

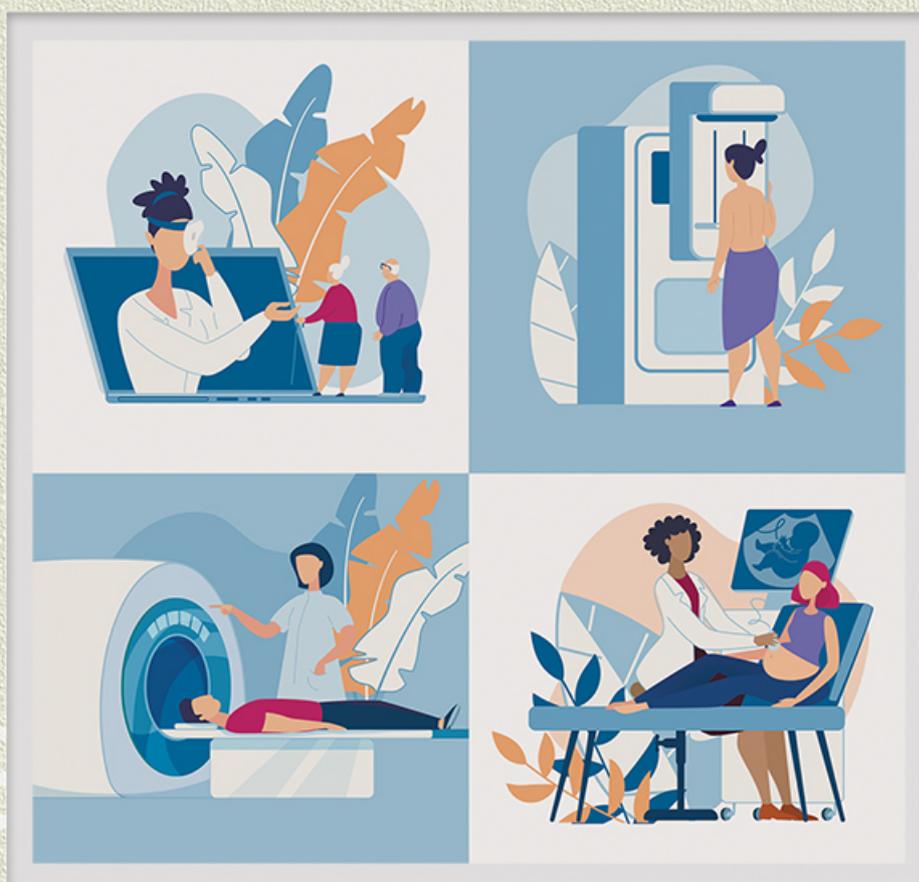
ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики»

# РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА

Научно-практический журнал для работников медицинской радиологической службы России

RADIOLOGY – PRACTICE

№ 4 2024



Научный рецензируемый журнал / Scientific Peer-reviewed Journal

**РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА / RADIOLOGY – PRACTICE****№ 4, 2024****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, dosimetricians, 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](mailto:info@radp.ru)

+7 (495) 980-52-38

## 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 НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**Vasil'ev Alexandr Yur'evich**, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).

<https://orcid.org/0000-0002-0635-4438>

[Scopus](#)

### Ответственный секретарь / Executive secretary

**Петрова Екатерина Борисовна**, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО, доцент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский университет» Минздрава России (г. Нижний Новгород), врач ультразвуковой диагностики поликлиники № 5 Приволжского окружного медицинского центра ФМБА России (г. Нижний Новгород), врач ультразвуковой диагностики Городского кардиологического диспансера и ревматологического центра ГБУЗ НО ГКБ № 5 г. Нижнего Новгорода.

**Petrova Ekaterina Borisovna**, M. D. Med., Associate Professor. Associate Professor of the Department of Radiology Faculty of Doctors Advanced Training, Associate Professor of the Department of Endocrinology and Internal Diseases of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Health of Russian Federation. NizhnyNovgorod. Specialist in ultrasound diagnostics at FBUZ «Privolzhsky District Medical Center» FMBA of Russia and City Cardiology Dispensary and Rheumatology Center (Hospital No 5), Nizhny Novgorod, Russia.

<https://orcid.org/0000-0002-2829-515X>; <https://orcid.org/0009-0001-2849-1185>

[Scopus](#)

### Члены редколлегии / Editorial Board Members

**Блинов Николай Николаевич**, доктор технических наук, директор НΠΑО «АМИКО», профессор кафедры медицинской физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"», профессор кафедры лучевой диагностики НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**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, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).

<https://orcid.org/0000-0002-0385-3864>

**Дергилев Александр Петрович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

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

<https://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.

<https://orcid.org/0000-0002-0516-3613>

[Scopus](#)

**Капустин Владимир Викторович**, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры лучевой диагностики НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**Kapustin Vladimir Viktorovich**, M. D. Med., Associated Professor, Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).

<https://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.

<https://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.

<https://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 НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**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, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).

<https://orcid.org/0000-0002-2381-4213>

[Scopus](#)

**Лежнев Дмитрий Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заведующий кафедрой лучевой диагностики НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**Lezhnev Dmitry Anatol'evich**, M. D. Med., Honored Scientist of the Russian Federation, Head of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).

<https://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.

<https://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

**Ольхова Елена Борисовна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, заведующая отделением ультразвуковой диагностики ГБУЗ «ДГКБ св. Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы».

**Oikhova Elena Borisovna**, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow of Healthcare Department, Moscow, Russia.  
<https://orcid.org/0000-0003-3757-8001>

**Петрова Екатерина Борисовна**, доктор медицинских наук, доцент, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО, доцент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский университет» Минздрава России (г. Нижний Новгород), врач ультразвуковой диагностики поликлиники № 5 Приволжского окружного медицинского центра ФМБА России (г. Нижний Новгород), врач ультразвуковой диагностики Городского кардиологического диспансера и ревматологического центра ГБУЗ НО ГКБ № 5 г. Нижнего Новгорода.

**Petrova Ekaterina Borisovna**, M. D. Med., Associate Professor. Associate Professor of the Department of Radiology Faculty of Doctors Advanced Training, Associate Professor of the Department of Endocrinology and Internal Diseases of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» Ministry of Health of Russian Federation. NizhnyNovgorod. Specialist in ultrasound diagnostics at FBUZ «Privolzhsky District Medical Center» FMBA of Russia and City Cardiology Dispensary and Rheumatology Center (Hospital No 5), Nizhny Novgorod, Russia.  
<https://orcid.org/0000-0002-2829-515X>; <https://orcid.org/0009-0001-2849-1185>

[Scopus](#)

**Петровская Виктория Васильевна**, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

**Petrovskaya Victoriya Vasil'yevna**, M. D. Med., Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (Moscow).  
<https://orcid.org/0000-0001-8298-9913>

[Scopus](#)

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

**Pronin Igor' Nikolaevich**, M. D. Med., Academician the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Scientific Work, Head of Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods, N. N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Ministry of Healthcare of Russia.  
<https://orcid.org/0000-0002-4480-0275>

## СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

Обращение главного редактора / Message from the Editor in Chief ..... 8

### ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ ORIGINAL RESEARCH

**Отдельные аспекты лучевой диагностики осложнений  
пластических операций на молочной железе (обзор литературы  
с собственными наблюдениями)**

Наталья Валерьевна Климова, Алексей Александрович Кузнецов

**Selected Aspects of Radiation Diagnostics of Complications of Breast  
Plastic Surgery (Literature Review with Own Observations)**

Natal'ya V. Klimova, Aleksey A. Kuznetsov ..... 9

**Лучевая семиотика генетических форм медуллобластом у детей**

Галина Викторовна Терещенко, Александр Евгеньевич Друй,  
Людмила Ивановна Папуша, Игорь Николаевич Пронин

**Radiation Semiotics of Genetic Forms of Medulloblastomas**

Galina V. Tereshchenko, Alexander E. Druy,  
Lyudmila I. Papusha, Igor N. Pronin ..... 22

**Прогностическая значимость диффузионно-взвешенных  
изображений и ASL-перфузии почек в оценке прогрессирования  
хронической почечной недостаточности**

Юлия Юрьевна Шкуратова, Татьяна Геннадьевна Морозова,  
Татьяна Давыдовна Гельт

**Prognostic Significance of Diffusion-Weighted Imaging  
and ASL-Perfusion in Evaluation the Progression  
of Chronic Kidney Disease**

Yuliya Yu. Shkuratova, Tat'jana G. Morozova, Tat'jana D. Gel't ..... 41

### КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS

**Магнитные инородные тела желудочно-кишечного тракта у детей.  
Клинические наблюдения**

Елена Борисовна Ольхова, Кристина Алексеевна Щедрина

**Magnetic Foreign Bodies of the Gastrointestinal Tract in a Child.  
Clinical Observations**

Elena B. Olkhova, Kristina A. Shchedrina ..... 56

**Опыт применения дополнительной субмиллиметровой импульсной  
последовательности 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ диагностике**

<b>полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы на уровне плечевого сустава (клиническое наблюдение)</b> Александр Петрович Иванков, Павел Владимирович Селиверстов, Дарья Васильевна Меньшова	
<b>Experience of Using of the Additional Submillimeter Mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in MRI of Complete and Partial Tears of the Shoulder Supraspinatus Tendon (Clinical Case)</b> Aleksandr P. Ivankov, Pavel V. Seliverstov, Darya V. Menshova.....	67
<b>Комплексный подход в оценке результатов косметологических процедур с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии (клиническое наблюдение)</b> Игорь Николаевич Бондаренко, Индира Фермановна Джубуева, Саида Анварбековна Магомедова, Александр Юрьевич Васильев	
<b>Integrated Approach in Evaluating the Results of Cosmetic Procedures Using Ultrasonography and Magnetic Resonance Tomography (Clinical Study)</b> Igor N. Bondarenko, Indira F. Dzhubueva, Saida A. Magomedova, Aleksandr Yu. Vasil'ev .....	79
<b>НАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИЯ, ХРОНИКА, ОБЪЯВЛЕНИЯ SCIENTIFIC INFORMATION, CHRONICLE, ADS</b>	
<b>Некролог в память об Алле Григорьевне Васильевой</b> Obituary in Memory of Alla G. Vasilyeva .....	89
<b>Некролог в память о Григории Григорьевиче Кармазановском</b> Obituary in Memory of Grigory G. Karmazanovsky .....	90
<b>Отчет о проведении I Балтийского форума по лучевой диагностике «Янтарная весна», г. Калининград</b> Report on the First Baltic Forum on Radiation Diagnostics «Amber Spring», Kaliningrad.....	92
<b>Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики в кардиологии», г. Нижний Новгород</b> Report on the Scientific and Practical Conference «Topical Issues of Radiology in Cardiology», Nizhny Novgorod .....	97
<b>Объявление о тематике готовящихся выпусков № 6, 2024 и № 1, 2025</b> Announcement of the Topic of Upcoming Issues No. 6, 2024 and No. 1, 2025 .....	102
<b>Поздравление с юбилеем Николая Николаевича Блинова</b> Congratulations on Jubilee Nikolai N. Blinov .....	103
<b>Правила подачи и оформления статей в электронный журнал «Радиология – практика»</b> Rules for Submitting and Formatting Articles to an Electronic Journal «Radiology – Practice» .....	105



## Дорогие коллеги!

Наша жизнь очень динамична и требует быстрой реакции на события.

Продолжаем обсуждать или высказывать свое мнение о дальнейшем развитии нашей специальности. В спешном порядке начали формировать клинические рекомендации по всем специальностям, которые должны быть закончены к началу следующего года. В нашей специальности нет клинических рекомендаций, и можно с уверенностью сказать, что в новых клинрекомендациях мы столкнемся с неверными показаниями к лучевым исследованиям, граничащими с откровенной глупостью. Не избежать нам назначений «узи всего тела» или «МРТ всего тела», которые пропишут в клинических рекомендациях, а нам придется их строго исполнять. Давайте задумаемся над этим. Может, получится профессиональным сообществом высказать свое мнение хотя бы по основным рекомендациям. И еще, по-прежнему нет документа по временным нормам исследований. Сколько смотреть в день (за смену) — 100, 200 или 1000 человек. Много лет одно и то же, то сваливаем все на Минздрав, то на НИИ организации здравоохранения, а мы продолжаем топтаться на месте.

Несколько слов о необходимости быстрой реакции на инновации. Конечно же, появляются новые методики исследования, и за последние годы таких немало. Однако в тариф ОМС они не включены, а значит, не оплачиваются лечебным учреждениям. К сожалению, отсутствует механизм быстрого принятия решения по включению методик в программы ОМС. Возьмите томосинтез, уже больше 300 аппаратов по стране, а лечебные учреждения его полноценно применять не могут, нет в тарифах.

Так и живем.

Из грустного. Не стало профессора Амосова Виктора Ивановича, нашего большого друга, прекрасного, доброго и светлого человека. Горькая и невозполнимая утрата. Светлая ему память.

В заключение еще раз хочу напомнить о 6-м номере, в котором будут представлены работы молодых ученых и их научных руководителей.

Желаю всем нашим читателям хорошего летнего отдыха!

