of the article before submitting it for publication.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 30.10.2022 г.

Дата одобрения после рецензирования: 20.11.2022 г.

Дата принятия статьи к публикации: 19.01.2023 г.



КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616.728.3

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-1-72-82>

Магнитно-резонансная томография при субхондральном стрессовом переломе от недостаточности костной ткани медиального мыщелка бедренной кости (клинический пример)

А. П. Иванков^{*,1,2}, П. В. Селивёрстов²

¹ ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1», Россия

² ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия

Реферат

Представлен клинический пример, который демонстрирует возможности магнитно-резонансной томографии (МРТ) в диагностике субхондрального перелома от недостаточности костной ткани медиального мыщелка бедренной кости. Продемонстрирован протокол МР-исследования, который позволяет обеспечить успешную диагностику данного типа перелома.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, субхондральный перелом от недостаточности, стрессовые переломы, спонтанный остеонекроз.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли суще-

*** Иванков Александр Петрович**, врач-рентгенолог кабинета магнитно-резонансной томографии ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1», младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики НКО нейрохирургии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия.
Адрес: 664053, г. Иркутск, ул. Баумана, д. 216/1, кв. 10.
Тел: сот. 8-924-606-30-93, р. т. 8 (3952) 703-760.
Электронная почта: ivankovap16@gmail.com
[ORCID.org/0000-0002-2383-6359](https://orcid.org/0000-0002-2383-6359)

Aleksandr P. Ivankov, Radiologist of MRI Department Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1», junior researcher of radiology department NCO neurosurgery FGBNU «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Russia.
Address: 216/1-10, ul. Bauman, 664046, Irkutsk, Russia.
E-mail: ivankovap16@gmail.com
[ORCID.org/0000-0002-2383-6359](https://orcid.org/0000-0002-2383-6359)

© А. П. Иванков, П. В. Селивёрстов.

ственный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

Short report

Magnetic Resonance Imaging of Subchondral Insufficiency Fracture of the Medial Femoral Condyle (Clinical Case)

Aleksandr P. Ivankov^{*, 1, 2}, Pavel V. Seliverstov²

¹ Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital № 1», Russia

² Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Russia

Abstract

A clinical example is presented that demonstrates the capabilities of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of a subchondral insufficiency fracture of the medial femoral condyle. An MR study protocol has been demonstrated that allows ensure successful diagnosis of this type of fracture.

Key words: Magnetic Resonance Imaging, Subchondral Insufficiency Fracture, Stress Fractures, Spontaneous Osteonecrosis.

Research funding and conflicts of interest

The study was not funded by any sources. The authors declare that this work, its theme, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the authors of the manuscript. The authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Актуальность

Субхондральный перелом от недостаточности (СПН) — это новый тип стрессового перелома, возникающий обычно у лиц старше 50–55 лет, чаще у женщин, при обычной (нормальной) нагрузке на коленный сустав [4].

Причина данного перелома в сниженной прочности и эластической резистентности трабекул субхондрального костного мозга опорных отделов какого-либо мыщелка коленного сустава, чаще медиального мыщелка бедренной кости [4, 7].

Этиология субхондрального перелома от недостаточности часто связана с нарушениями минеральной плотности

костных структур (остеопороз, остеопения), однако часть пациентов с этой патологией не имеет подобных нарушений минеральной плотности костной ткани по данным остеоденситометрии (Т-критерий в норме) [8, 11].

История перелома от недостаточности берет начало в 90-х и начале 2000-х годов, когда исследователи во главе с Т. Yamamoto впервые детально изучали неклассическую лучевую картину при подозрении на остеонекроз головки бедренной кости, тогда было установлено, что МР-картина и гистологическая картина соответствовали субхондральному перелому [12].

Последующие исследования Т. Yamamoto и др. (2000, 2008) показали, что у пациентов с предполагаемым диагнозом «спонтанный остеонекроз» костной ткани мыщелка коленного сустава первичным и основным патологическим процессом был именно субхондральный перелом, связанный с недостаточностью костной ткани. Перелом возникал за счет ослабления прочности трабекул в субхондральном отделе кости, а остеонекроз был вторичным и необязательным процессом [12–14].

Необходимо отметить, что перелом от недостаточности костной ткани на начальной стадии при своевременно начатом лечении пациента обычно не осложняется (консолидируется), а остеонекроз и его последствия (коллапс) вторичны и, по сути, являются осложнением собственно перелома. Поэтому ведущая роль отдается ранней инструментальной диагностике данного типа стресс-перелома [6].

Осложнения субхондрального перелома от недостаточности (вторичный остеонекроз) влекут за собой возникновение субхондрального коллапса и вторичного остеоартроза коленного сустава с последующей инвалидизацией пациента [5, 6].

Основным методом ранней инструментальной диагностики субхондрального перелома недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава является магнитно-резонансная томография (МРТ) [3].

Рентгенография коленного сустава имеет ограниченные возможности, так как не позволяет четко визуализировать отек и зону субхондрального перелома на ранней и развернутой стадиях заболевания и способна лишь визуализировать стадию осложнений перелома [3].

В данном случае магнитно-резонансная томография является методом выбора, так как имеет большие возможности в оценке состояния как костной, так и мягких тканей сустава и позволяет

визуализировать все признаки стрессового перелома от недостаточности костной ткани в различные его стадии, в том числе на ранней стадии [3, 5, 6].

Цель: продемонстрировать диагностические возможности магнитно-резонансной томографии при субхондральном переломе от недостаточности костной ткани медиального мыщелка бедренной кости.

Клинический пример

Пациентка Н., 67 лет, после внезапной боли в левом коленном суставе обратилась за помощью к травматологу (амбулаторный прием).

Из анамнестических данных: 8 суток назад в городском транспорте, после резкого торможения, возник острый болевой синдром в медиальных отделах коленного сустава (при этом без травмы сустава). Предшествующих травм, вмешательств и избыточных нагрузок коленного сустава не было. Аллергологический анамнез не отягощен. Семейный анамнез и наследственность не отягощены. Конституция пациентки: страдает избыточной массой тела, индекс массы тела (ИМТ) — 28,6. Сопутствующая патология: артериальная гипертензия 2-й ст., ИБС: стенокардия напряжения, 2 ФК, ХСН 1-й ст., ФК 2.

Локальный осмотр: коленный сустав с признаками незначительного отека и припухлости мягких тканей. Отмечается болезненное сгибание и разгибание в суставе. При пальпации выявлена локальная болезненность в медиальных отделах левого коленного сустава.

Инструментальные данные

После осмотра травматологом-ортопедом была назначена стандартная рентгенография левого коленного сустава в двух стандартных проекциях (рис. 1). Заключение врача-рентгенолога: остеоартроз коленного сустава 2-й ст. (по классификации Косинской).

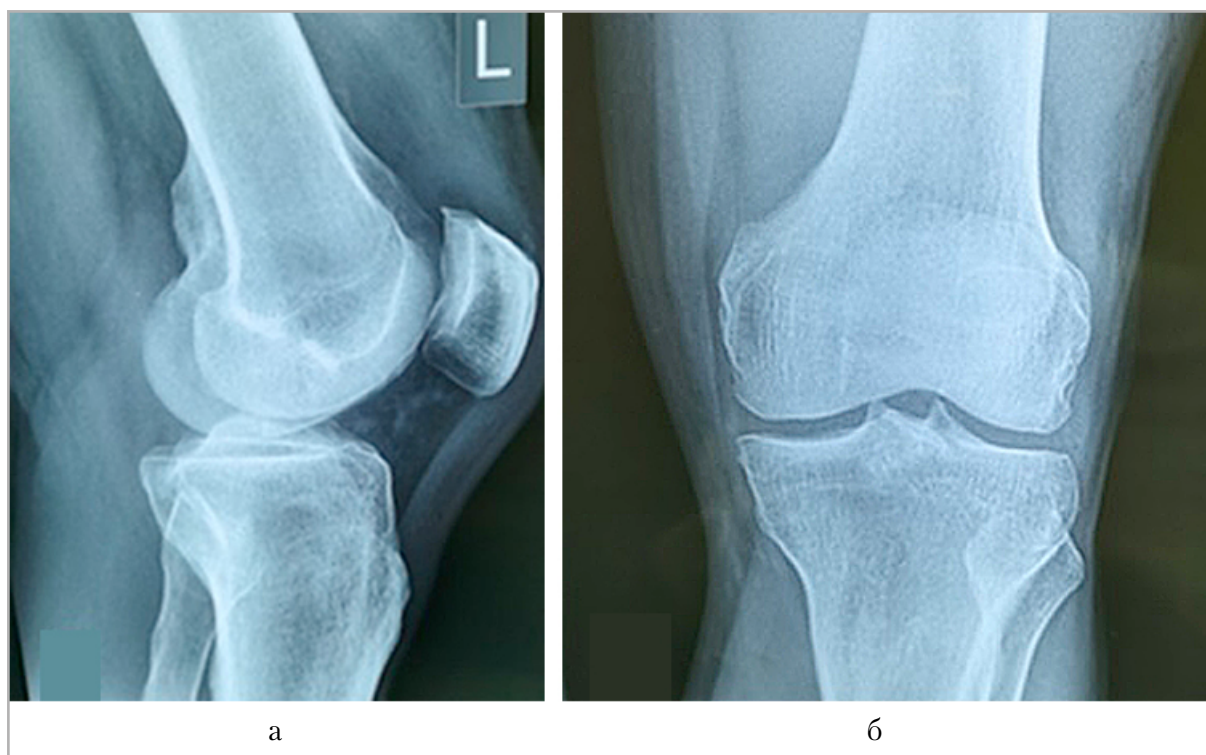


Рис. 1. Рентгенограммы коленного сустава в боковой (а) и прямой (б) проекциях, определяются небольшие остеофиты, мелкие участки субхондрального склероза в медиальных отделах сустава

Врачом травматологом-ортопедом было заподозрено повреждение медиального мениска, т. к. болевой синдром локализовался по внутренней поверхности коленного сустава. Следующим этапом была проведена магнитно-резонансная томография коленного сустава.