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



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья  
УДК 616–006.04  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-9-21>

# Отдельные аспекты лучевой диагностики осложнений пластических операций на молочной железе (обзор литературы с собственными наблюдениями)

Наталья Валерьевна Климова<sup>1</sup>, Алексей Александрович Кузнецов<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия

<sup>1,2</sup> БУ «Сургутская окружная клиническая больница», Сургут, Россия

<sup>1</sup> [nvklim2011@yandex.ru](mailto:nvklim2011@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

<sup>2</sup> [alesha1974@inbox.ru](mailto:alesha1974@inbox.ru), <https://orcid.org/0000-0003-4780-7146>

Автор, ответственный за переписку: Алексей Александрович Кузнецов,  
[alesha1974@inbox.ru](mailto:alesha1974@inbox.ru)

### Аннотация

**Цель.** Продемонстрировать возможности лучевого обследования поздних осложнений некоторых видов косметических операций на молочной железе.

**Материалы и методы.** На ряде клинических примеров продемонстрированы отдельные виды поздних осложнений эстетических хирургических вмешательств на молочной железе.

**Заключение.** Предоперационное обследование целесообразно осуществлять в специализированном лечебно-диагностическом учреждении с соблюдением всех канонов ранней диагностики рака молочных желез (РМЖ). Случаи пропусков РМЖ на пред-, послеоперационных этапах эстетической хирургии требуют дальнейшего исследования.

**Ключевые слова:** лучевая диагностика, маммография, МР-маммография, молочная железа, эстетическая хирургия, осложнения

**Для цитирования:** Климова Н. В., Кузнецов А. А. Лучевая диагностика осложнений пластических операций на молочной железе (обзор литературы с собственными наблюдениями) // Радиология — практика. 2024;4:9-21. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-9-21>

### Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

© Климова Н. В., Кузнецов А. А., 2024

### Конфликт интересов

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).

### Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## ORIGINAL RESEARCH

Original research

# Selected Aspects of Radiation Diagnostics of Complications of Breast Plastic Surgery (Literature Review with Own Observations)

Natal'ya V. Klimova<sup>1</sup>, Aleksey A. Kuznetsov<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Surgut State University, Surgut, Russia

<sup>1,2</sup> Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia

<sup>1</sup> nvklim2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

<sup>2</sup> alesha1974@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4780-7146>

Corresponding author: Aleksey A. Kuznetsov, [alesha1974@inbox.ru](mailto:alesha1974@inbox.ru)

### Abstract

**Aim.** To demonstrate the possibilities of radiation examination of late complications of some types of cosmetic breast surgery.

**Materials and methods.** A few clinical examples demonstrate certain types of late complications of aesthetic breast surgery.

**Conclusion.** It is advisable to carry out a preoperative examination in a specialized medical and diagnostic institution in compliance with all the canons of early diagnosis of breast cancer. Cases of breast cancer omissions at the pre- and postoperative stages of aesthetic surgery require further investigation.

**Keywords:** Radiological Diagnostics, Mammography, MR mammography, Breast, Aesthetic Surgery, Complications

**For citation:** Klimova N. V., Kuznetsov A. A. Selected Aspects of Radiation Diagnostics of Complications of Breast Plastic Surgery (Literature Review with Own Observations). *Radio-logy – Practice*. 2024;4:9-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-9-21>

### Funding

The study was not funded by any sources.

### Conflicts of Interest

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).

### Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## Введение

Пластическая хирургия является очень востребованным методом коррекции косметических недостатков. По данным международного общества эстетической и пластической хирургии, в 2020 г. наибольшее число операций проводилось на лице — 56 %. Молочная железа (МЖ) подвергалась оперативным вмешательствам в 23 % случаев. Увеличение МЖ составило 55 % всех вмешательств, подтяжка — 23 % операций, уменьшение МЖ — 12 %, а удаление имплантов — 6 % [1]. В сравнении с другими странами в России пластических операций на МЖ выполнялось существенно меньше, всего 109 530, в то время как в Германии за 2020 г. их было выполнено 136 718, а в США — 596 896 [1]. Медицинская помощь в данном случае оказывалась не для лечения пациента, а для улучшения эстетического вида МЖ. Показаниями к оперативной коррекции МЖ являются: малые размеры, гигантомастия, врожденные и приобретенные асимметрии, мастоптоз в результате возрастных изменений и лактации. Значительно реже поводом для хирургического лечения могут стать добавочные МЖ (полимастия). Традиционным методом увеличения МЖ является применение силиконовых имплантов. Считается, что этот способ имеет хороший косметический эффект, который сохраняется достаточно долго, а также имеет низкий

риск послеоперационной асимметрии и инфекционных осложнений. Современные импланты обладают хорошим качеством, а их производители гарантируют отсутствие аллергических реакций и крайне малую вероятность их произвольного разрыва. Липофилинг — еще одна из разновидностей коррекции МЖ с помощью пересадки собственной жировой ткани. Несомненными достоинствами процедуры липофилинга являются минимальный травматизм (за счет малой инвазии), отсутствие имплантации инородных тел с возможным риском последующего отторжения. Однако при трансплантации больших объемов жировой ткани существует вероятность ее неравномерного распределения в МЖ, что не может не отразиться на внешнем виде органа [11, 14]. В случае наличия у пациентки птозированных МЖ проводится их подтяжка (мамопексия, мастопексия), приподнимается сосково-ареолярный комплекс и резецируется избыток кожи с жировой клетчаткой. Применяются разные хирургические доступы: периареолярный, вертикальный и якорный. Нередко мастопексию сочетают с единомоментным эндопротезированием. Редукционная маммопластика (уменьшение МЖ) по своей сути мало отличается от мастопексии. При выполнении всех этих оперативных вмешательств могут возникнуть осложнения, которые подразделяются

на ранние и поздние. Ранние осложнения появляются в первые дни после вмешательства (от 1 до 5 сут), а поздние (отдаленные) возникают через месяцы и даже годы после операции [5]. Ранние осложнения редко требуют повторных хирургических операций и хорошо поддаются консервативному лечению. К ним относятся гематомы, серомы, боль в МЖ. Инфекционные осложнения могут потребовать хирургического лечения и антибактериальной терапии. Поздние осложнения, такие как снижение и утрата чувствительности, разрешаются через несколько месяцев после операции. Смещение импланта, рубцевание, разрывы импланта (внутрикапсульные и экстракапсульные), капсульная контрактура, кальцинация вокруг импланта зачастую требуют хирургических вмешательств [7]. Литературных источников, посвященных осложнениям пластических операций на молочной железе, немного. Глубокое исследование было проведено итальянскими учеными в 2017 г. (M. D. Nava et al.), в нем представлены современные данные об этиопатогенезе осложнений при эстетических операциях на МЖ, предложены основные правила для уменьшения количества осложнений и повторных вмешательств, тем самым улучшая долгосрочные результаты и удовлетворенность пациенток [15]. Шумакова Т. А., Савелло В. Е. и соавт. (2023) предложили собственную оригинальную классификацию осложнений после увеличения МЖ силиконовыми имплантами. Авторы выделили три группы осложнений эндопротезирования в зависимости от этиологии и патогенеза их возникновения. Первая группа — осложнения, возникшие вследствие нарушения методики операции (ошибки хирурга): отек молочной железы, серома, гематома, капсулит, нагноение, повреждение млечных протоков. Вторая группа включает реактивные осложнения, развившиеся в ответ на внедрение инородного

тела (силиконового импланта): фиброзно-капсулярная контрактура, констриктивный фиброз и обызвествление перипротезной капсулы, силикогранулемы, силиконовая лимфоаденопатия. Третья группа состоит из специфических для силиконовых имплантов осложнений: разрыв и имплант-ассоциированная лимфома [8, 9].

До сих пор нет единого мнения относительно выбора оптимального метода лучевого обследования пациенток до и после реконструктивных и эстетических операций. Изменения ткани МЖ, которые связаны с оперативным вмешательством, вызывают трудности интерпретации маммографических и ультразвуковых изображений. Существует ряд потенциальных проблем, связанных с обследованием женщин после перенесенных эстетических операций на МЖ. По мнению Сьюзан Уильямс, вопрос о проведении маммографии у женщин с грудными имплантами сам по себе является достаточно сложным [6]. Имплант не является прозрачным для рентгеновских лучей, визуализация всей ткани МЖ оказывается невозможной. В Соединенном Королевстве выпущено специальное руководство, посвященное обследованию пациенток с имплантами. В каждом конкретном случае выбирается техника обследования, наиболее подходящая в конкретной ситуации: стандартная техника, техника Эклунда, боковая проекция, тангенциальная проекция [16]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) является наиболее эффективным методом диагностики изменений МЖ с имплантами благодаря высокой разрешающей способности в исследовании мягких тканей и высокой чувствительности [4]. В 2014 г. Шумакова Е. А., Савелло В. Е. показали эффективность лучевых методов исследования в диагностике рака молочной железы после аугментационной маммопластики: маммография — чувствительность 28 %, специфичность

66 %, точность 65 %; ультразвуковое исследование (УЗИ) — чувствительность 71 %, специфичность 85 %, точность 85 %; магнитно-резонансная маммография (МР-маммография) — чувствительность 85 %, специфичность 98 %, точность 98 % [9].

**Цель:** продемонстрировать возможности лучевого обследования поздних осложнений некоторых видов косметических операций на молочной железе.

Приводим несколько примеров поздних осложнений пластических операций на МЖ, которые имеют рентгенологические проявления. Изображения были взяты из маммографического архива, а анамнестические данные получены из амбулаторных карт.

### Клинический пример 1

Пациентка Н., 38 лет, обратилась с жалобами на отек правой МЖ, который развился через неделю после установки силиконовых имплантов МЖ, несколь-

ко уменьшился в течение 6 месяцев, но не разрешился полностью. На маммограммах определялось наличие имплантов обеих МЖ, целостность которых нарушена не была. Отмечалось утолщение кожи правой МЖ (зеленые стрелки) и визуализировались участки грубого фиброобразования ткани органа вокруг импланта (розовые стрелки) (рис. 1). Данных о предоперационном обследовании в амбулаторной карте не было. В большинстве случаев возникший послеоперационный отек МЖ нивелируется в течение 6 месяцев, у данной пациентки этого не произошло. Ей была назначена комплексная рассасывающая терапия и динамическое наблюдение в течение ближайших трех месяцев.

### Клинический пример 2

Пациентка Л., 52 лет, год назад были установлены силиконовые импланты МЖ. На момент осмотра пациентка предъявляла жалобы на неприятные

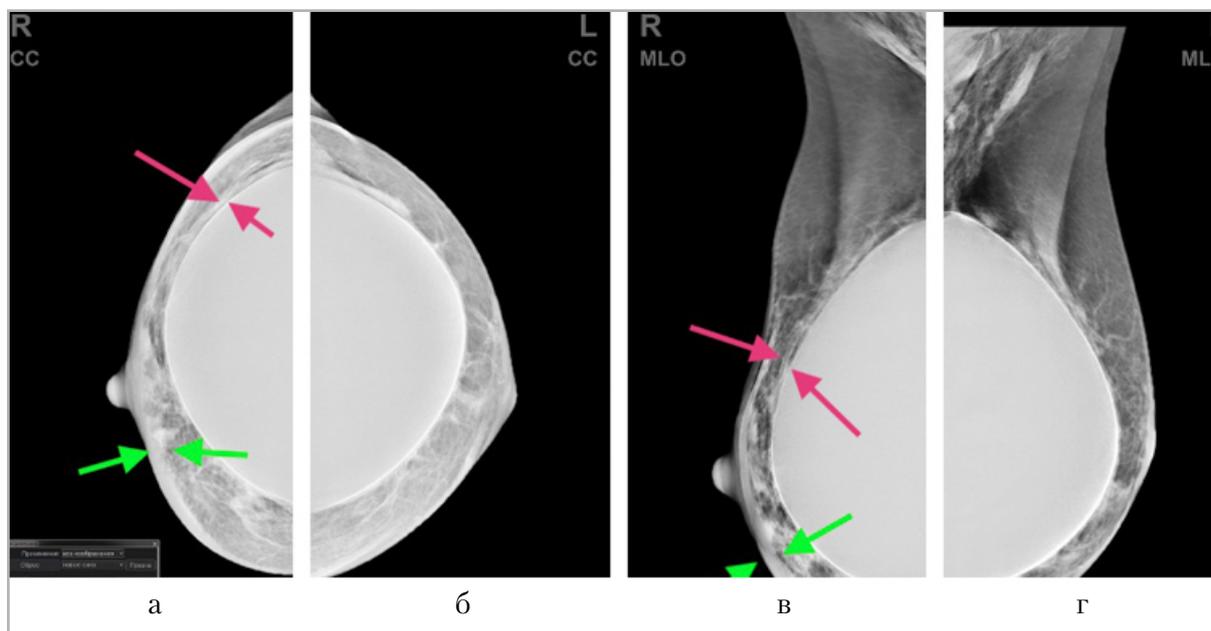


Рис. 1. Рентгенограммы молочных желез: *а* — стандартная прямая проекция правой молочной железы: утолщение кожи (зеленые стрелки) и фиброзные изменения клетчатки (розовые стрелки) вокруг силиконового импланта; *б* — стандартная прямая проекция левой молочной железы, патологических изменений вокруг импланта не отмечается; *в* — стандартная косая проекция правой молочной железы: утолщение кожи (зеленые стрелки) и фиброзные изменения клетчатки (розовые стрелки) вокруг силиконового импланта; *г* — стандартная косая проекция левой молочной железы, патологических изменений вокруг импланта не отмечается

ощущения в МЖ, чувство дискомфорта и повышенную плотность правой МЖ. На маммограммах, выполненных через 1 год после установки имплантов, в правой МЖ отмечается грубое фиброзирование жировой ткани с формированием

капсульной контрактуры (на рисунке обозначены стрелками). Слева фиброзные изменения в ткани МЖ менее выражены (рис. 2). От предложенного оперативного вмешательства для устранения контрактуры пациентка воздержалась.

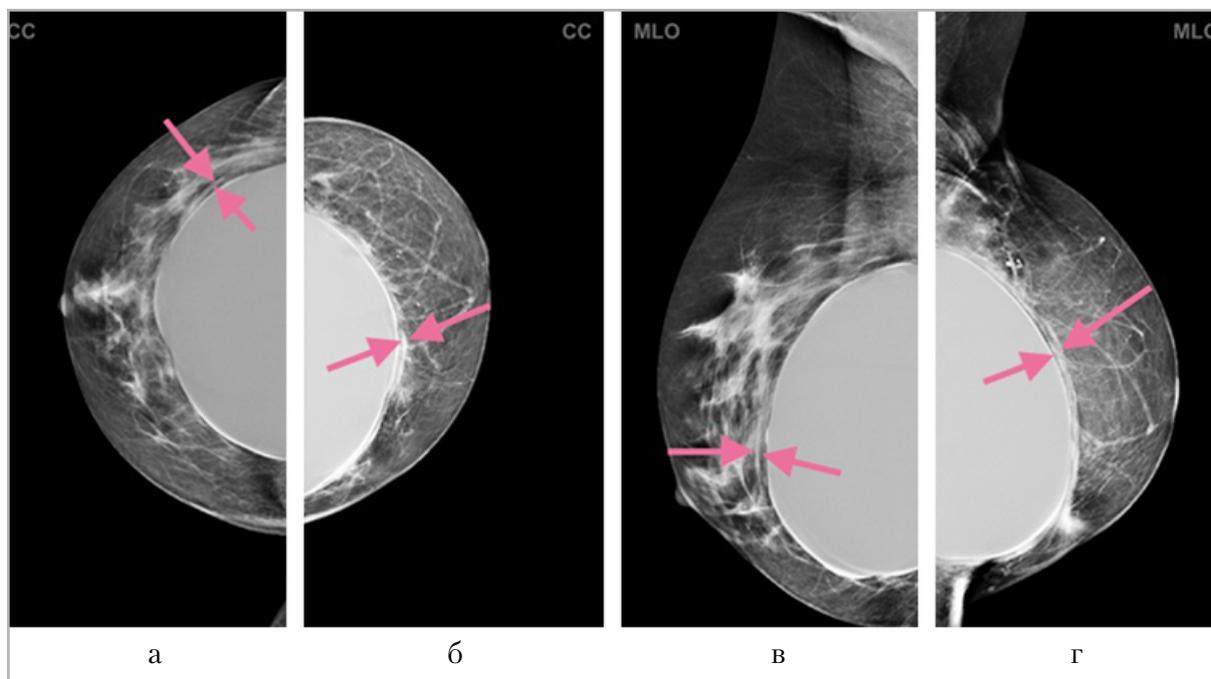


Рис. 2. Рентгенограммы молочных желез: *а* — стандартная прямая проекция правой молочной железы; *б* — стандартная прямая проекция левой молочной железы; стрелками обозначены плотные фиброзные капсулы, окружающие импланты; *в* — стандартная косая проекция правой молочной железы; *г* — стандартная косая проекция левой молочной железы. На снимках *стрелками* обозначены плотные фиброзные капсулы, окружающие импланты

### Клинический пример 3

Пациентка С., 46 лет, обратилась с жалобами на наличие пальпируемых уплотнений в обеих МЖ. Процедура липофилинга была выполнена 3 года назад. В течение последних 6 месяцев появились пальпируемые уплотнения в обеих МЖ. На маммограммах определяются крупные олеогранулемы нижне-внутренних квадрантов обеих МЖ (рис. 3). Выявленные изменения МЖ подлежат динамическому наблюдению, хирургическое лечение не показано.

### Клинический пример 4

Пациентка М., 57 лет. Более 20 лет назад были установлены гелевые им-

планты. Пациентку беспокоило наличие выраженной бугристости МЖ, чувство дискомфорта, неоднократно обследовалась в онкомаммологическом центре, воспалительных осложнений не было. На МРТ-изображениях обе МЖ выполнены множественными разнообразной неправильной формы гелиомами в результате излития геля в структуру тканей органа (рис. 4).

Приведенные примеры демонстрируют поздние осложнения маммопластики, основными проявлениями которых являются косметические дефекты и дискомфорт пациенток. Лучевые методы диагностики (маммография, МРТ) позволяют своевременно диагностиро-

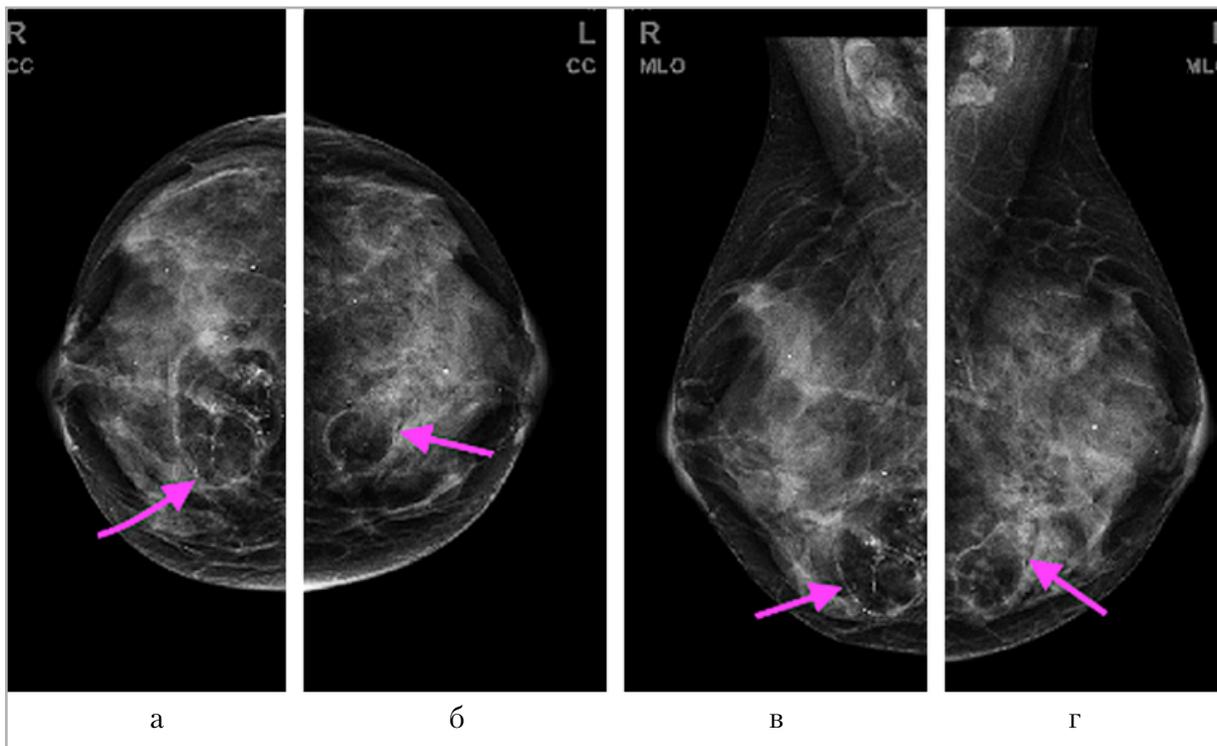


Рис. 3. Рентгенограммы молочных желез: *а* – стандартная прямая проекция правой молочной железы; *б* – стандартная прямая проекция левой молочной железы; *в* – стандартная косая проекция правой молочной железы; *г* – стандартная косая проекция левой молочной железы. На снимках *стрелками* обозначены объемные образования нижне-внутренних квадрантов, состоящие из жировой ткани в виде просветлений неправильной формы с кальцинозом капсул по периферии

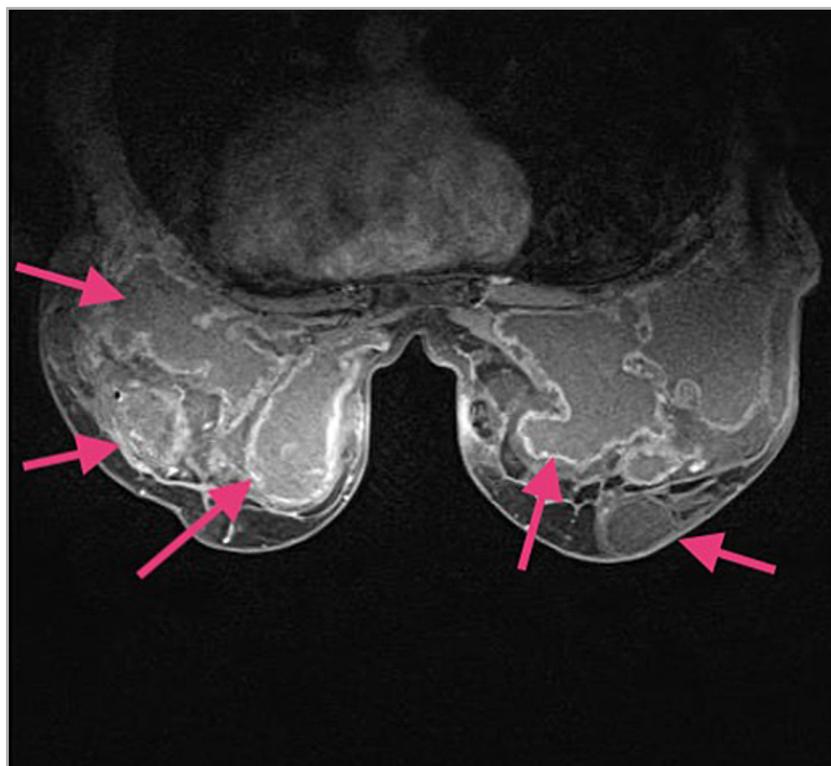


Рис. 4. МР-маммограмма, снимок в аксиальной проекции Т2-ВИ: обе молочные железы субтотально выполнены неправильной формы изоинтенсивными образованиями с толстыми стенками-гелиомами (*обозначены стрелками*)

вать степень выраженности и характер послеоперационных осложнений.

### Клинический пример 5

Пациентка Л., 47 лет, обратилась к онкологу с жалобами на пальпируемое образование в правой подмышечной области. За 6 месяцев до обращения к онкологу в центре эстетической хирургии была выполнена операция по установке силиконовых имплантов МЖ. Документов о выполненном оперативном вмешательстве из центра эстетической хирургии пациентка не предоставила. Известно, что на предоперационном этапе ей была выполнена маммография, протоколы описаний и снимки не сохранились. Со слов пациентки, ткань правой МЖ во время операции была полностью удалена с превентивной целью, так как на маммограммах была выявлена патология. Пункционная биопсия на этапе подготовки к операции не проводилась. На маммограммах в косой проекции, выполненных через 6 месяцев после установки имплантов, видно, что справа ткань правой МЖ отсутствует,

а слева сохранена (рис. 5). Маммограммы в прямой проекции неинформативны. Проведено комплексное обследование. На КТ органов грудной клетки был выявлен конгломерат увеличенных лимфатических узлов в правой подмышечной области. На рис. 6 визуализированы увеличенные, накопившие контрастное вещество лимфоузлы. Морфологически подтверждено наличие метастатического поражения лимфатических узлов при раке МЖ. Комплексная иммуноморфологическая картина: опухолевые клетки E-cadherin+, ER — 8 баллов, PrR — 8 баллов, неопределенный Her2-статус (2+; менее 10% клеток дают яркое равномерное мембранное окрашивание, большинство клеток — умеренное равномерное и/или неполное мембранное окрашивание), индекс метки Ki-67 в среднем 5–7 %. Таким образом, на предоперационном этапе пациентка была обследована ненадлежащим образом, пропущен рак МЖ, оперативное вмешательство проведено, несмотря на противопоказания, а специализированное лечение начато с опозданием.