На МР-томограммах коленного сустава на фоне синовита в субхондральных отделах медиального мыщелка бедренной кости был выявлен диффузный отек костного мозга, на фоне которого отмечалась небольшая субхондральная гипоинтенсивная полулунная линия перелома в режимах T1-ВИ, PD-ВИ и PD-FS-ВИ (рис. 2, а, б; рис. 3, а, б).

Протокол и технические параметры проведенной МРТ коленного сустава с высоким разрешением приведены в табл.

Дополнительно на полученных МР-томограммах выявлены признаки остеоартроза (остеофиты и сужение суставной щели в медиальных отделах сустава)

и предикторы возникновения субхондрального стрессового перелома от недостаточности костной ткани мыщелка. Данными предикторами являются такие патологические состояния, как разрыв и экструзия прилежащего к зоне перелома мениска, выраженная хондромалиция суставной поверхности мыщелка (рис. 4, а, б, в) [6].

Для исключения нарушений минеральной плотности костной ткани (МПКТ) пациентке была проведена рентгеновская остеоденситометрия тел позвонков L1–4 и шейки бедра с обеих сторон (рис. 5, 6).

Обсуждение

Субхондральный стрессовый перелом от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава — это клинически трудно диагностируемое заболевание, возникающее у лиц старшей возрастной категории (от 50 лет), чаще у женщин. Главными этиологическими

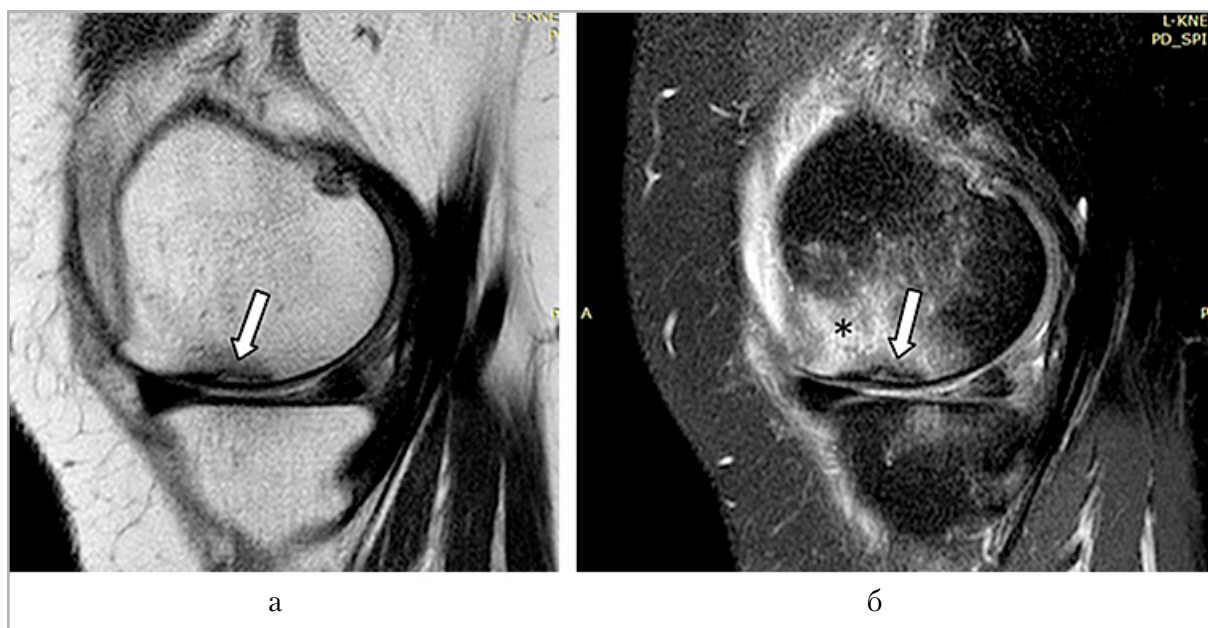


Рис. 2. МР-томограммы в сагиттальной плоскости (*а* — PD-ВИ; *б* — PD-FS-ВИ), демонстрирующие субхондральный отек костного мозга (*звездочка*) и субхондрально расположенную полулунную линию перелома (*стрелка*)

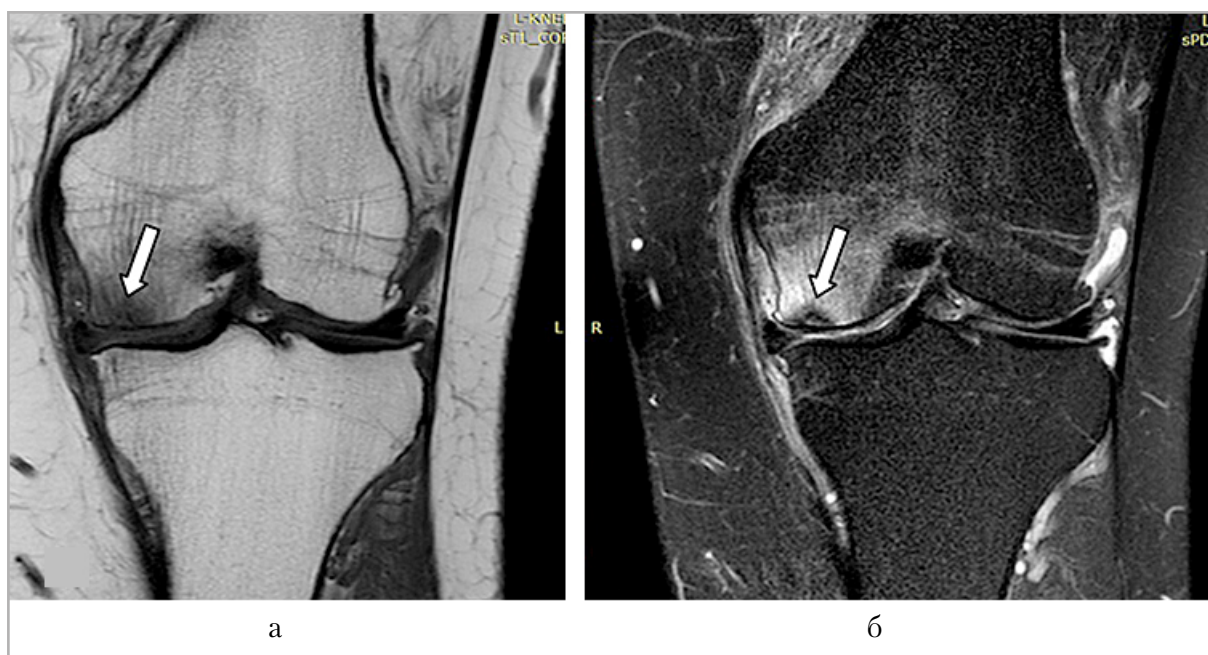


Рис. 3. МР-томограммы в корональной плоскости (*а* — T1-ВИ; *б* — PD-FS-ВИ справа). *Стрелкой* указана полулунная субхондральная линия перелома

факторами данного заболевания являются ослабление прочности костных трабекул и снижение их эластической резистентности к повседневным нагрузкам [5, 6, 13].

В настоящее время установлено, что многие заболевания обмена способ-

ны вызывать нарушения МПКТ (остеопороз, остеопения), которые, в свою очередь, являются одной из главных причин недостаточности костной ткани. Это позволяет отнести стрессовый перелом от недостаточности костной ткани к патологическим переломам, од-

Протокол и технические параметры проведенной МРТ коленного сустава

ИП / Параметр	FOV, см	Срез/шаг, мм	TE, мс	TR, мс	Матрица
PD-FS (саг.)	14–16	3,0/0,3	40	3200	288 × 384
PD-FS (кор.)	14–16	3,0/0,3	40	3200	288 × 384
PD-FS (акс.)	14–16	3,0/0	40	3350	288 × 384
PD-ВИ (саг.)	14–16	2,5/0,3	24	3000	288 × 336
T1-ВИ (саг., кор.)	14–16	3,0/0,0	12	500–700	256 × 384

Примечание: ИП — импульсная последовательность; FOV — поле обзора; TE — время эха; TR — время повторения; PD-FS — протон-взвешенные изображения с жироподавлением; саг. — сагиттальная плоскость; кор. — корональная плоскость; акс. — аксиальная плоскость; мс — миллисекунды.

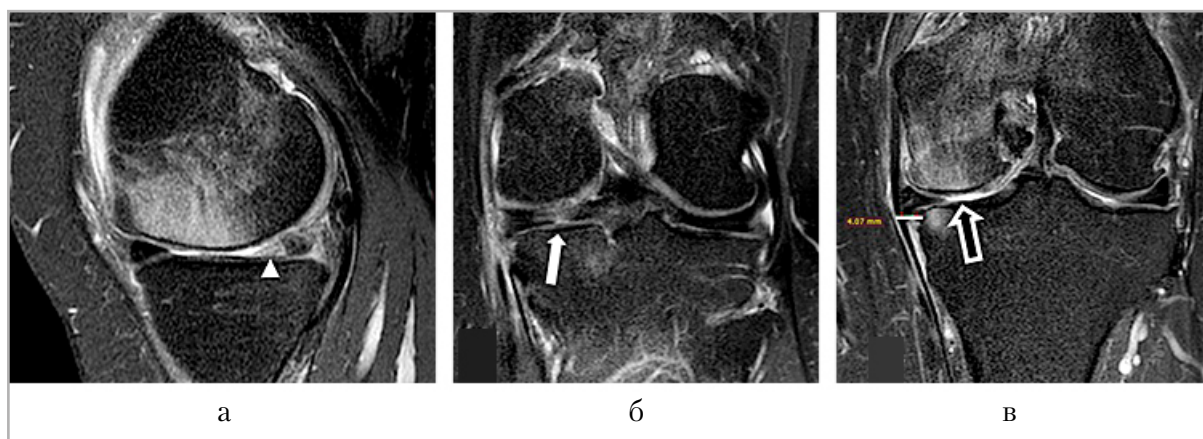


Рис. 4. МР-томограммы: *а* — PD-FS-ВИ в сагиттальной плоскости (головка стрелки — разрыв мениска); *б* — PD-FS-ВИ в корональной плоскости (белая стрелка — разрыв мениска); *в* — PD-FS-ВИ в корональной плоскости (черная стрелка — зона хондромалиции, линия измерения демонстрирует экструзию мениска более 4 мм)

нако у части больных с субхондральным переломом от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава нет подобных нарушений МПКТ, поэтому в некоторых случаях можно говорить о неизвестных в настоящее время причинах данного типа перелома [8].

Исследованная нами пациентка имела нарушения МПКТ (остеопению и остеопороз) в шейке бедра и телах поясничных позвонков, что требует консультации эндокринолога и лечения.

Своевременная диагностика стрессового перелома от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава трудна по причине несоответствия клинических данных статусу заболева-

ния, что не позволяет клиницисту вовремя заподозрить стрессовый перелом, при этом результаты первичных рентгенограмм (особенно на ранней стадии болезни), как правило, отрицательные [3, 5, 6].

В нашем случае «нечеткие» для диагноза перелома данные анамнеза и клинического осмотра пациентки, отрицательные результаты ее первичных рентгенограмм коленного сустава не позволили травматологу своевременно поставить правильный диагноз, что является одной из главных трудностей диагностики данной патологии.

Главным инструментальным методом диагностики субхондрального

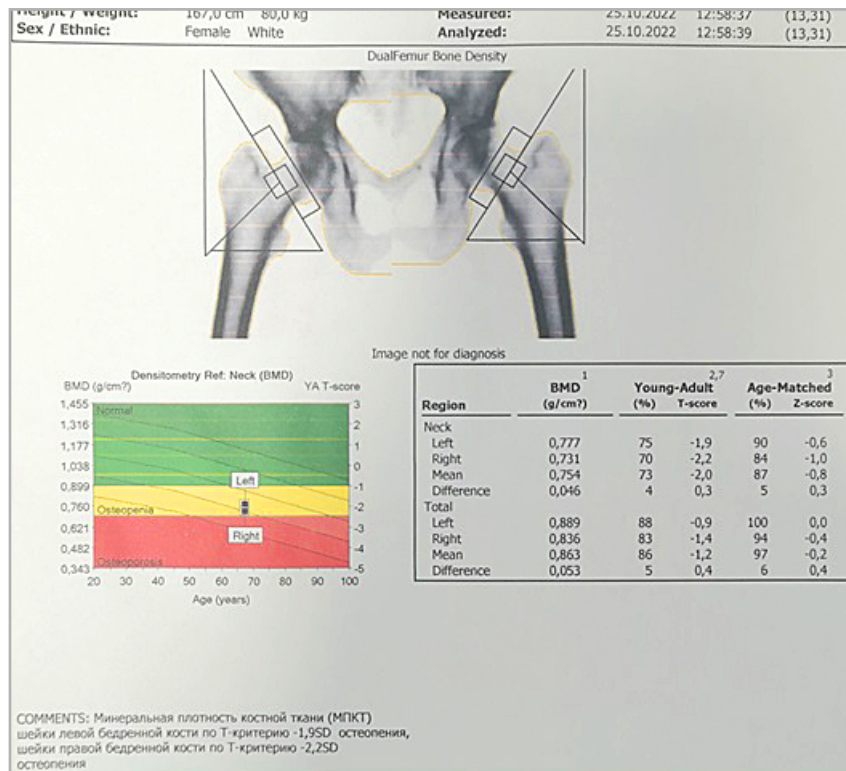


Рис. 5. Протокол остеоденситометрии — Т-критерий минеральной плотности костной ткани шейки бедра на стороне поражения 1,9 (osteopenia)

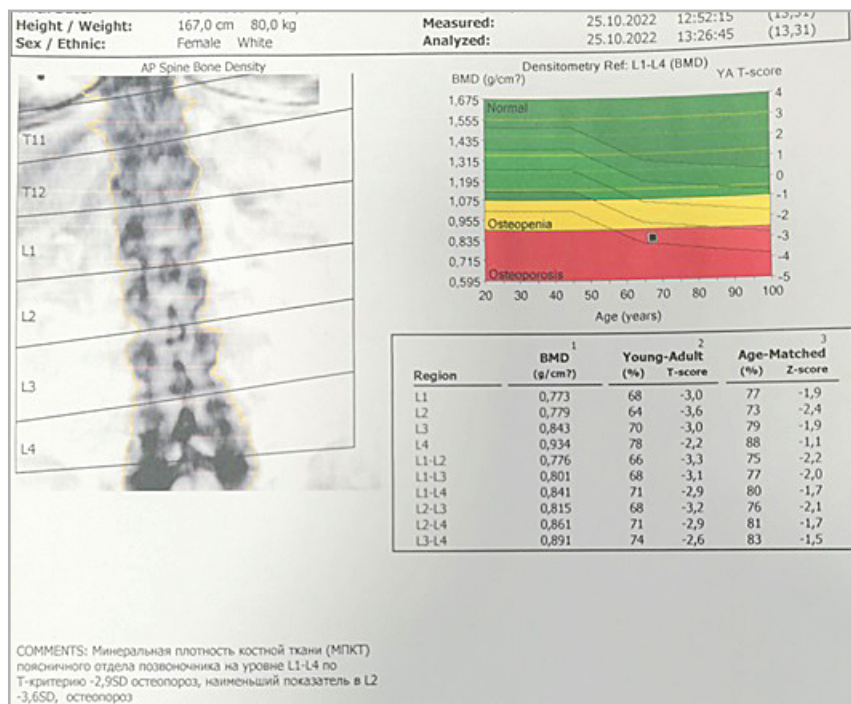


Рис. 6. Протокол остеоденситометрии — Т-критерий минеральной плотности костной ткани тел позвонков L1–4 соответствует 3,0 (osteoporosis)

стрессового перелома от недостаточности костной ткани мыщелков коленно-

го сустава является МРТ. Именно МРТ позволяет успешно диагностировать

данное заболевание на любой стадии его развития (в том числе на ранней стадии) [3, 9, 10].

Основными симптомами стресс-перелома от недостаточности являются субхондральная линия перелома, зона диффузного перифокального отека, участки субхондрального «гипоинтенсивного утолщения» в области перелома. Считается, что данный участок «утолщения», четко определяемый в режимах T1-ВИ и PD-FS-ВИ (STIR, T2-FS-ВИ), возникает на развернутой стадии заболевания и является сочетанием присоединяющихся грануляционной ткани, зоны субхондрального склероза и фиброзной костной мозоли [5, 6].

Наиболее типичная локализация субхондрального стрессового перелома от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава — опорные отделы медиального мыщелка бедренной кости (до 90 % случаев). Довольно редко данный тип стресс-перелома встречается в латеральном мыщелке бедренной кости и мыщелках большеберцовой кости — в пределах 2–16 % [5, 6].

Непосредственно линия стресс-перелома чаще локализуется в центральных нагружаемых отделах мыщелка — 70–77 % случаев, редко в периферических отделах мыщелка — 4–27 % случаев [6].

Метод МРТ, помимо визуализации линии перелома, при данной патологии способен уверенно диагностировать ассоциированные с этим заболеванием патологические состояния, являющиеся predisposing факторами к стрессовому перелому от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава (предикторы). Основные предикторы данного типа стресс-перелома — это разрыв и экструзия мениска на стороне перелома, хондромалиция пораженной субхондральным переломом суставной поверхности мыщелка [1, 2, 15].