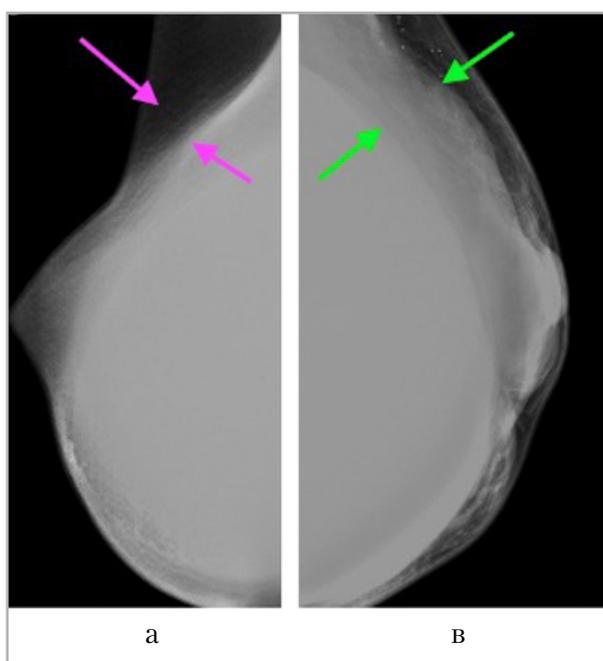


Рис. 5. Рентгенограммы молочных желез в косой проекции: *а* — косая проекция правой молочной железы, железистая ткань отсутствует (*розовые стрелки*); *б* — косая проекция левой молочной железы, железистая ткань сохранена (*зеленые стрелки*)



Рис. 6. КТ-маммограмма в сагиттальной плоскости: в правой подмышечной области конгломерат увеличенных лимфоузлов, интенсивно накапливающий контрастный препарат (стрелки)

## Обсуждение

В 2010 г. Н. И. Рожкова и И. И. Бурдина обращали внимание на то, что, к сожалению, у подавляющего числа пациенток нет документов, содержащих информацию о состоянии МЖ до пластической операции, о виде установленных эндопротезов, хирургической методике, которая была проведена, и т. д. Эти документы должны быть сохранены, так как в последующем они будут основой для оценки динамики состояния МЖ. Эндопротезирование не может исключить возникновение и развитие патологических образований, в том числе и рака. При подготовке к эндопротезированию и после необходим контроль состояния МЖ [2]. Спустя 13 лет после выхода публикации коллег по-прежнему встречаются случаи ненадлежащего отношения на этапах подготовки к эстетическим операциям на МЖ, послеопе-

рационного наблюдения, оформления документации. В регламентирующих документах, в том числе в порядке оказания медицинской помощи по профилю «пластическая хирургия», указано, что перед выполнением пластических операций любой степени сложности в отделении пластической хирургии пациент должен пройти первичное клиническое обследование. Оно включает клинический анализ крови, биохимический профиль, коагулограмму, группу крови, общий анализ мочи, осмотр анестезиолога-реаниматолога. Ввиду специфики вмешательства на МЖ необходимы рентгенография (флюорография) грудной клетки и ультразвуковое исследование (УЗИ) МЖ. В случае отягощенного анамнеза и наличия сопутствующих заболеваний пациент должен пройти полное обследование в соответствии с имеющимся заболеванием и консультацию

специалиста, получив от него заключение об отсутствии противопоказаний к оперативному лечению. После операции рекомендуется: четырехкратный осмотр пластического хирурга и ежегодное УЗИ МЖ. Указаний на комплексное маммологическое обследование нет [3]. Британское общество радиологии молочной железы (BSBR), Ассоциация хирургии МЖ Великобритании и Ирландии (ABS), Британская ассоциация пластических, реконструктивных и эстетических хирургов (BAPRAS) в 2018 г. разработали рекомендации «Визуализация молочной железы для эстетической хирургии» [14]. Это обзор рекомендаций по визуализации МЖ до и после эстетической хирургии, которая включает процедуры имплантации, липомоделирования и маммопластики. На дооперационном этапе все женщины должны пройти полное клиническое обследование. Но если имеются данные семейного анамнеза или другой связанный с этим риск, симптомы заболевания МЖ, требуется освидетельствование в специализированном учреждении. У здоровых женщин рекомендуется маммография обеих МЖ и УЗИ у женщин с высокой маммографической плотностью. После оперативного вмешательства: если во время осмотра возникают подозрения на наличие патологии, рекомендуется обследовать пациентку в специализированном медицинском учреждении полной междисциплинарной бригадой специалистов по МЖ в соответствии с национальными руководствами и рекомендациями.

По данным британских ученых, исследовавших 1400 женщин, перенесших редукционную маммопластику, общий уровень случайных раков составил 0,65 %, все случаи наблюдались у пациенток старше 35 лет [12]. Другое исследование, проведенное в США с участием 595 пациенток после маммопластики, показало, что уровень выявления рака в целом составляет 2,4 %, при этом РМЖ

не обнаружен у пациенток моложе 40 лет [11, 13, 16]. В отечественной публикации Шумаковой Т. А., Савелло В. Е. (2014) в комплексном обследовании 630 женщин в возрасте от 18 до 72 лет после аугментационной маммопластики с 1997 по 2014 г. РМЖ выявили у 7 пациенток (1,1 %), ожидаемый прогноз рака составил 4,6 %. Все авторы отмечают, что для хирургов важна полная информация о состоянии МЖ при рассмотрении вопроса об эстетической хирургии.

## Заключение

Таким образом, предоперационное обследование целесообразно осуществлять в специализированном лечебно-диагностическом учреждении с соблюдением всех канонов ранней диагностики РМЖ. Случаи пропусков РМЖ на пред-, послеоперационных этапах эстетической хирургии требуют дальнейшего исследования.

## Список источников

1. Отчет Международного общества эстетической пластической хирургии. Режим доступа: [https://isaps-global-survey\\_2020.fxum1f.pdf](https://isaps-global-survey_2020.fxum1f.pdf)
2. Рожкова Н. И., Бурдина И. И. Особенности диагностики молочной железы у женщин, перенесших эндопротезирование // Вестник РНЦРР. 2010. № 10. С. 1–7.
3. Сванадзе С. Н. Актуальные вопросы стандартизации вмешательств в пластической хирургии на примере маммопластики // Знание. 2017. № 11–1 (51). С. 24–30.
4. Серебрякова С. В., Труфанов Г. Е., Фокин В. А., Юхно Е. А. Магнитно-резонансная томография с контрастным усилением в дифференциальной диагностике узловых образований // Визуализация в медицине. 2016. № 1. С. 10–21. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-5-82-94>
5. Степанова Ю. А., Шаробаро В. И., Колганова И. П. Лучевая диагностика и

- лечение осложнений инъекционной контурной пластики молочных желез // Хирургия. Журнал им. Н. И. Пирогова. 2016. № 4. С. 59–63. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2016459-63>
6. Уильямс С., Тейлор К., Кэмпбелл С. Основы маммографии / перев. с англ. М.: Издательство Панфилова, 2024. 152 с.
  7. Ходжамуродова Дж. А., Саидов М. С., Ходжамурадов Г. М. Применение силиконовых имплантатов в пластической хирургии молочных желез (обзор литературы) // Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова. 2018. Т. 26, № 1. С. 133–149. <https://doi.org/10.23888/PAVLOVJ2018261133-149>
  8. Шамитова Е. Н., Кашбутдинова А. И. Современные методы диагностики и профилактики рака молочной железы. Международный студенческий научный вестник. 2019. № 2. С. 4.
  9. Шумакова Т. А., Савелло В. Е., Серебрякова С. В., Афанасьева И. С. Классификация осложнений увеличения молочных желез силиконовыми гелевыми имплантатами // Медицинская визуализация. 2023. № 27(1). С. 69–78. <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1196>
  10. Шумакова Т. А., Савелло В. Е. Возможности лучевых методов исследования в диагностике разрывов силиконовых гелевых имплантатов молочных желез // Медицинская визуализация. 2014. № 2. С. 33–47.
  11. Derebaşınlioğlu H., Karaca S. N. The importance of preoperative imaging methods in reduction mammoplasty. *J. Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021; 75(4):1424-1430. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2021.11.073>
  12. Gigli S., Amabile M. I., Di Pastena F., Manganaro L., David E., Monti M., D’Orazi V., Catalano C., Ballesio L. Magnetic resonance imaging after breast oncoplastic surgery: an update. *Breast Care (Basel).* 2017. P. 260–265. <https://doi.org/10.1159/000477896>
  13. Kaoutzanis C., Winocour J., Unger J., Gabriel A., Maxwell P. The Evolution of Breast Implants. *Semin Plast Surg.* 2019;33(4):217-223. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696985>
  14. Lowes S., MacNeill F., Martin L., O’Donoghue J. M., Pennick M. O., Redman A., Wilson R. Breast imaging for aesthetic surgery: British Society of Breast Radiology (BSBR), Association of Breast Surgery Great Britain & Ireland (ABS), British Association of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS). *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2018 Nov;71(11):1521-1531. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.07.004>
  15. Nava M. B., Rancati A., Angrigiani C., Catanuto G., Rocco N. How to prevent complications in breast augmentation. *Gland Surg.* 2017;6(2):210-217. <https://doi.org/10.21037/gS.2017.04.02>
  16. Roy P. G., Yan Z., Nigam S., Maheshwari K. Aesthetic breast surgery: putting in context – a narrative review. *Gland Surg.* 2021 Sep;10(9):2832–2846. <https://doi.org/10.21037/gS-20-892>

## References

1. Report of the International Society of Aesthetic Plastic Surgery [Online]. Available at: [https://isaps-global-survey\\_2020.fxum1f.pdf](https://isaps-global-survey_2020.fxum1f.pdf)
2. Rozhkova N. I., Burdina I. I. Features of breast diagnostics in women who have undergone endoprosthetics. *Vestnik RNCzRR.* 2010;10:1-7. (In Russ.).
3. Svanadze S. N. Current issues of standardization of interventions in plastic surgery using the example of mammoplasty. *Znanie.* 2017;11-1(51):24-30. (In Russ.).
4. Serebryakova S. V., Trufanov G. E., Fokin V. A., Yukhno E. A. Magnetic resonance imaging with contrast enhancement in the differential diagnosis of nodular formations. *Medical Visualization.* 2016; 1:10-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-5-82-94>
5. Stepanova Yu. A., Sharobaro V. I., Kolganova I. P. Radiological diagnosis

- and treatment of complications of injection contour breast reconstruction. Pirogov Russian J. of Surgery. Khirurgiya. Zurnal im. N.I. Pirogova. 2016;(4):59-63. (In Russ.). <https://doi.org/10.17116/hirurgia2016459-63>
6. Uil'yams S., Teylor K., Kempbell S. Osnovy mammografii. Perv. s angl. M.: Izdatel'stvo Panfilova, 2024. 152 p.: il.
  7. Hodzhamurodova Dzh. A., Saidov M. S., Hodzhamuradov G. M. The use of silicone implants in plastic surgery of the mammary glands (literature review). Rossijskij mediko-biologicheskij vestnik im. akademika I. P. Pavlova. 2018;26(1):133-149. (In Russ.). <https://doi.org/1023888/PAVLOVJ20218261133-149>
  8. Shamitova E. N., Kashbutdinova A. I. Modern diagnostic methods and breast cancer prevention. Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik. 2019;2:4. (In Russ.).
  9. Shumakova T. A., Savello V. E., Serebryakova S. V., Afanasieva I. S. Classification of complications of breast augmentation with silicone gel implants. Medical Visualization. 2023;27(1):69-78. (In Russ.). <https://doi.org/10.24835/1607-0763-1196>
  10. Shumakova T. A., Savello V. E. Possibilities of Radiological Research Techniques in Diagnostics of Breast Silicone Gel Implant Rupture. Medical Visualization. 2014;(2):33-47. (In Russ.).
  11. Derebaşınlioğlu H., Karaca S. N. The importance of preoperative imaging methods in reduction mammoplasty. *J. Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2021;75(4):1424-1430. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2021.11.073>
  12. Gigli S., Amabile M. I., Di Pastena F., Manganaro L., David E., Monti M., D'Orazi V., Catalano C., Ballesio L. Magnetic resonance imaging after breast oncoplastic surgery: an update. *Breast Care (Basel)*. 2017. P. 260–265. <https://doi.org/10.1159/000477896>
  13. Kaoutzannis C., Winocour J., Unger J., Gabriel A., Maxwell P. The Evolution of Breast Implants. *Semin Plast Surg.* 2019;33(4):217-223. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1696985>
  14. Lowes S., MacNeill F., Martin L., O'Donoghue J. M., Pennick M. O., Redman A., Wilson R. Breast imaging for aesthetic surgery: British Society of Breast Radiology (BSBR), Association of Breast Surgery Great Britain & Ireland (ABS), British Association of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgeons (BAPRAS). *J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.* 2018 Nov;71(11):1521-1531. <https://doi.org/10.1016/j.bjps.2018.07.004>
  15. Nava M. B., Rancati A., Angrigiani C., Catanuto G., Rocco N. How to prevent complications in breast augmentation. *Gland Surg.* 2017;6(2):210-217. <https://doi.org/10.21037/gs.2017.04.02>
  16. Roy P. G., Yan Z., Nigam S., Maheshwari K. Aesthetic breast surgery: putting in context – a narrative review. *Gland Surg.* 2021 Sep;10(9):2832–2846. <https://doi.org/10.21037/gs-20-892>

## Сведения об авторах / Information about the authors

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

628408, г. Сургут, ул. Гагарина, д. 6, кв. 21.

+7 (922) 763-36-12

Вклад автора: разработка концепции – формирование идеи, цели и написание текста.

**Klimova Natal'ya Valer'yevna**, M. D. Med., Professor, Head of Multiprofile Clinic Training Department, Medical Institute, Surgut State University; Head, Radiology Department, Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia.

6-21, Gagarina str., Surgut, 628408, Russia.  
+7 (922) 763-36-12

Author's contribution: concept development – formation of an idea, goals and writing a text.

**Кузнецов Алексей Александрович**, кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры многопрофильной клинической подготовки Медицинского института, Сургутский государственный университет; врач-рентгенолог рентгенологического отделения, Сургутская окружная клиническая больница. 628406, г. Сургут, ул. 30 лет Победы, дом 41/2, кв. 405.