На продемонстрированном клиническом примере можно визуализировать все наиболее значимые предикторы субхондрального стресс-перелома от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава.

Хрящ и мениск — это очень важные мягкотканые структуры, снижающие и

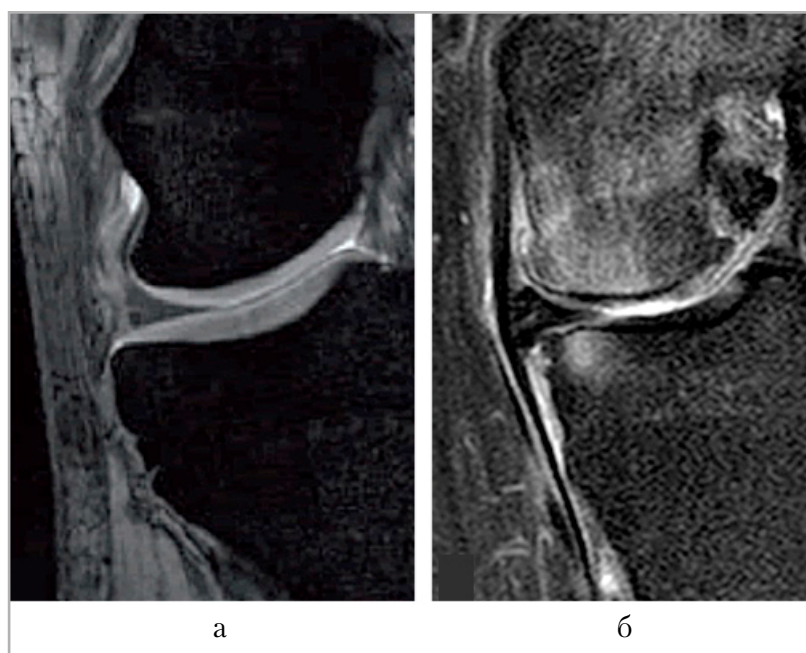


Рис. 7. МР-томограммы в корональной плоскости, а — T2-GRE и б — PD-FS-ВИ. Сравнение здоровых (а) хряща/мениска и патологически измененных (б) хряща (хондромалиция) и мениска (экструзия за счет разрыва)

рассеивающие контактное давление на подлежащую субхондральную кость при вертикальных нагрузках на сустав, поэтому патологические изменения хряща и мениска играют очень важную роль в развитии стресс-перелома от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава (рис. 7), соответственно хондромалиция и разрыв/экструзия мениска являются главными predisposing факторами к перелому заболеваниями (предикторами) [2, 6].

По данным множества исследований, субхондральному стресс-перелому от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава предшествуют разрыв/экструзия мениска (в области перелома) в 76–94 % случаев, хондромалиция суставной поверхности мыщелка в 75 % [5, 6, 16].

Выводы

1. Субхондральный стрессовый перелом от недостаточности костной ткани мыщелков коленного сустава — это заболевание лиц старшей возрастной категории, чаще имеющих нарушения минеральной плотности костной ткани.
2. Клиническая диагностика (анамнез и объективный осмотр) не позволяет клиницисту заподозрить стрессовый субхондральный перелом мыщелка коленного сустава, при этом результаты первичной рентгенографии, как правило, отрицательные.
3. Методом выбора при ранней диагностике данного типа стрессового перелома является МРТ, которая позволяет отчетливо визуализировать все его лучевые симптомы и диагностировать заболевание практически на всех его стадиях.
4. Магнитно-резонансная томография позволяет успешно диагностировать предикторы данного типа стрессового перелома мыщелков коленного сустава (выраженная хондромалиция суставной поверх-

ности мыщелка, разрыв/экструзия мениска).

Список литературы / References

1. Allam E., Boychev G., Aiyedipe S., Morrison W., Roedl J., Singer A. Subchondral insufficiency fracture of the knee: unicompartmental correlation to meniscal pathology and degree of chondrosis by MRI. *Skeletal Radiology*. 2021. V. 50. No. 11. P. 2185–2194.
2. Barras L., Pareek A., Parkes C., Song B., Camp C., Saris D. Post-arthroscopic Subchondral Insufficiency Fractures of the Knee Yield High Rate of Conversion to Arthroplasty. *Arthroscopy*. 2021. V. 37. No. 8. P. 2545–2553.
3. Bencardino J., Stone T., Shah N., Small K., Weissman B. ACR Appropriateness Criteria Stress (Fatigue/Insufficiency) Fracture, Including Sacrum, Excluding Other Vertebrae. *JACR*. 2017. V. 14. No. 5.
4. Gaillard F., Saber M. Subchondral insufficiency fracture of the knee. Reference article. *Radiopaedia.org*. 2021. <https://doi.org/10.53347/rID-2079>
5. Gorbachova T., Melenevsky Y., Cohen M., Cerniglia B. Osteochondral Lesions of the Knee: Differentiating the Most Common Entities at MRI. *Radiographics*. 2018. No. 38. P. 1478–1495.
6. Lee S., Saifuddin A. Magnetic resonance imaging of subchondral insufficiency fractures of the lower limb. *Skeletal Radiology*. 2018. No. 48. P. 1011–1021.
7. Nicoletti D. Subchondral insufficiency fracture — knee. Case study. *Radiopaedia.org*. 2021. <https://radiopaedia.org/cases/67293>
8. Nelson F., Craig J., Francois H., Azuh O., Oyetakin-White P., King B. Subchondral insufficiency fractures and spontaneous osteonecrosis of the knee may not be related to osteoporosis. *Arch. Osteoporos*. 2014. V. 9. No. 194. P. 1–7.
9. Ohtsuru T., Yamamoto T., Murata Y., Morita Y., Munakata Y., Kato Y. Incidence of osteonecrosis and insufficiency fracture

- of the hip and knee joints based on MRI in 300 renal transplant patients. *Hip International*. 2018. V. 29. No. 3. P. 316–321.
10. *Pareek A., Parkes C., Bernard C., Camp C., Saris D., Stuart M.* Spontaneous Osteonecrosis/Subchondral Insufficiency Fractures of the Knee High Rates of Conversion to Surgical Treatment and Arthroplasty. *J. of Bone and Joint Surgery*. 2020. V. 102. No. 9. P. 821–829.
 11. *Weerakkody Y., Deng F.* Subchondral insufficiency fracture. Reference article, *Radiopaedia.org*. 2021. <https://radiopaedia.org/articles/65145>
 12. *Yamamoto T., Schneider R., Bullough P. G.* Insufficiency subchondral fracture of the femoral head. *Am. J. Surgery Pathology*. 2000. V. 24. No. 3. P. 464–468.
 13. *Yamamoto T., Bullough PG.* Spontaneous osteonecrosis of the knee: the result of subchondral insufficiency fracture. *Am. J. Bone Joint Surgery* 2000. V. 82. No. 6. P. 858–866.
 14. *Yamamoto T., Iwamoto Y., Schneider R., Bullough P. G.* Histopathological prevalence of subchondral insufficiency fracture of the femoral head. *Annals Rheumatology Diseases*. 2008. V. 67. No. 2. P. 150–153.
 15. *Ochi J., Nozaki T., Nimura A., Yamaguchi T., Kitamura N.* Subchondral insufficiency fracture of the knee: review of current concepts and radiological differential diagnoses. *Jpn. J. Radiol.* 2021. V. 40. No. 5. P. 443–457.
 16. *Plett S. K., Hackney L. A., Heilmeier U.* Femoral condyle insufficiency fractures: associated clinical and morphological findings and impact on outcome. *Skeletal Radiol.* 2015. V. 44. No. 12. P. 1785–1794.

Сведения об авторах / Information about authors

Иванков Александр Петрович, врач-рентгенолог кабинета магнитно-резонансной томографии ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1», младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики НКО нейрохирургии ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия. Адрес: 664053, г. Иркутск, ул. Баумана, д. 216/1, кв. 10. Тел.: +7 (924) 606-30-93.

Электронная почта: ivankovap16@gmail.com

ORCID.org/ 0000-0002-2383-6359

Вклад автора: проведение исследования – анализ и интерпретация полученных данных.

Aleksandr P. Ivankov, Radiologist of MRI Department Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1», junior researcher of radiology department NCO neurosurgery FGBNU «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Russia.

Address: 216/1-10, ul. Bauman, Irkutsk, 664046, Russia.

Phone number: +7 (924) 606-30-93.

E-mail: ivankovap16@gmail.com

ORCID.org/ 0000-0002-2383-6359

Author contributions: research – analysis and interpretation of the data obtained.

Селивёрстов Павел Владимирович, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», зав. лабораторией лучевой диагностики НКО нейрохирургии, Россия.

Адрес: 664046, Иркутск, бульвар Постышева, 18а-2.

Тел.: +7 (902) 511-75-79.

Электронная почта: pavv2001@mail.ru

ORCID.org/ 0000-0002-4050-9157

Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и ключевых задач.

Pavel V. Seliverstov, M.D. Med. Sciences, Senior Researcher Laboratory Radiology NCO neurosurgery Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Russia.

Address: 18a-2, b. Postyshev, Irkutsk, 664046, Russia.

Phone number: +7 (902) 511-75-79.

E-mail: pavv2001@mail.ru

ORCID.org/ 0000-0002-4050-9157

Author contributions: concept development is the formation of an idea, a goal and key tasks.

Дата поступления статьи в редакцию издания: 19.01.2023 г.

Дата одобрения после рецензирования: 30.01.2023 г.

Дата принятия статьи к публикации: 02.02.2023 г.

Отчет о проведении научно-практической конференции «Лучевая диагностика: Смоленск – зима 2023»

Report on the Scientific and Practical Conferences «Radiation Diagnostic: Smolensk – Winter 2023»

29 января 2023 года в онлайн-формате состоялась научно-практическая конференция с международным участием онлайн **«Лучевая диагностика: Смоленск — зима 2023»**. Программа конференции была посвящена основным современным направлениям лучевой диагностики. Организаторами конференции выступили кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО, ПНИЛ ФГБОУ ВО СГМУ, кафедра лучевой диагностики ФГБОУ ВО МГМСУ имени А. И. Евдокимова, кафедра рентгенологии и радиационной медицины СПбГМУ имени И. И. Павлова, НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского, департамент Смоленской области по здравоохранению. Информационная поддержка осуществлялась Санкт-Петербургским радиологическим обществом, Обществом рентгенологов, радиологов и специалистов ультразвуковой диагностики города Москвы, Смоленским государственным медицинским университетом.

В рамках конференции было проведено 4 секции: участниками конференции были представлены 4 доклада научного лектория, 8 устных докладов, секция клинических случаев включала 15 клинических случаев и 8 постерных докладов. Все члены оргкомитета приняли участие в открытии заседания и проведении секций.

Секция № 1 «Научный лекторий» выступили:

Доровских Галина Николаевна, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, г. Омск;

Степанова Юлия Александровна, доктор медицинских наук, профессор, г. Москва;

Сперанская Александра Анатольевна, доктор медицинских наук, профессор, г. Санкт-Петербург;

Гелетин Пётр Николаевич, доктор медицинских наук, профессор кафедры пропедевтической стоматологии, г. Смоленск.

Лекторы осветили основные проблемы лучевой диагностики осложнений после хирургических вмешательств на позвоночном столбе, опухолей поджелудочной железы, постковидных изменений легких по данным МСКТ, радиологической диагностике функциональных нарушений височно-нижнечелюстного сустава.

Секция № 2 «Устные доклады» проводилась совместно всеми организаторами, что позволило параллельно проводить обсуждение.

По итогам **секций № 3 «Постерные доклады»** и **№ 4 «Клинические случаи»** проводился конкурс молодых ученых.

Победители конкурса клинических случаев

I место

«Рубец Сэмба», Аничкина К. А., Шивилов Е. В., Юрканова Д. Д., г. Москва.

«Радионуклидная диагностика и пептид-рецепторная терапия метастатической нейроэндокринной опухоли поджелудочной железы», Смирнова А. А., Иванова А. А., г. Санкт-Петербург.

II место

«Лучевая диагностика синдрома Ледда у ребенка дошкольного возраста», Корнейчук М. Д., Моторико М. Д., Лабузов Д. С., г. Смоленск.

«Многоэтапная рентгеноэндоваскулярная трансартериальная эмболизация патологических сосудов при «массивной опухоли мягких тканей правого надплечья, осложненной изъязвлением и кровотечением». Мимикрия врожденной сосудистой аномалии мягких тканей (артериовенозной мальформации по schobinger Clinical Staging III ст.) при отсутствии точной морфологической верификации процесса у беременной», Альмяшев А. З., г. Саранск.

III место

«Типичный карциноид легкого с паранеопластическим синдромом», Кунин А. И., Ковалёв А. В., г. Смоленск.

Победители секции постерных докладов

I место

«Синхронные истинные кисты селезенки у близнецов», Степанова Ю. А., Ионкин Д. А., Алимурзаева М. З., Глотов А. В., г. Москва.

«Мультимодальная диагностика поликистоза почек и печени на примере клинического случая», Петухов И. В., Венидиктова Д. Ю., г. Смоленск.

II место

«Протоковая карцинома Беллини: два клинических наблюдения», Чехоева О. А., Степанова Ю. А., Грицкевич А. А., Широков В. С., Калинин Д. В., г. Москва.

«Термография в дифференциальной диагностике внебольничных и вирусных SARS-CoV-2 пневмоний», Карамышев Ю. В., Железняк И. С., Долгов И. М., г. Санкт-Петербург.

III место

«Диффузионно-взвешенное изображение селезенки при заболеваниях печени: пилотные результаты», Ковалёв А. В., Морозова Т. Г., Гельт Т. Д., г. Смоленск.

«Особенности ведения пациентов с осложнениями острого деструктивного панкреатита на примере клинических случаев», Иванов П. А., Венидиктова Д. Ю., Борсуков А. В., г. Смоленск.

Научно-практическая конференция прошла на высоком научном и организационном уровне. Среди участников были представители медицинского сообщества и коллеги из различных регионов России (Омск, Москва, Санкт-Петербург, Воронеж, Смоленск, Саранск). В конференции приняли участие коллеги из Иркутска, Казахстана в виде публикаций.

Ознакомиться с записью конференции, с клиническими случаями и постерной сессией можно по ссылкам, представленным в группе кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО в [ВК](#) и [Телеграм-канале](#).



Отчет о проведении научной конференции, посвященной 10-летию Фонда развития лучевой диагностики «От зарождения до перспектив»

Report on the Scientific Conference Dedicated to the 10th Anniversary Foundation for the Development of Radiation Diagnostics «From Inception to Prospects»

Фонд развития лучевой диагностики и Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики 16 декабря 2022 года провели конференцию, посвященную 10-летию Фонда развития лучевой диагностики.

Конференция прошла при поддержке генерального спонсора — АО «МТЛ», главного спонсора НПАО «АМИКО» и компаний-спонсоров: АО «Р-Фарм», АО НИПК «Электрон», ООО «АГФА», ООО «Торговый дом «Пульс», ООО «АрПи Канон Медикал Системз», ЗАО «НПО АСТА», ООО «Сименс Здравоохранение», АО «Санте Медикал Системз» и ООО «Передовые Медицинские Технологии».

Всего в конференции приняли участие 95 человек из различных городов нашей страны (Москва, Омск, Иркутск, Грозный, Новосибирск, Махачкала, Нижний Новгород, Смоленск, Тверь, Дмитровград, Санкт-Петербург и др.).

Открыли конференцию приветствия председателей, ведущих профессоров России в области лучевой диагностики.

Первый доклад конференции был представлен председателем правления Фонда развития лучевой диагностики членом-корреспондентом РАН, доктором медицинских наук А. Ю. Васильевым. В докладе были отражены основные показатели работы фонда, показаны научные достижения за 10 лет и намечены перспективы дальнейшего развития.



Председатели конференции: доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник П. В. Селивёрстов, доктор медицинских наук, профессор Г. Н. Доровских и доктор медицинских наук, профессор Н. В. Климова

Далее опытом взаимодействия между крупнейшим российским производителем рентгеновской техники и фондом поделилась заместитель генерального директора АО «МТЛ» С. Ю. Шокина, которая рассказала о совместных научных и образовательных проектах, проведенных за 10-летний период.

Интересный доклад с историческим экскурсом представил директор НПАО «АМИКО», профессор, доктор технических наук Н. Н. Блинов, тесно связав преемственность поколений и реалии сегодняшнего дня.

В докладе руководителя по маркетингу и организации продаж ООО «АГФА» Д. В. Александрова было показано новое направление в развитии рентгеновской техники с акцентом на снижение дозы лучевой нагрузки на детей и подростков.

Национальный менеджер по продажам АО «Р-Фарм» Г. М. Маркевич рассказала о роли компании в отечественном здравоохранении и показала возможности взаимодействия для развития высокотехнологической помощи.

Главный специалист по продукции ООО «АрПи Канон Медикал Системз» И. А. Крюков представил новую модель магнитно-резонансного томографа Vantage Orion, зарегистрированного в нашей стране, и показал особенности его эксплуатационных характеристик.

В докладе эксперта по продукту МРТ компании ООО «Сименс Здравоохранение» М. И. Буторина были отражены инновационные технологии в МРТ Siemens Healthineers, а также показаны новые возможности этой быстро развивающейся технологии исследования человека.

В своем дистанционном докладе генеральный директор АО «НИПК «Электрон» А. М. Элисон акцентировал внимание участников на роли российского производителя как высокотехнологичной компании замкнутого цикла, а также сердечно поздравил фонд с 10-летием.

В завершение конференции состоялось интересное обсуждение о перспективах развития фонда и новых направлениях его работы.

Фонд развития лучевой диагностики выражает благодарность компаниям и их руководителям за многолетнюю поддержку и сотрудничество: АО «МТЛ», НПАО «АМИКО», АО «Р-Фарм», АО НИПК «Электрон», ООО «АГФА», ООО «Торговый дом «Пульс», ООО «АрПи Канон Медикал Системз», ЗАО «НПО АСТА», ООО «Сименс Здравоохранение», АО «Санте Медикал Системз» и ООО «Передовые Медицинские Технологии».