+7 (346) 272-65-84

Вклад автора: поиск публикаций по теме; анализ литературы, написание текста; утверждение окончательного варианта публикации – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

**Kuznetsov Aleksey Aleksandrovich**, Ph. D. Med., Senior Lecturer, Multiprofile Clinic Training Department, Medical Institute, Surgut State University, Radiologist, Radiology Department, Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia.

41/2-405, 30 let Pobedy str., Surgut, 628406, Russia.

+7 (346) 272-65-84

Author's contribution: search for publications on the topic; literature analysis, text writing; 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.

Статья поступила в редакцию 01.04.2024;  
одобрена после рецензирования 25.04.2024;  
принята к публикации 25.04.2024.

The article was submitted 01.04.2024;  
approved after reviewing 25.04.2024;  
accepted for publication 25.04.2024.



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616-006.04

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-22-40>

# Лучевая семиотика генетических форм медуллобластом у детей

Галина Викторовна Терещенко<sup>1</sup>, Александр Евгеньевич Друй<sup>2</sup>,  
Людмила Ивановна Папуша<sup>3</sup>, Игорь Николаевич Пронин<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. академика Н. Н. Бурденко» МЗ РФ, Москва, Россия

<sup>1</sup> Galina.Tereshenko@dgoi.ru, orcid.org/0000-0001-7317-7104

<sup>2</sup> Alexander.Drui@dgoi.ru, orcid.org/0000-0003-1308-8622

<sup>3</sup> Lyudmila.Papusha@dgoi.ru, orcid.org/0000-0001-7750-5216

<sup>4</sup> Pronin@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-4480-0275

Автор, ответственный за переписку: Галина Викторовна Терещенко,  
Galina.Tereshenko@dgoi.ru

### Аннотация

**Цель исследования.** Определить возможную вероятность верификации генетической группы медуллобластом на основании МРТ-признаков визуализации и количественной оценки.

**Материалы и методы.** Ретроспективно проанализированы МРТ данные 60 пациентов с верифицированной молекулярно-генетической подгруппой на основе уровня экспрессии селектированных генов на платформе Nano String.

**Результаты.** На основании МРТ-признаков формы и интенсивности контрастирования опухоли, с учетом возраста пациентов 76 % медуллобластом правильно определено по генетическим группам.

**Выводы.** Возможность предположить генетическую группу заболевания у детей с медуллобластомой при первичном МРТ-исследовании с точностью до 76 % представляется нам важной и актуальной. Сделаны только первые шаги в развитии радиогеномики медуллобластом у детей.

Появление в классификации опухолей ЦНС молекулярных подгрупп медуллобластом позволило современной педиатрической онкологической практике применять дифференцированный подход в стратификации групп риска и прогнозе заболевания. Группа риска влияет на определение объема и тактики лечения. Целью исследования была попытка систематизации и выделения характерных лучевых диагностических признаков известных на

© Терещенко Г. В., Друй А. Е., Папуша Л. И., Пронин И. Н., 2024

данный момент четырех молекулярных подгрупп медуллобластом у детей. В результате статистического анализа верно классифицировано по генетическим группам 39 (76 %) пациентов с диагнозом медуллобластома на основании лучевых признаков формы, интенсивности контрастирования и возраста пациентов.

**Ключевые слова:** педиатрия, онкология, медуллобластома, МРТ, радиогеномика

**Для цитирования:** Терещенко Г. В., Друй А. Е., Папуша Л. И., Пронин И. Н. Лучевая семиотика генетических форм медуллобластом у детей // Радиология – практика. 2024;4:22-40. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-22-40>

### **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

### **Конфликт интересов**

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).

### **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## **ORIGINAL RESEARCH**

Original research

# **Radiation Semiotics of Genetic Forms of Medulloblastomas**

**Galina V. Tereshchenko<sup>1</sup>, Alexander E. Drui<sup>2</sup>, Lyudmila I. Papusha<sup>3</sup>, Igor N. Pronin<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>4</sup> Federal State Autonomous Institution «National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N. N. Burdenko» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>1</sup> Galina.Tereshchenko@dgoi.ru, orcid.org/0000-0001-7317-7104

<sup>2</sup> Alexander.Drui@dgoi.ru, orcid.org/0000-0003-1308-8622

<sup>3</sup> Lyudmila.Papusha@dgoi.ru, orcid.org/0000-0001-7750-5216

<sup>4</sup> Pronin@nsi.ru, orcid.org/0000-0002-4480-0275

Corresponding author: Galina V. Tereshchenko, Galina.Tereshchenko@dgoi.ru

## Abstract

**Objective.** To determine a possible assessment of the verification of the genetic group of medulloblastomas based on MRI imaging and quantitative assessment indicators.

**Materials and Methods.** MRI data of 60 patients with a verified molecular genetic subgroup based on the expression level of selected genes on the Nano String platform were retrospectively analyzed.

**Results.** Based on MRI signs of the shape and contrast intensity of the tumor, taking into account the age of the patients, 76 % of medulloblastomas were correctly identified by genetic groups.

**Conclusion.** The ability to predict the genetic group of the disease in children with medulloblastoma during an initial MRI study with an accuracy of 76 % seems to us important and relevant. Only the first steps have been taken in the development of radiogenomics of medulloblastomas in children.

The classification of CNS tumors with the molecular subgroups of medulloblastomas has allowed modern pediatric oncological practice to apply a differentiated approach to stratification of risk groups and prognosis of the disease. This affects the determination of the scope and the tactics of treatment. The aim of our study was an attempt to systematize and define the diagnostic radiological signs of the currently known four molecular subgroups of medulloblastomas in children. Thirty-nine (76%) patients diagnosed with medulloblastoma were correctly classified into genetic groups based on radiographic features of shape, contrast intensity, and patient age.

**Keywords:** Pediatrics, Oncology, Medulloblastoma, MRI, Radiogenomics

**For citation:** Tereshchenko G. V., Druy A. E., Papusha L. I., Pronin I. N. Radiation Semiotics of Genetic Forms of Medulloblastomas. *Radiology – Practice*. 2024;4:22-40. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-22-40>

## Funding

The study was not funded by any sources.

## Conflicts of Interest

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).

## Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## Актуальность

В 2016 году Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) представила актуальную классификацию опухолей ЦНС.

В представленной классификации сохранилось гистологическое деление

медуллобластом на классические, десмопластические/нодулярные, с экстенсивной нодулярностью и анапластические/крупноклеточные. Вместе с тем в современной номенклатуре выделены четыре подгруппы медуллобластом: WNT (Wingless), SHH (Sonic Hed-

gehog), подгруппа 3 и подгруппа 4. Данные подгруппы отличаются не только генетическим — экспрессионным, эпигеномным и мутационным профилем, но и характером течения заболевания, уровнем ответа на терапию и частотой возникновения рецидива [6, 7]. При этом пациенты с медуллобластомой подгруппы WNT характеризуются наиболее благоприятным прогнозом, SHH и подгруппы 4 — промежуточным, представляя собой наиболее гетерогенные популяции, а подгруппы 3 — неблагоприятным. Не вызывает сомнения, что данная классификация будет являться основой для пересмотра имеющихся и разработки новых протоколов терапии, поэтому необходима надежная, точная и быстрая методика определения варианта опухоли [2, 6, 11, 12].

Основными молекулярно-генетическими технологиями, позволяющими провести определение молекулярной подгруппы медуллобластомы, являются анализ экспрессии генов и исследование профиля метилирования ДНК в опухолевых клетках. Данные методики признаны равнозначными и отражают две стороны процесса транскрипции генов: гиперметилированные гены имеют низкий уровень экспрессии, гипометилированные — высокий [4, 8]. P. A. Northcott с соавт. показали, что для надежной классификации медуллобластом достаточно знать уровень мРНК 22 генов, экспрессия которых наиболее значимо различается в клетках опухолей различных подгрупп [9].

**Цель:** систематизация и выделения характерных лучевых диагностических признаков известных на данный момент четырех молекулярных подгрупп медуллобластом у детей.

## Материалы и методы

Ретроспективно проанализированы данные 60 пациентов, проходивших терапию или получавших консультативное заключение в НМИЦ «ДГОИ имени

Дмитрия Рогачева» с диагнозом медуллобластома с первичным МРТ-исследованием головного мозга в период с 2014 по 2019 г.

Определение молекулярно-генетической подгруппы медуллобластомы проводилось с помощью анализа уровня экспрессии селектированных генов на платформе NanoString [8]. Данная технология позволяет осуществлять анализ высокофрагментированной РНК, в том числе выделенной из ткани, фиксированной в формалине и залитой в парафиновый блок [2].

Общая РНК была выделена из фиксированного образца опухоли, использованного при постановке диагноза и содержащего не менее 70 % опухолевых клеток. У всех пациентов было выполнено предоперационное МРТ-исследование головного мозга в стандартном объеме, с использованием последовательностей T1-взвешенные изображения (T1-ВИ), T2-взвешенные изображения (T2-ВИ), диффузионно-взвешенные изображения (ДВИ) с последующим автоматическим построением карт измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) и постконтрастные T1-ВИ, выполненные в аксиальной плоскости. Количество пациентов в каждой генетической группе представлено в табл. 1.

Проанализированы лучевые характеристики опухолей данных групп. Выбран ряд количественных показателей и рентгено-семиотических признаков, по которым характеризовали и сравнили все четыре генетические группы медуллобластом:

1. Гистологические варианты опухоли: классические, десмопластические, с экстенсивной нодулярностью, анапластические и круглоклеточные.
2. Локализация опухоли: срединно — в четвертом желудочке, в полушарии мозжечка.
3. Форма опухоли: шаровидная, многоузловая.

Таблица 1

**Распределение пациентов с медуллобластомой по генетическим группам**

Генетическая группа	WNT	SHH	3-я группа	4-я группа
Количество пациентов	9	12	15	24

*Примечание:* WNT – активация сигнального пути Wingless, SHH – активация сигнального пути Sonic Hedgehog.

4. Структура опухоли: солидная, солидная с единичными кистозными компонентами.
5. Среднее значение измеряемого коэффициента диффузии.
6. Характер контрастирования тканей опухоли: интенсивность, однородность контрастирования, отсутствие изменения сигнала после введения контрастного вещества.
7. Среднее значение объема опухоли.

Результаты. Медиана возраста пациентов в группе WNT составила 9,8 года, возрастной диапазон в этой группе от 3,2 до 16,8 года. В группе WNT все опухоли были представлены классическим гистологическим вариантом (100 %). Все опухоли генетической группы WNT располагались срединно в проекции четвертого желудочка (100 %). У всех пациентов опухоль была представлена солидным образованием, с единичными участками кистозной структуры от 2–5 до 25 мм (100 %). Медиана ИКД составила  $675 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ . У всех пациентов (100 %) отмечалось интенсивное однородное или интенсивное неоднородное повышение МР-сигнала тканями опухоли после введения контрастного вещества. Медиана объема медуллобластом группы WNT на момент первого МРТ-исследования около 41 см<sup>3</sup>. Все опухоли имели шаровидную форму с четкими, ровными контурами.

В группе SHH медиана возраста составила 2,6 года, возрастной диапазон от 0,1 до 8,3 года. У четырех пациентов (44 %) опухоли были представлены десмопластическим гистологическим ва-

риантом, у двух пациентов (22 %) – анапластическим гистологическим вариантом, у двух пациентов (22 %) – медуллобластомой с экстенсивной нодулярностью и у одного пациента (11 %) выставлен анапластический и десмопластический гистологические варианты. По локализации опухолей в группе SHH выявлено два возможных варианта: асимметрично от средней линии в полушарии мозжечка (6 человек – 50 %) и срединно с ростом до намета мозжечка и распространением в область краниовертебрального перехода (6 пациентов – 50 %). Почти все медуллобластомы из группы SHH (11 пациентов – 92 %) имели солидную структуру с наличием кистозных участков размерами от 2–5 до 15 мм. И у одного пациента (8 %) структура опухоли имела солидный характер, но с наличием массивного кровоизлияния в толще опухоли на момент первого исследования. Медиана ИКД –  $690 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ . У всех пациентов (100 %) отмечалось интенсивное однородное или интенсивное неоднородное повышение МР-сигнала тканями опухоли после введения контрастного вещества. Медиана объема опухолей на момент первого МРТ-исследования составила 62 см<sup>3</sup>. Следует отметить, что 11 из 12 опухолей (92 %) в группе SHH имели неправильную, не шаровидную, многоузловую форму, и только одна (8 %) срединно расположенная опухоль с массивным, практически тотальным кровоизлиянием в своей структуре имела форму, приближающуюся к шаровидной.

В генетической группе 3 медиана возраста составила 5,2 года, диапазон возраста от 1,6 до 10,7 года. У 14 пациентов (93 %) был установлен классический гистологический тип медуллобластомы, у 1 пациента (7 %) — анапластический гистологический вариант медуллобластомы. Все опухоли имели срединное расположение в проекции четвертого желудочка. У 10 (71 %) пациентов опухоль была представлена солидным образованием, с единичными участками кистозной структуры от 1–4 до 12 мм, у 4 пациентов (29 %) имела солидный характер. Медиана значения ИКД —  $690 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ . У 10 пациентов (83 %) отмечалось интенсивное повышение МР-сигнала тканями опухоли после введения контрастного вещества. У двух пациентов (17 %) отмечалось неинтенсивное частичное контрастирование опухоли. Медиана объема опухолей группы 3 на момент первого МРТ-исследования составила  $32 \text{ см}^3$ . Следует отметить, что у 8 (53 %) опухолей из данной группы была выявлена особенность роста опухоли в виде распространения в ближайшие ликворные пространства задней черепной ямки, мы назвали этот признак латерализацией. Такой характер роста, односторонний или двусторонний, приводил к изменению формы медулло-

бластомы, к потере типичной округлой, шаровидной формы.