VI СЪЕЗД

НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕСТВА НЕЙРОРАДИОЛОГОВ



Уважаемые коллеги, друзья!

Для меня большая честь пригласить вас на VI съезд Национального общества нейрорадиологов, который состоится 29–30 сентября 2023 года в одном из самых живописных мест России – в городе Сочи.

Я надеюсь, что основная тема съезда – неотложная нейрорентгенология – является актуальной как для молодых, так и для опытных врачей.

Научно-образовательная программа съезда будет посвящена современному состоянию таких проблем, как черепно-мозговая и спинальная травма у взрослых и детей, нарушения мозгового кровообращения, нетравматические внутричерепные кровоизлияния, острые состояния в нейроонкологии, неврологии. Будут обсуждаться неотложные послеоперационные состояния и осложнения. В программу съезда также войдут лекции и доклады, посвященные современным технологиям нейровизуализации, и многое другое.

Приглашаем вас обменяться передовым опытом, научными достижениями и практическими знаниями, а также насладиться морем и солнцем в бархатный сезон. С нетерпением ждем встречи с вами!

Зяблова Елена Игоревна

Президент VI съезда Национального общества нейрорадиологов



Информационное сообщение



«Байкальские встречи». **Актуальные вопросы лучевой диагностики**

21–22 сентября 2023 года,
г. Улан-Удэ, Республика Бурятия

«Baikal meetings». **Topical issues of imaging diagnosis**

September 21–22, 2023
Ulan-Ude, Republic of Buryatia

Министерство здравоохранения Республики Бурятия, РОО «Общество рентгенологов, радиологов, врачей УЗД и врачей по рентгеноэндоваскулярным диагностике и лечению Сибири», ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России, Автономная некоммерческая организация «Научных и медицинских работников» и Ассоциация врачей лучевой и инструментальной диагностики Республики Бурятия приглашают вас принять участие в работе VIII Межрегиональной научной конференции «Байкальские встречи», которая состоится 21–22 сентября 2023 года в г. Улан-Удэ, Республика Бурятия.

В программе конференции будут рассмотрены наиболее актуальные направления развития:

1. Лучевая диагностика в кардиологии, пульмонологии, педиатрии.
2. Лучевая диагностика травм и неотложных состояний.
3. Лучевая диагностика в гастроэнтерологии, урологии, онкологии.
4. Лучевая диагностика в отоларингологии, офтальмологии, ЧЛХ.
5. Вопросы использования контрастирования у взрослых и детей.

Конференция является научно-образовательным мероприятием, не имеет коммерческого характера. Участие врачей в конференции бесплатное.

**НК «Байкальские встречи» является одним из крупнейших
радиологических форумов Сибири и Дальнего Востока**

Материалы конференции будут собраны в виде сборника статей и размещены на сайте www.baikalconf.ru.

Часть работ может быть издана в журнале «Acta biomedica scientifica» (журнал входит в SCOPUS и Перечень российских рецензируемых научных журналов ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук).

Правила оформления статей в журнале «Acta biomedica scientifica» <http://iscst.ru/gio/bulletin>.

Для отправки статей в «Acta biomedica scientifica»: riotdel@gmail.com (Арсентьева Мария Леонидовна).

Крайний срок подачи работ для публикации в журнал «Acta biomedica scientifica» — 30 апреля 2023 года.

Регистрационный взнос за публикацию и участие в конференции не взимается.

Оргкомитет

Председатель оргкомитета конференции: главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике Республики Бурятия Ханеев Владимир Борисович (Улан-Удэ).

Заместитель председателя: Селивёрстов Павел Владимирович, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ ИНЦХТ (Иркутск).

Организационный комитет: Н. О. Тугутова (Улан-Удэ), А. Б. Дугаржапова (Улан-Удэ), И. Ю. Логина (Улан-Удэ), Т. Л. Дашибалова (Улан-Удэ), Д. А. Лежнев (Москва), Е. Е. Чепурных (Иркутск), А. А. Толстых (Иркутск), Г. Н. Доровских (Омск), А. П. Дергилев (Новосибирск), К. Б. Казанцев (Чита).

Редакционный комитет: А. В. Селивёрстова (Иркутск), М. Л. Арсентьева (Иркутск), А. О. Занданов (Улан-Удэ), В. П. Саганов (Улан-Удэ).

Координаты оргкомитета: 670047, г. Улан-Удэ, ул. Пирогова, 32, БРКОД, Ханееву Владимиру Борисовичу, тел.: +7 (924) 652-81-13.

664046, г. Иркутск, бульвар Постышева, 18А-2, АНО «Научных и медицинских работников», Селивёрстову Павлу Владимировичу, тел.: +7 (902) 511-75-79.

E-mail: haneev@mail.ru, anoonmr@gmail.com

Для участия в работе конференции необходимо до 1 сентября 2023 года при-
слать в адрес оргкомитета файл-заявку с указанием: Ф.И.О., места работы, специ-
альности для НМО (рентгенология, УЗИ), названия организации (город); обяза-
тельно указать электронную почту.

Планируется издание сборника материалов конференции в электронном виде.

Прием публикаций будет осуществляться по электронному адресу: apoонmr@
gmail.com. Пометка (Байкальские встречи, тезисы).

Прием тезисов осуществляется с 10 марта по 20 июня 2023 года.

Публикация тезисов бесплатная. Оргкомитет оставляет за собой право в отказе
публикации в случае отсутствия научной составляющей в представленных материалах.

Правила оформления материалов для публикации в сборнике материалов конференции

Тезисы должны отражать цель, материалы и методы исследования, полученные
результаты и заключение — без выделения разделов, без таблиц и рисунков.

Тезисы должны быть набраны в текстовом редакторе Word for Windows (версия
не ранее 6.0), шрифт Times New Roman Cyrillic (размер 12), интервал 1,5, поля по 2
см со всех сторон, объемом не более 1 страницы, от одного автора не более 3 тезисов,
без картинок и графиков.

Не допускается публикация более 2 тезисов с одинаковым первым автором.

Образец оформления тезисов

Название тезисов заглавными буквами

Фамилии авторов

Страна, город, место работы

Ваш электронный адрес

Отступ (1 интервал)

Текст тезисов

Современные методы...

Иванов И. И.

Россия, г. Москва, ГУ «Научный центр...»

E-mail: reg@mediexpo.ru, моб. тел.:

С целью определения эффективности диагностики...

Гарантия публикации — получение подтверждения со стороны программного
комитета.

Сроки получения тезисов продляться не будут.

Конгресс-оператор конференции

Автономная некоммерческая организация

«Научных и медицинских работников».

Контактные лица в Улан-Удэ, Иркутске:

Ханеев Владимир Борисович, haneev@mail.ru,

Селивёрстов Павел Владимирович, pavv2001@mail.ru

Возможные варианты участия в работе конференции

Организационный комитет VIII Межрегиональной научной конференции «Байкальские встречи» объявляет конкурс на звание ГЛАВНОГО СПОНСОРА, ГЕНЕРАЛЬНОГО СПОНСОРА и СПОНСОРА конференции.

За подробной информацией обращаться в оргкомитет конференции. Информация о гостиницах и условиях проживания будет предоставлена во втором информационном письме.

Планируемая дата публикации ВТОРОГО информационного письма с программой конференции 10 июля 2023 года на сайте www.baikalconf.ru

Правила оформления материалов, направляемых в редакцию журнала «Радиология — практика», в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7-2021

Rules for Preparation of Materials Sent to the Editorial Board of the Journal «Radiology — Practice», in Accordance with GOST R 7.0.7-2021

Функционально информация, содержащаяся в публикации, делится на две части:

1. Тематическая научная и практическая составляющая, способствующая получению знаний о проблематике медицинских исследований. При формулировке названия публикации, составлении реферата (авторского резюме), при выборе ключевых слов необходимо помнить, что именно эта часть направляется в БД и должна представлять интерес и быть понятной как российским читателям, так и зарубежному научному сообществу.
2. Сопроводительная часть, включающая в себя данные об авторах и организациях, в которых они работают, библиометрические данные (пристатейный список литературы), должна представляться таким образом, чтобы была возможность их идентификации по формальным признакам аналитическими системами. Должна использоваться унифицированная транслитерация, предоставляться в романском алфавите (латинице) фамилии, имена и отчества авторов, даваться корректный перевод на английский язык названия адресных сведений, в первую очередь названия организаций, где работают авторы, т. е. данные об аффилировании, а также указываться вклад авторов в работу.

Материалы статьи отправляются авторами на [сайт журнала](#) при помощи кнопки «Отправить статью».

Содержание и оформление материалов, направляемых в редакцию журнала

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Не допускается направление в редакцию работ, которые уже напечатаны в других изданиях или посланы для публикации в другие редакции.

При загрузке материалов публикации на сайт обязательно обеспечьте условия для слепого рецензирования.

В связи с выходом ГОСТ Р 7.0.7-2021 для всех видов публикаций, направляемых в журнал «Радиология — практика», с 2022 года обязательно указание кода УДК для каждой публикации (ставится над заголовком в правом верхнем углу). Ссылка на справочник [УДК](#).