В генетической группе 4 медиана возраста составила 6,8 года, диапазон возраста от 1,2 до 16,4 года. У 23 пациентов (96 %) был установлен классический гистологический тип медуллобластомы. У одного пациента (4 %) был выявлен десмопластический гистологический вариант медуллобластомы. Все опухоли имели срединное расположение в проекции четвертого желудочка (100 %). У всех пациентов опухоль была представлена солидным образованием, с единичными участками кистозной структуры от 2–5 до 15 мм (100 %). Медиана значения ИКД —  $749 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$ . У 11 пациентов (61 %) не было выявлено повышение МР-сигнала тканями опухоли после введения контрастного препарата. Медиана объема опухолей группы 4 на момент первого МРТ-исследования составила  $37 \text{ см}^3$ . Следует отметить, что у 16 опухолей (67 %) были выявлены признаки латерализации роста в ликворные пространства задней черепной ямки.

Комбинации гистологических вариантов, локализации, формы опухолей, средние значения измеряемого коэффициента диффузии (ИКД) и объемов опухолей, характеристики контрастирования медуллобластом четырех генетических групп представлены в сводной табл. 2.

Таблица 2

**Сочетание выбранных количественных показателей медуллобластом и рентгено-семиотических признаков**

	WNT n = 9 <sup>1</sup>	SHH n = 12 <sup>1</sup>	3-я группа n = 15 <sup>1</sup>	4-я группа n = 24 <sup>1</sup>	Всего n = 60 <sup>1</sup>
<b>Возраст</b>					
Median (Range)	9,8 (3,2, 16,8)	2,6 (0,1, 8,3)	5,2 (1,6, 10,7)	6,8 (1,2, 16,4)	6,0 (0,1, 16,8)
Median (IQR)	9,8 (8,1, 11,7)	2,6 (2,3, 3,2)	5,2 (2,8, 6,4)	6,8 (4,1, 9,2)	6,0 (3,1, 8,8)
Mean ± SD	10,3 ± 4,3	3,0 ± 2,3	5,1 ± 2,9	7,0 ± 3,5	6,2 ± 3,9
<b>Гистологический вариант</b>					
Классическая	8 (100 %)	0 (0 %)	14 (93 %)	23 (96 %)	45 (80 %)

	<b>WNT</b> n = 9 <sup>1</sup>	<b>SHH</b> n = 12 <sup>1</sup>	<b>3-я группа</b> n = 15 <sup>1</sup>	<b>4-я группа</b> n = 24 <sup>1</sup>	<b>Всего</b> n = 60 <sup>1</sup>
Десмопластическая	0 (0 %)	4 (44 %)	0 (0 %)	1 (4 %)	5 (9 %)
Анапластическая	0 (0 %)	2 (22 %)	1 (7 %)	0 (0 %)	3 (5 %)
С экстенсивной нодулярностью	0 (0 %)	2 (22 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (4 %)
Классическая + десмопластическая	0 (0 %)	1 (11 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2 %)
Неизвестна	1	3	0	0	4
<b>Локализация опухоли</b>					
Срединно в IV желудочке	9 (100 %)	6 (50 %)	15 (100 %)	24 (100 %)	54 (90 %)
В полушарии мозжечка	0 (0 %)	6 (50 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	6 (10 %)
<b>Форма опухоли</b>					
Шаровидная	9 (100 %)	1 (8 %)	15 (100 %)	24 (100 %)	49 (82 %)
С латерализацией	0 (0 %)	0	8 (53 %)	16 (67 %)	24 (40 %)
Многоузловая	0	11 (92 %)	0	0	11 (18 %)
Медиана ИКД ( $\times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с)	675	690	690	749	700
Медиана объема опухоли (см <sup>3</sup> )	41	62	32	37	36
<b>Характеристики контрастирования</b>					
Интенсивно	9 (100 %)	12 (100 %)	10 (83 %)	5 (28 %)	36 (39 %)
Неинтенсивно	0	0	2 (17 %)	2 (11 %)	4 (7 %)
Не контрастируется	0	0	0	11 (61 %)	11 (18 %)

*Примечание:* Median (Range) – медиана (диапазон), Median (IQR) – медиана (интерквартильный размах), Mean  $\pm$  SD – среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение.

В группе WNT характерное изображение медуллобластомы представлено на рис 1.

Опухоли из группы SHH легко отличимы при локализации в полушарии мозжечка и по формированию многоузлового образования по мере роста опухоли (рис. 2, 3, 4).

Предположение о принадлежности медуллобластомы к 3-й генетической группе возможно в случае интенсивного контрастирования тканей опухоли, неправильной формы опухоли с признаками распространения в ликворные пространства задней черепной ямки (рис. 5).

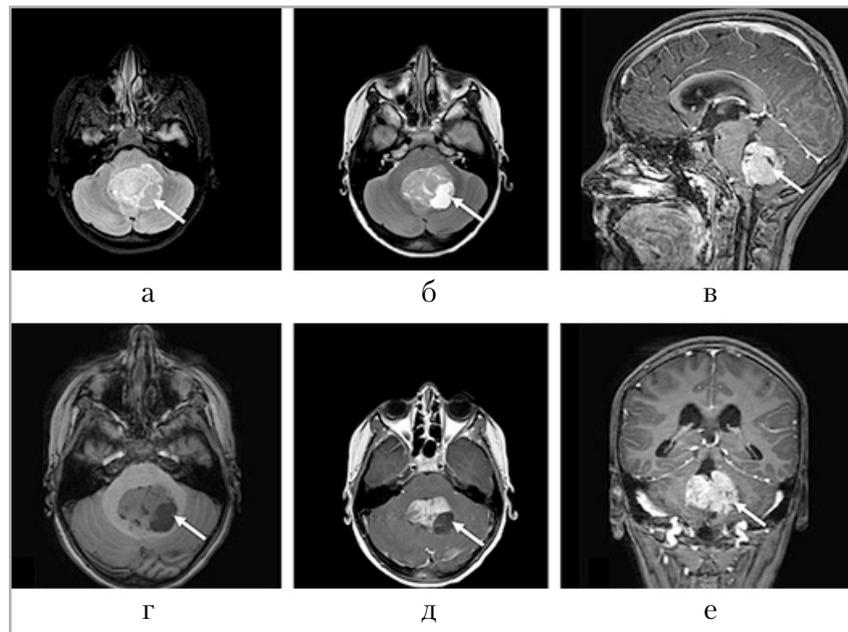


Рис. 1. МРТ-исследование головного мозга. *а* – T2 FLAIR в аксиальной проекции неравномерно повышенный МР-сигнал срединно расположенной медуллобластомы; *б* – T2-ВИ в аксиальной проекции неравномерно повышенный МР-сигнал – кистозно-солидное строение опухоли; *в* – T1-ВИ в сагиттальной проекции интенсивное контрастирование опухоли шаровидной формы; *г* – T1-ВИ в аксиальной проекции кистозно-солидная структура опухоли; *д* – T1-ВИ в аксиальной проекции интенсивное контрастирование опухоли; *е* – T1-ВИ в коронарной проекции интенсивное контрастирование опухоли. На всех изображениях опухоль имеет правильную шаровидную форму, четкие, ровные контуры

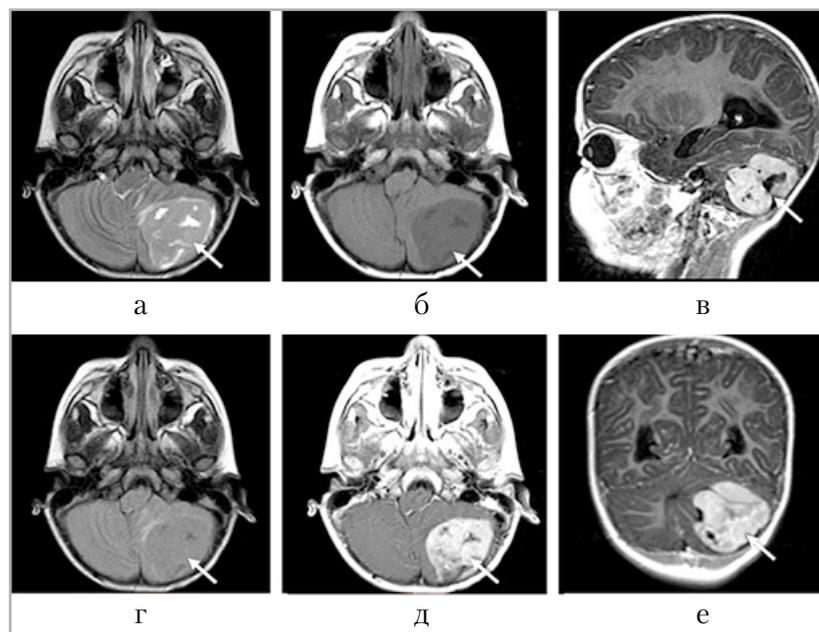


Рис. 2. МРТ головного мозга. *а* – T2-ВИ в аксиальной проекции солидная опухоль в левом полушарии мозжечка с мелкими кистами в структуре; *б* – T1-ВИ в аксиальной проекции умеренно гипоинтенсивный сигнал ткани опухоли; *в* – T1-ВИ в сагиттальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы; *г* – T2 FLAIR в аксиальной проекции кистозно-солидная структура опухоли с небольшими проявлениями перифокального отека; *д* – T1-ВИ в аксиальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы; *е* – T1-ВИ в коронарной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы

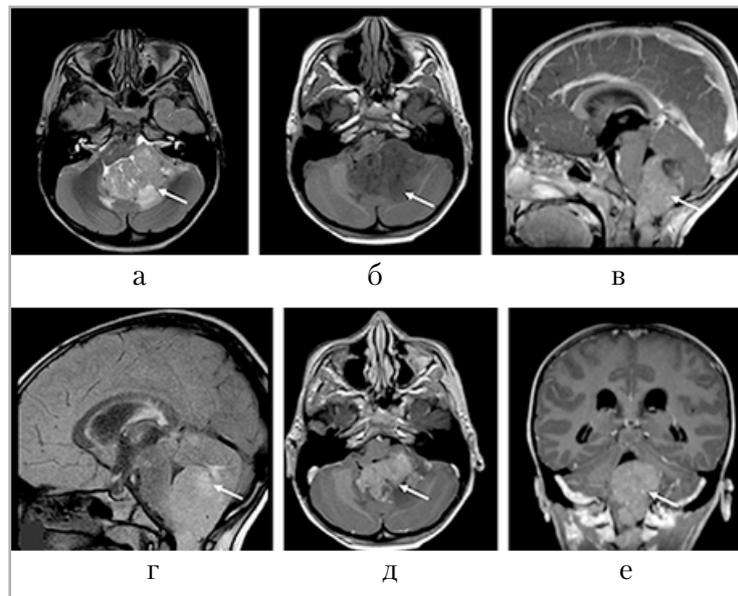


Рис. 3. МРТ головного мозга. *а* – T2-ВИ в аксиальной проекции солидная опухоль с мелкими кистами в структуре, небольшой перифокальный отек; *б* – T1-ВИ в аксиальной проекции умеренно гипоинтенсивный сигнал ткани опухоли; *в* – T1-ВИ в сагиттальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы, неправильная неокруглая форма опухоли; *г* – T2 FLAIR в сагиттальной проекции кистозно-солидная структура опухоли, срединное расположение; *д* – T1-ВИ в аксиальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы, опухоль имеет неправильную многоузловую форму; *е* – T1-ВИ в коронарной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы, опухоль распространяется в ликворные пространства задней черепной ямки, краниовертебрального перехода

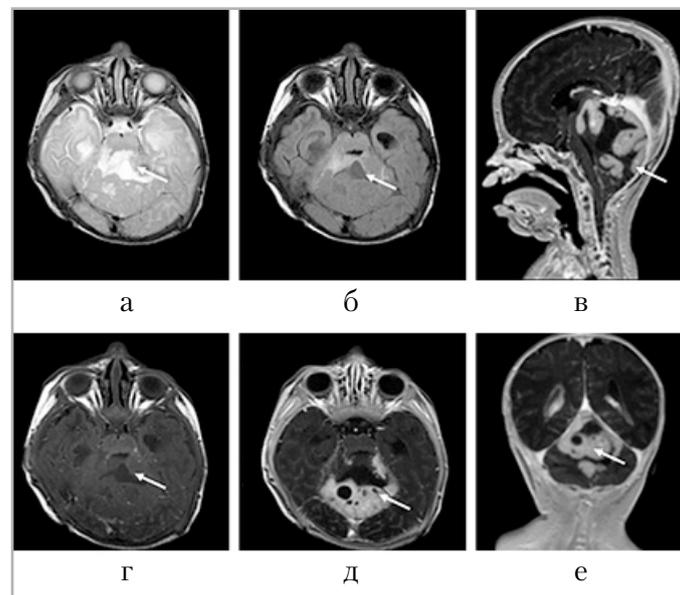


Рис. 4. МРТ головного мозга. *а* – T2-ВИ в аксиальной проекции кистозно-солидное строение срединно расположенной опухоли; *б* – T2 FLAIR в аксиальной проекции кистозно-солидная узловатая структура опухоли, с небольшим перифокальным отеком; *в* – T1-ВИ в сагиттальной проекции интенсивное «гроздьевидное» контрастирование медуллобластомы; *г* – T1-ВИ в аксиальной проекции неравномерно гипоинтенсивный сигнал ткани опухоли; *д* – T1-ВИ в аксиальной проекции интенсивное неравномерное контрастирование медуллобластомы; *е* – T1-ВИ в коронарной проекции интенсивное неравномерное контрастирование медуллобластомы, отмечается рост опухоли до намета мозжечка с обеих сторон