Информационные блоки в каждом научном сообщении

БЛОК 1 — на русском языке:

- заглавие (сокращения не допускаются);
- фамилия и инициалы автора (-ов);

- полное название организации (с указанием формы собственности, ведомственной принадлежности в виде аббревиатур, название учреждения полное, например, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова» Минздрава России);
- реферат;
- ключевые слова (в количестве 5–6, сокращения не допускаются).
- далее обязательными являются указания о финансировании исследования и отсутствии конфликта интересов, оригинальности публикации, а именно: *«Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией)»* или указать источник финансирования.

БЛОК 2 — транслитерация или перевод соответствующих данных из блока 1 на английский язык*:

- заглавие (перевод на английский язык, при этом сокращения не допускаются, в переводе не должно быть транслитерации, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия, это также касается авторских резюме (аннотаций) и ключевых слов);
- фамилия и инициалы автора (-ов) (только транслитерация по системе BGN (Board of Geographic Names), см. <http://www.translit.ru>);
- полное название организации (при переводе на английский язык форма собственности не указывается, аббревиатуры не допускаются, дается полное название организации и ведомственная принадлежность в том виде, в котором их профиль идентифицирован в БД SCOPUS), ее адрес (с указанием индекса);
- реферат (авторское резюме) — перевод на английский язык;
- ключевые слова (перевод на английский язык, сокращения не допускаются).

БЛОК 3 — полный текст статьи на русском языке.

В статьях клинического или экспериментального характера рекомендуются следующие разделы: Актуальность (которая должна оканчиваться формулировкой цели). Материалы и методы. Результаты и их обсуждение. Выводы. Список литературы. Текстовый материал статьи должен быть представлен:

- 1) в электронном виде (Microsoft Word), с пронумерованными страницами, с полуторным межстрочным интервалом; используется кегль шрифта в 14 пунктов;
- 2) в подрисуночных подписях сначала приводится общая подпись к рисунку (рентгенограмма, компьютерная томограмма, эхограмма и т. п.), а затем объясняются все имеющиеся в нем цифровые и буквенные обозначения;
- 3) абзацный отступ текста, выравнивание и прочее не важны. Текст должен быть без переносов слов, без выравнивания табуляцией, без лишних пробелов. Клавиша Enter должна использоваться только для начала нового смыслового абзаца, но не для начала новой строки внутри абзаца;
- 4) после любых заголовков, фамилий, подписей к рисункам точка не ставится. Между каждым инициалом и фамилиями всегда ставятся пробелы. Инициалы разделяются точками и пишутся перед фамилией. Запятая между фамилией и инициалами не ставится, так как это затрудняет идентификацию автора в БД;

- 5) сокращения и символы должны соответствовать принятым стандартам (система СИ и ГОСТ 7.12-1993).

Приводим наиболее частые примеры сокращений (обратите внимание на отсутствие точек после многих сокращений и символов):

год — г.; годы — гг.; месяц — мес; неделя — нед; сутки — сут; час — ч; минута — мин; секунда — с; килограмм — кг; грамм — г; миллиграмм — мг; микрограмм — мкг; литр — л; миллилитр — мл; километр — км; метр — м; сантиметр — см; миллиметр — мм; микрон — мкм; миллиард — млрд; миллион — млн; тысяча — тыс.; беккерель — Бк; грей — Гр; зиверт — Зв; миллизиверт — мЗв; тесла — Тл; температура в градусах Цельсия — 42 °С; область — обл.; район — р-н; единицы — ед.; сборник — сб.; смотри — см.; то есть — т. е.; так далее — т. д.; тому подобное — т. п.; экземпляр — экз.

Приняты также следующие сокращения:

ИК — инфракрасный; УФ — ультрафиолетовый; ВЧ — высокочастотный; СВЧ — сверхвысокочастотный; УЗИ — ультразвуковое исследование; МРТ — магнитно-резонансная томография; ДВ МРТ — диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография; МРС — магнитно-резонансная спектроскопия; ЭПР — электронный парамагнитный резонанс; ОФЭТ — однофотонная эмиссионная томография; КТ (РКТ) — компьютерная томография (рентгеновская компьютерная томография); ПЭТ — позитронная эмиссионная томография; РИА — радиоиммунологический анализ; МСКТ — мультисрезовая компьютерная томография; ЭЛТ — электронно-лучевая компьютерная томография.

Требования к электронным файлам иллюстраций и видеороликам

Качество всех графических материалов должно соответствовать статусу научной статьи: все иллюстрации должны быть информативными, четкими, контрастными, высокого качества. Иллюстрации, ранее размещенные в Word, становятся непригодными для воспроизведения в верстке материалов.

Графики, диаграммы, векторные иллюстрации принимаются в исходных векторных форматах или EPS.

Растровые иллюстрации — в исходных форматах JPEG, TIFF без предварительного использования в программах с автоматическим сжатием.

Видеоролики диагностических исследований в форматах AVI, MPEG, MOV размером до 250 Мб.

БЛОК 4 — список литературы, в котором русскоязычные ссылки даются на русском языке, зарубежные — на языке оригинала. Литература в списке должна быть расположена в алфавитном порядке, причем сначала издания на русском языке, затем — на иностранных языках (и тоже по алфавиту). Все работы одного автора нужно указывать по возрастанию годов издания. В тексте ссылки приводятся в квадратных скобках. В оригинальных статьях рекомендуется использовать не более 15 литературных источников за последние 5 лет. В научных обзорах рекомендуется использовать не более 20 источников, в кратких сообщениях и описании клинических наблюдений — не более 5. Автор несет ответственность за правильность данных, приведенных в пристатейном списке литературы. Ссылки, оформленные с нарушением правил, будут удалены из списка литературы.

БЛОК 5 — список литературы под заголовком References должен повторять в своей последовательности список литературы блока 4 независимо от того, имеются или нет в нем иностранные источники. Если в списке есть ссылки на иностранные

публикации, они полностью повторяются в списке, готовящемся в романском алфавите и оформляются следующим образом: все авторы (транслитерация), перевод названия статьи на английский язык (название источника может содержать транслитерацию, если источник не имеет адекватного английского названия, содержит неперебиваемые на английский язык наименование приборов, фирм-производителей и т. п.), выходные данные с обозначениями на английском языке либо только цифровые данные.

Весь материал статей, лекций, обзоров литературы, кратких сообщений и описаний клинических случаев должен даваться в одном файле, включающем:

- заголовок (на русском и английском языках);
- фамилию и инициалы автора (-ов) (представленных кириллицей и транслитерированные);
- полное название организации (с указанием формы собственности, ведомственной принадлежности), ее адрес (с указанием индекса) — данные об аффилировании (на русском и английском языках);
- реферат (авторское резюме) и ключевые слова (на русском и английском языках);
- текст (на русском языке), по ходу которого расположен после ссылок в круглых скобках (табл. или рис.) иллюстративный материал в качестве превью: таблицы (вертикальные); рисунки и лучевые изображения (в формате растровой графики); диаграммы, схемы, графики (в формате векторной графики), — все должно быть на своих местах. Все графические иллюстрации, помимо расположения в текстовом файле статьи в качестве превью, предоставляются в виде отдельных файлов-исходников;
- выводы или заключение (на русском языке);
- список литературы (на русском языке);
- references (на английском языке с транслитерированными фамилиями и инициалами отечественных авторов).

На отдельной странице указываются дополнительные сведения о каждом авторе, необходимые для обработки журнала в Российском индексе научного цитирования, а также указание о вкладе автора в работу:

Фамилия и инициалы полностью, ученая степень, ученое звание, место работы, должность (развернуто, с полным представлением всех наименований на русском языке).

Адрес с индексом (на русском языке).

Тел. с кодом.

Эл. почта.

ORCID.

Вклад автора.

Ниже представляются те же данные на английском языке и с применением транслитерации:

Фамилия и инициалы полностью (транслитерация по системе BGN (Board of Geographic Names), см. сайт <http://www.translit.ru>), ученая степень, ученое звание, место работы, должность (развернуто, с полным представлением всех наименований на английском языке).

Адрес с индексом (на английском языке).

Тел. с кодом.

E-mail.

ORCID.

Author's contribution.

Пример:

Иванова Анна Ивановна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Адрес: 130000, г. Смоленск, Красный проспект, 52.

Телефон: +7 (915) 911-11-11. Электронная почта: 000asdiv@mail.ru

ORCID.org/0000-0501-6547-5555

Вклад автора: утверждение окончательного варианта публикации — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Anna I. Ivanova, Ph. D. Med., Associate Professor of Department of Radiology of Smolensk State Medical University, Ministry of Healthcare of Russia.

Address: 52, Krasny Prospekt, Smolensk, 130000, Russia.

Phone number: +7 (915) 911-11-11. E-mail: 000asiv@mail.ru

ORCID.org/0000-0501-6547-5555

Author's contribution: approval of the final version of the publication — taking responsibility for all aspects of the work, the integrity of all parts of the article and its final version.

Комментарии к новым правилам

Заглавия статей на английском языке должны быть информативными, не могут содержать сокращений и транслитераций, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные наименования. Транслитерация русскоязычного текста часто проводится по различным правилам, что ведет к потере информации в аналитических системах. При анализе словаря российских авторов в SCOPUS наиболее распространенной и корректной считается система BGN (Board of Geographic Names) (табл.).

Наиболее распространенные варианты транслитерации

Простая система		Система библиотеки Конгресса США		Система Board of Geographic Names (BGN)		Система Госдепартамента США	
Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.
А	A	А	A	А	A	А	A
Б	B	Б	B	Б	B	Б	B
В	V	В	V	В	V	В	V
Г	G	Г	G	Г	G	Г	G
Д	D	Д	D	Д	D	Д	D
Е	E	Е	E	Е	E, YE	Е	E, YE
Ё	E	Ё	E	Ё	E, YE	Ё	E, YE
Ж	ZH	Ж	ZH	Ж	ZH	Ж	ZH
З	Z	З	Z	З	Z	З	Z
И	I	И	I	И	I	И	I

Простая система		Система библиотеки Конгресса США		Система Board of Geographic Names (BGN)		Система Госдепартамента США	
Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.	Буква	Транслит.
Й	Y	Й	I	Й	I	Й	I
К	K	К	K	К	K	К	K
Л	L	Л	L	Л	L	Л	L
М	M	М	M	М	M	М	M
Н	N	Н	N	Н	N	Н	N
О	O	О	O	О	O	О	O
П	P	П	P	П	P	П	P
Р	R	Р	R	Р	R	Р	R
С	S	С	S	С	S	С	S
Т	T	Т	T	Т	T	Т	T
У	U	У	U	У	U	У	U
Ф	F	Ф	F	Ф	F	Ф	F
Х	KH	Х	KH	Х	KH	Х	KH
Ц	TS	Ц	TS	Ц	TS	Ц	TS
Ч	CH	Ч	CH	Ч	CH	Ч	CH
Ш	SH	Ш	SH	Ш	SH	Ш	SH
Щ	SCH	Щ	SHCH	Щ	SHCH	Щ	SHCH
Ъ	опускается	Ъ	"	Ъ	"	Ъ	опускается
Ы	Y	Ы	Y	Ы	Y	Ы	Y
Ь	опускается	Ь	‘	Ь	‘	Ь	опускается
Э	E	Э	E	Э	E	Э	E
Ю	YU	Ю	IY	Ю	YU	Ю	YU
Я	YA	Я	IA	Я	YA	Я	YA

Реферат

Реферат (авторское резюме) и ключевые слова на английском языке в русско-язычном издании являются для иностранных ученых и специалистов практически единственным источником информации о содержании статьи и изложенных в ней результатах исследований.

Текст реферата (авторского резюме) должен быть:

- компактным, лаконичным и четким (объемом от 150 до 250 слов), информативным (необходимо избегать применения общих слов, предоставления второстепенной информации, описания общеизвестных фактов);
- оригинальным, содержательным, включать описание предмета и цели работы, материалов и методов ее проведения, результатов и области применения. Необходимо следовать логике описания научных данных в тексте публикации, кратко представить выводы. Недопустимо проводить в реферате аналитический обзор литературных источников, данных, полученных в ходе других ис-

следований, что не несет смысловой нагрузки в плане представления ценности научной и практической составляющей рассматриваемой работы для зарубежных читателей;

- «англоязычным» (текст должен быть написан на грамотном английском языке, использование интернет-переводчиков недопустимо, в результате их применения текст выглядит несогласованным, искаженным, без смысла, со значительной потерей информативности).

Пристатейный список литературы

Данный этап работы (оформление библиографической части рукописи) включает:

- использование цитат и ссылок из современных литературных источников (давность издания которых не превышает 5 лет) с приведением фамилий и инициалов всех авторов (что позволяет исключить потерю индексации авторов и снижение уровня цитирования их работ), выделяя их шрифтом, например курсивом;
- оформление списка литературы с применением правил, предусмотренных действующими ГОСТ (7.82–2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления»; 7.1–2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления»; 7.0.5–2008 «Библиографическая ссылка»). Ссылки на литературные источники в списке располагают в алфавитном порядке по фамилии первого автора, сначала приводятся издания на русском языке, затем — на иностранных. Работы одного автора указываются по возрастанию годов издания. В тексте ссылки на номера источников даются в квадратных скобках.

Примеры для книг в списке

Зуев А. А. Заглавие (обязательно полное). 5-е изд., испр. и доп. М.: Наука, 2009. 99 с.

Ferguson-Smith V. A. The indications for screening for fetal chromosomal aberration. prenatal diagnosis inserm. Ed. by Boue A. Paris, 1976. P. 81–94.

Примеры для диссертаций и авторефератов в списке

Натанов Я. М. Название диссертации: Дис. ... канд. (докт.) мед. наук. М.: Название учреждения, 2008. 108 с.

Натанов Я. М. Название диссертации: Автореф. дис. ... канд. (докт.) мед. наук. М.: Название учреждения, 2008. 20 с.

Примеры для статей в списке

Горюнов Н. Л. Название статьи // Название журнала (сокращенное и без кавычек). 1989. Т. 66. № 9. С. 99–102.

Nicolaidis K. N. Screening for fetal chromosomal abnormalities need to change the rules. Ultrasound Obstet. Gynecol. 1994. V. 4. No. 3. P. 353–355.

Примеры для авторских свидетельств в списке

Симонов Ю. М., Суворов Н. В. Название: А. С. 163514 СССР // Б. И. 1986. № 16. С. 44.

После формирования Списка литературы на русском языке его представляют на английском языке под заголовком References. Если в списке есть ссылки на иностранные публикации, они должны полностью повторяться и в русско-, и в англоязычных вариантах.

Ссылки на отечественные источники должны быть обработаны:

- в программе BGN (Board of Geographic Names), представленной на сайте <http://www.translit.ru>, обрабатываем весь текст библиографической ссылки;
- копируем транслитерированный текст в References;
- преобразуем транслитерированную ссылку: оставляем транслитерированные фамилии и инициалы авторов;
- убираем транслитерацию заглавия литературного источника, заменяя его на переводное название, на английском языке — парафраз (допустимо сохранение в нем транслитерированных названий, если невозможно провести англоязычный перевод собственных наименований);
- далее приводятся выходные данные с использованием символов и сокращений, предусмотренных англоязычными изданиями и БД SCOPUS (на сайте издательства Emerald даны достаточно подробные рекомендации по составлению пристатейных списков литературы по стандарту Harvard (Harvard reference system) практически для всех видов публикаций. Из текста ссылки необходимо убрать знаки, которые отсутствуют в БД SCOPUS, например: «//», «—», знак «№» заменяем на англоязычное сокращение No., обозначение страниц даем в виде сокращения слова page — p. или P. Обязательно пишем на английском языке полное место издания и транслитерацию названия издательства, через запятую год (например, Moscow: Meditsina, 2009)
- в конце ссылки в круглых скобках указывается страна (in Russian).

Пример преобразования библиографической ссылки для References

Выделяем и копируем всю библиографическую ссылку:

Кочукова Е. В., Павлова О. В., Рафтопуло Ю. Б. Система экспертных оценок в информационном обеспечении ученых // Информационное обеспечение науки. Новые технологии: Сб. науч. тр. М.: Научный мир, 2009. С.190–199.

Вставляем копию ссылки в программу для транслитерации, получаем: *Kochukova E. V., Pavlova O. V., Raftopulo Yu. B.* Sistema ekspertnykh otsenok v informatsionnom obespechenii uchenykh // Informatsionnoe obespechenie nauki. Novye tekhnologii: Sb. nauch. tr. M.: Nauchnyi mir, 2009. S.190–199.

Преобразуем транслитерированную ссылку: фамилии и инициалы выделяем курсивом, убираем транслитерацию заглавия тезисов; убираем специальные разделители между полями (//); заменяем заглавие статьи на парафраз; пишем на английском языке полное место издания и обозначение страниц (издательство оставляем транслитерированным).

Конечный результат:

Kochukova E.V., Pavlova O. V., Raftopulo Yu. B. Information Support of Science. New Technologies: Collected papers. Moscow: Nauchnyi Mir, 2009. P. 190–199 (in Russian).

Оформление таблиц

- 1) Начинается со ссылки в тексте — именно так, сокращенный вариант — табл. 1.
- 2) Далее пишем слово Таблица 1 (выравниваем по правому краю таблицы, даем разреженным шрифтом в 3 пункта), ставим порядковый номер без знака №.

- 3) Следующая строка — формулируем название таблицы (должно быть всегда), выделяем жирным шрифтом, выравниваем по центру.
- 4) Делаем шапку таблицы, обозначив название всех граф с единицами измерений, текст шапки выделяем жирным шрифтом, выравниваем по центру.
- 5) Далее текст таблицы — название строк (выравниваем по левому краю), содержимое граф — по центру.

Образец оформления таблиц

Результаты МР-стадирования в сопоставлении с патоморфологической стадией РТМ представлены в табл. 1.

Таблица 1

Название таблицы

Заголовок столбца	Заголовок столбца	Заголовок столбца
Данные	Данные	Данные
Данные	Данные	Данные

Если во всей статье всего одна таблица, то в ссылке в тексте ей не присваивается никакой номер и далее при ее оформлении опускается пункт 2).