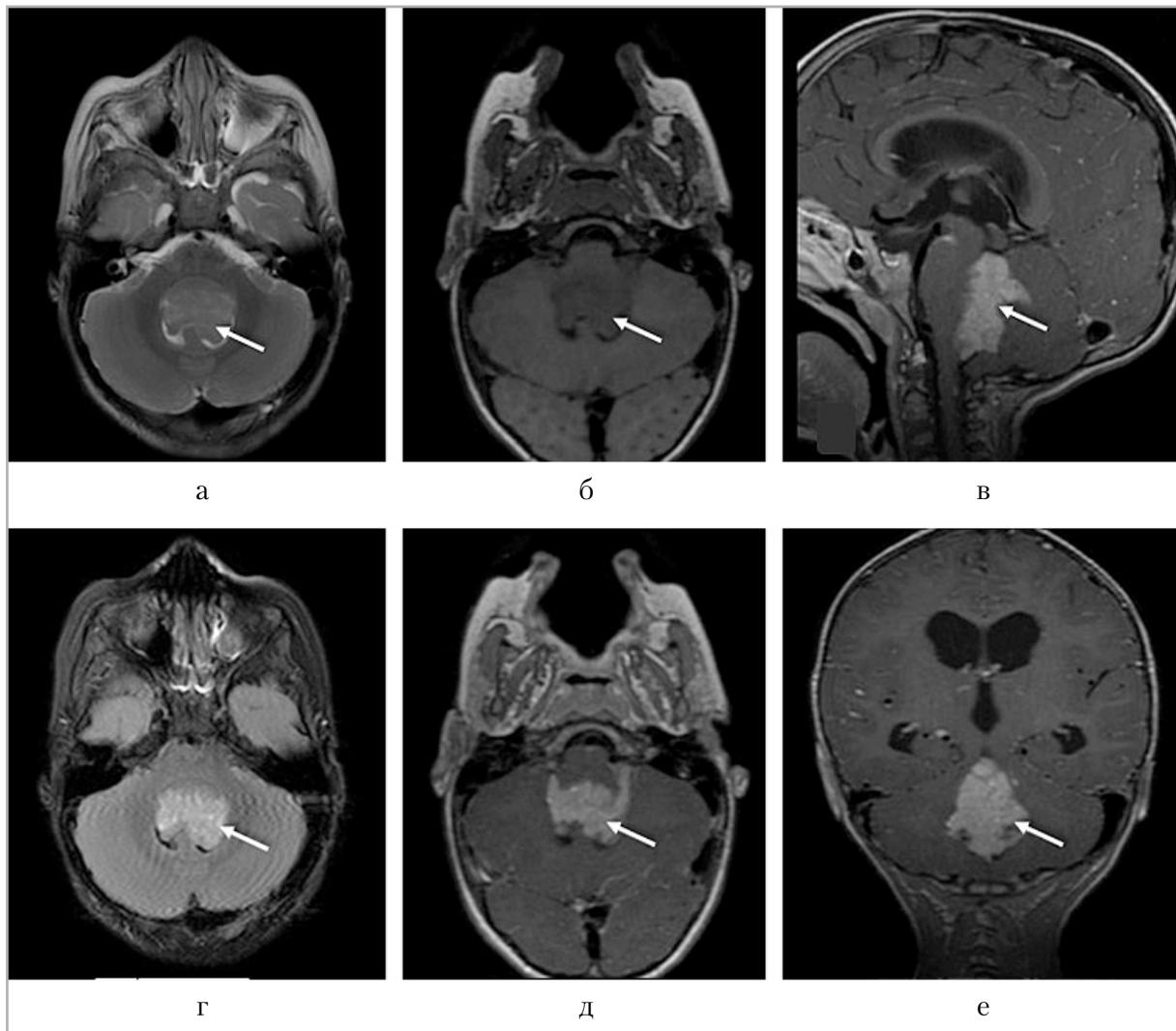


Рис. 5. МРТ головного мозга. *a* – T2-ВИ в аксиальной проекции солидное строение срединно расположенной опухоли; *б* – T1-ВИ в аксиальной проекции неравномерно гипоинтенсивный сигнал ткани опухоли; *в* – T1-ВИ в сагиттальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы, неправильная неокруглая форма опухоли; *г* – T2 FLAIR – мелкокистозная структура опухоли, срединное расположение; *д* – T1-ВИ в аксиальной проекции интенсивное контрастирование медуллобластомы, распространяется в область мосто-мозжечковых цистерн – признаки латерализации, опухоль имеет неправильную форму; *е* – T1-ВИ в коронарной проекции интенсивное неравномерное контрастирование, распространяется в ликворные пространства задней черепной ямки

Предположение о принадлежности медуллобластомы к 4-й генетической группе возможно в случае отсутствия контрастирования опухоли или при ее частичном контрастировании, в пределах 5–10 % объема тканей медуллобластомы, интенсивном контрастировании (рис. 6).

Исходя из стандартного набора визуальной оценки данных МРТ можно

построить следующий алгоритм диагностики (рис. 7).

По инициальному объему опухоли визуально отличимы медуллобластомы группы SHH, достигающие наибольшего размера на момент первичной диагностики, что объясняется в том числе локализацией в полушарии мозжечка (рис. 8).

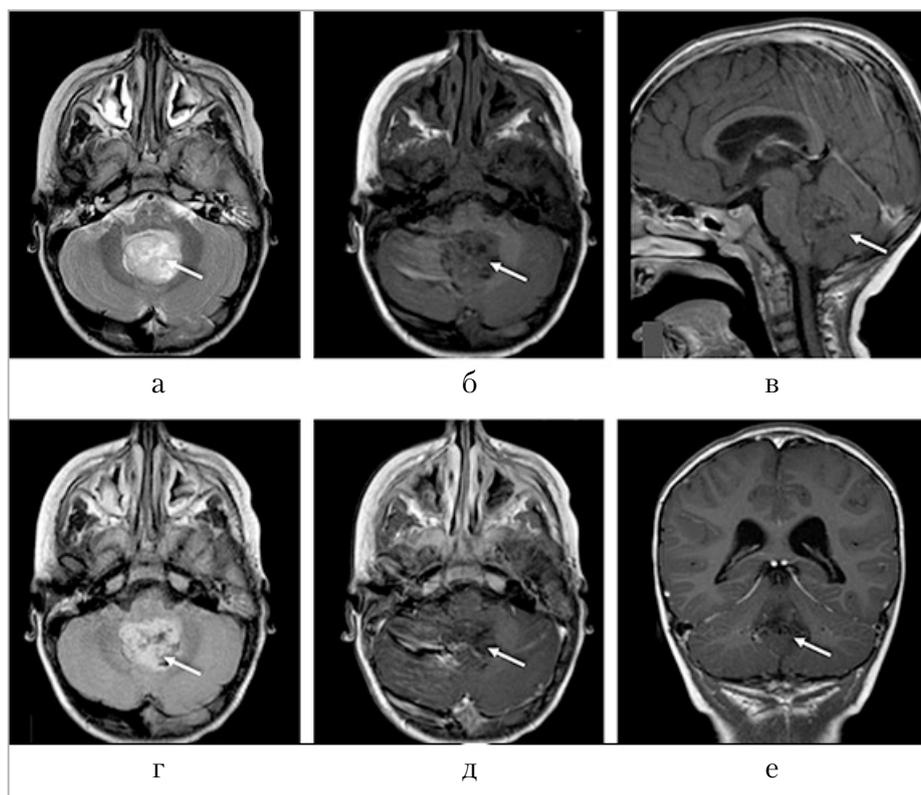


Рис. 6. МРТ головного мозга. *а* – Т2-ВИ в аксиальной проекции солидная опухоль с кистами в структуре; *б* – Т1-ВИ в аксиальной проекции неравномерно гипоинтенсивный сигнал ткани срединно расположенной опухоли; *в* – Т1-ВИ в сагиттальной проекции нет контрастирования медуллобластомы, неправильная неокруглая форма опухоли; *г* – Т2 FLAIR – кистозно-солидная структура опухоли, срединное расположение; *д* – Т1-ВИ в аксиальной проекции без достоверных признаков контрастирования; *е* – Т1-ВИ в коронарной проекции без достоверных признаков контрастирования



Рис. 7. Алгоритм визуального различия генетических групп медуллобластом

*Примечание:* WNT – активация сигнального пути Wingless, SHH – активация сигнального пути Sonic Hedgehog.

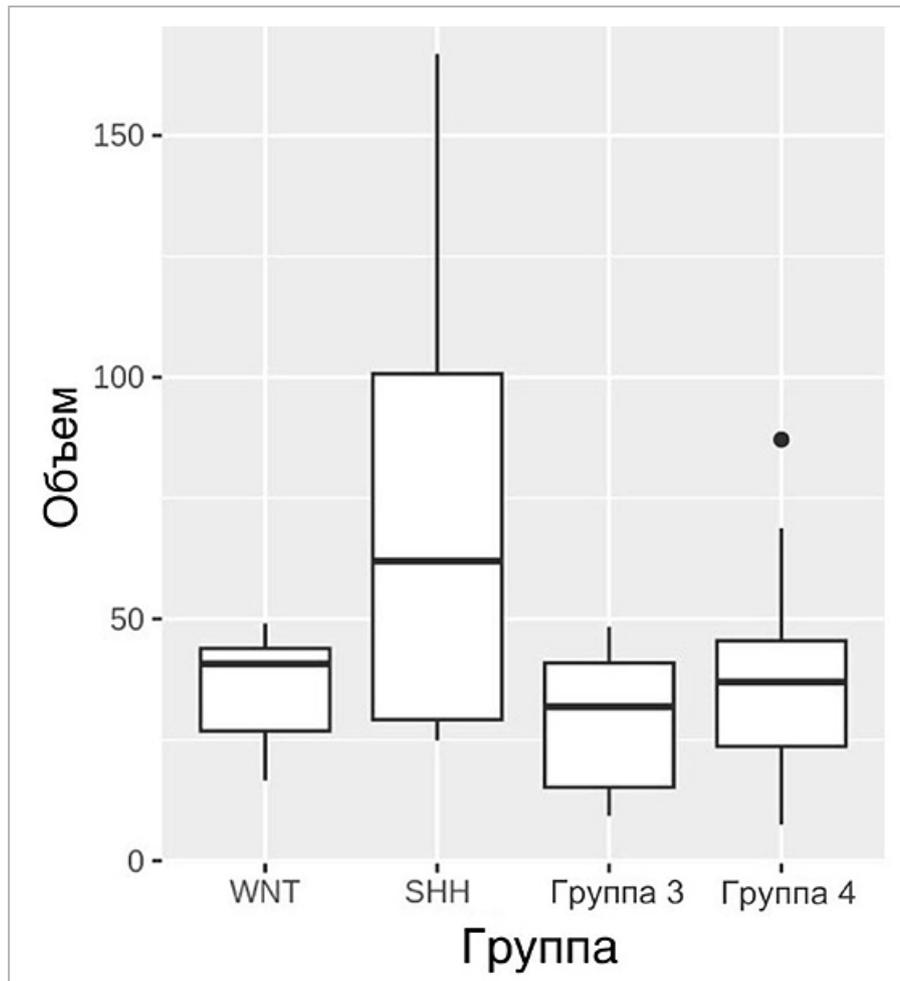


Рис. 8. Медианы и диапазоны значений объемов опухолей в генетических группах: WNT — активация сигнального пути Wingless, SHH — активация сигнального пути Sonic Hedgehog

По ИКД генетические группы медуллобластом неотличимы. Очевидно, количественная оценка должна осуществляться в иной методологии или по иным параметрам, что будет темой нашей дальнейшей работы (рис. 9).

Проведен статистический анализ используемых МРТ-признаков для построения единого классификатора, получено следующее дерево принятия решений с использованием метрик качества: PPV (Positive Predictive Value — положительная прогностическая ценность) — процент опухолей, действительно относящихся к этой группе, среди всех опухолей, предсказанных как эта группа, NPV (Negative Predictive Value — отрицательная прогнозируемая цен-

ность) — процент опухолей, действительно не относящихся к этой группе, среди всех опухолей, предсказанных как не эта группа, TPR (True Positive Rate истинно положительный показатель) — процент опухолей, верно предсказанных как эта группа, среди всех опухолей, действительно относящихся к этой группе, TNR (True Negative Rate — истинно отрицательный показатель) — процент опухолей, верно предсказанных как не эта группа, среди всех опухолей, действительно не относящихся к этой группе (рис. 10).

Групповые характеристики статистического анализа представлены в табл. 3.

Распределение пациентов всех генетических групп медуллобластом по возрасту представлено на рис. 11.

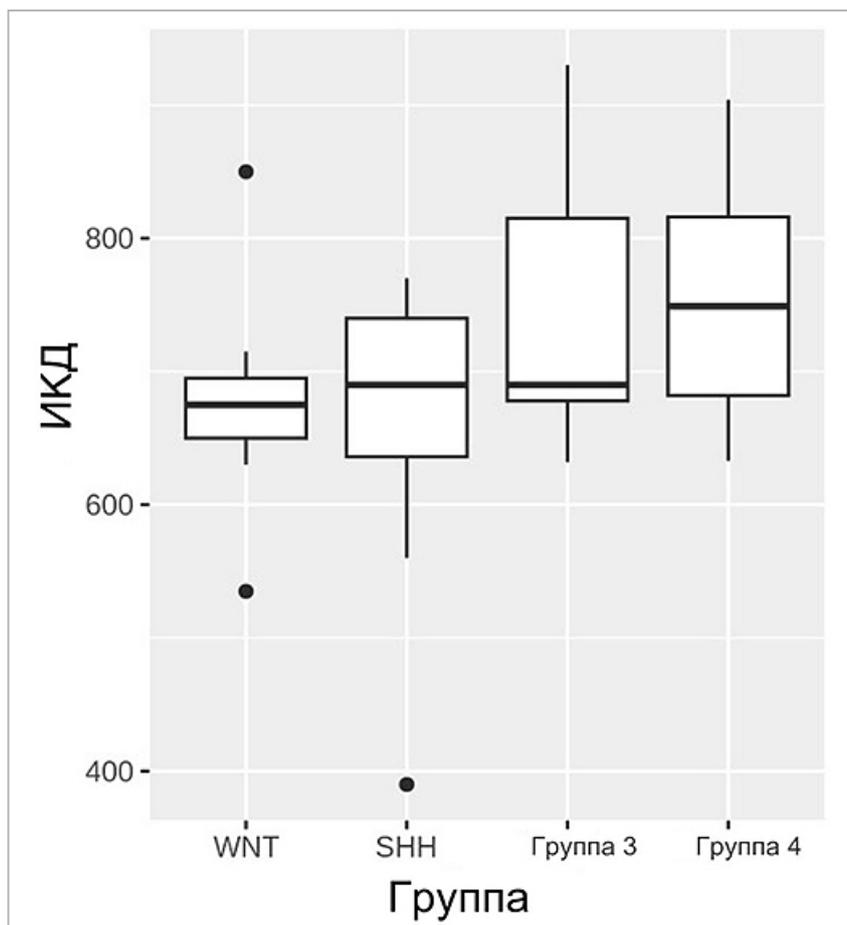


Рис. 9. Медианы и диапазоны значений ИКД медуллобластом в генетических группах: WNT – активация сигнального пути Wingless, SHH – активация сигнального пути Sonic Hedgehog

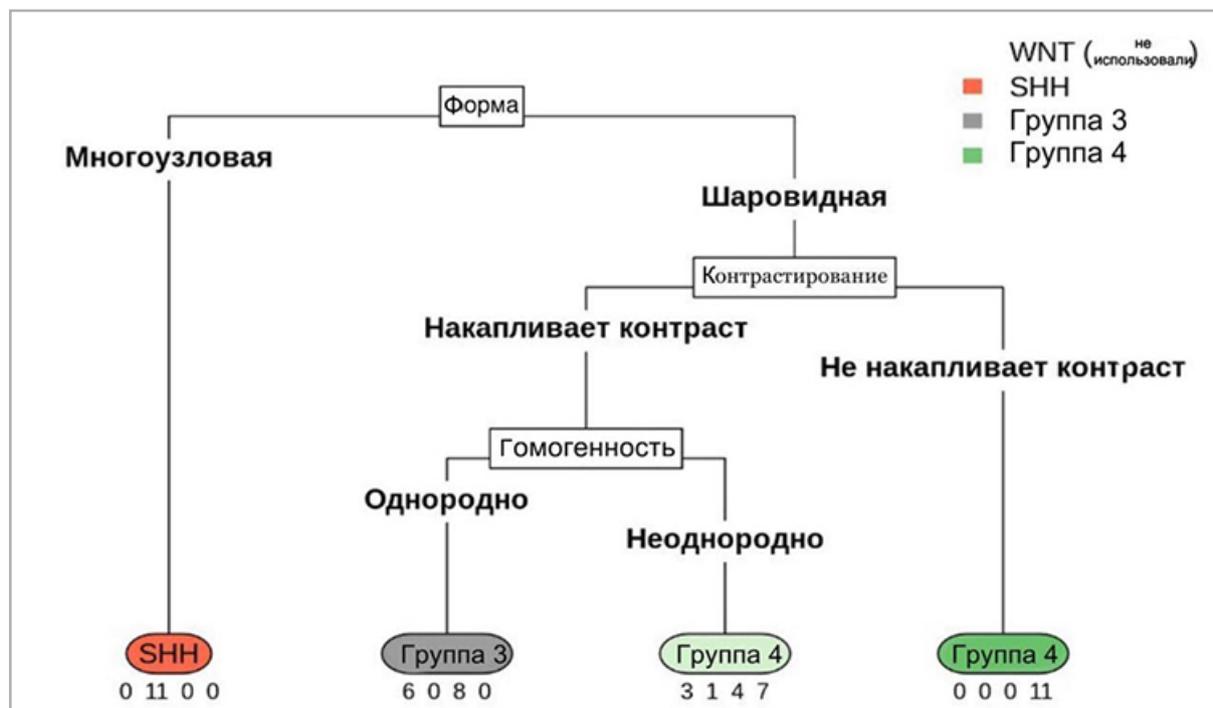


Рис. 10. Дерево решений на основе выбранных рентгенологических признаков, всего верно классифицировано пациентов в генетических группах  $(11 + 8 + 7 + 11) / 50$ , т. е. 37 из 50 (74 %)

Таблица 3

**Групповые характеристики статистического анализа**

	WNT	SHH	Группа 3	Группа 4
PPV – положительная прогностическая ценность	0 %	92 %	57 %	72 %
NPV – отрицательная прогнозируемая ценность	82 %	100 %	89 %	82 %
TPR – истинно положительный показатель	0 %	92 %	66 %	100 %
TNR – истинно отрицательный показатель	100 %	100 %	84 %	75 %

*Примечание:* метрики качества классификации: 66 % (mean TPR), 57 % (mean PPV).

Оптимальное дерево решений было создано с учетом возраста пациентов групп WNT и группы 3 (рис. 12).

Групповые характеристики статистического анализа представлены в табл. 4.

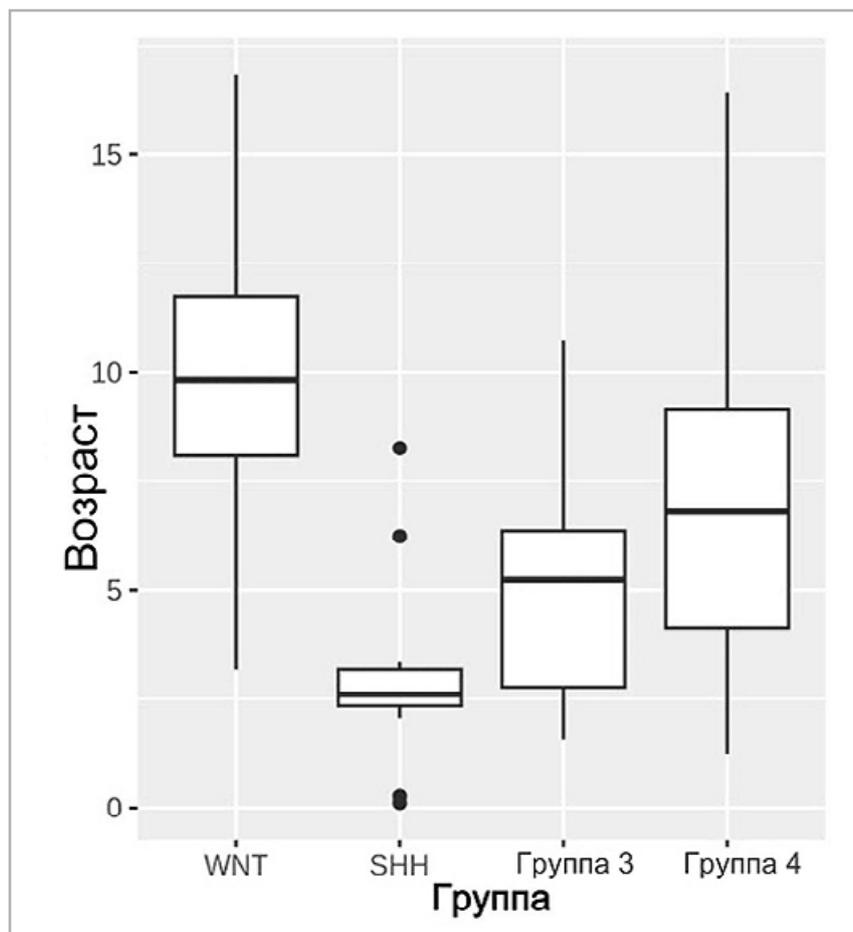


Рис. 11. Медиана и диапазон распределения возраста пациентов с медуллобластомой в каждой генетической группе: WNT – активация сигнального пути Wingless, SHH – активация сигнального пути Sonic Hedgehog

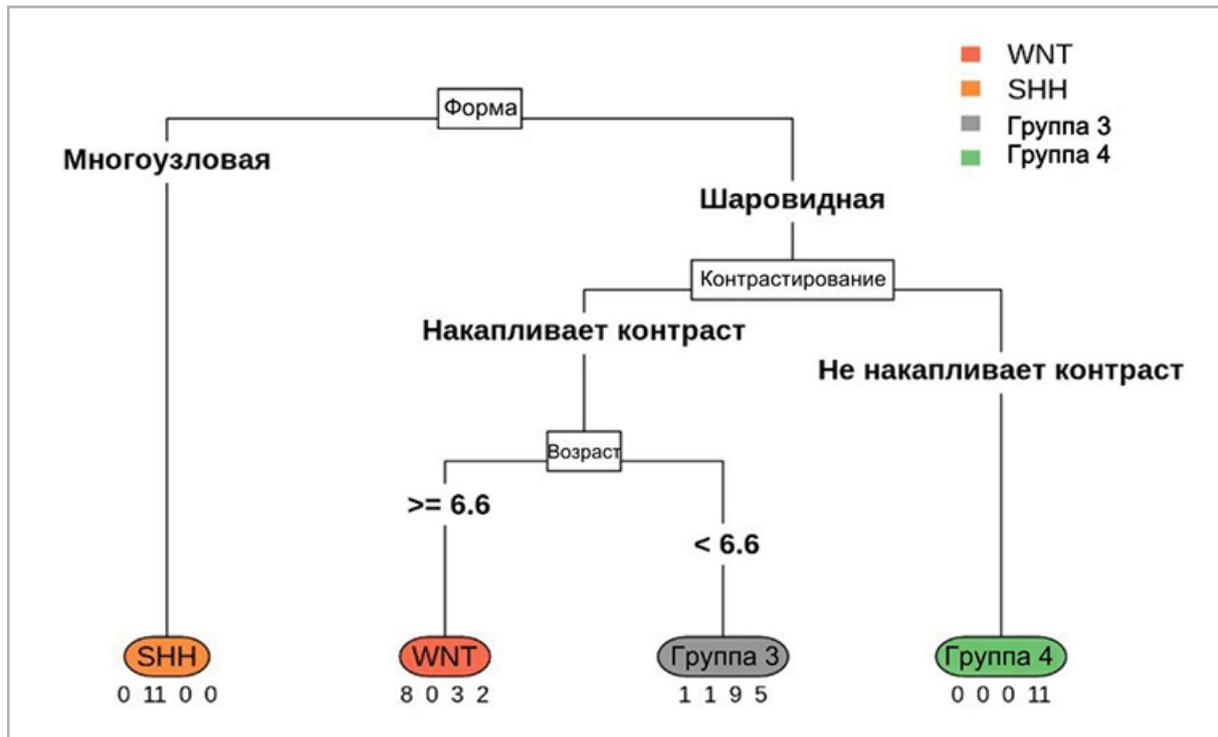


Рис. 12. Дерево решений на основе выбранных рентгенологических признаков, всего верно классифицировано  $(11 + 8 + 9 + 11) / 51$ , т.е. 39 из 51 (76 %)

Таблица 4

#### Групповые характеристики статистического анализа

	WNT	SHH	Group 3	Group 4
PPV – положительная прогностическая ценность	62 %	100 %	56 %	100 %
NPV – отрицательная прогнозируемая ценность	97 %	980 %	91 %	83 %
TPR – истинно положительный показатель	89 %	92 %	75 %	61 %
TNR – истинно отрицательный показатель	88 %	100 %	82 %	100 %

*Примечание:* метрики качества классификации: 79,5 % (mean PPV), 79,25 % (mean TPR).

Полученные данные по МР-семиотике медуллобластом у детей совпадают с представленными результатами подобных исследований зарубежных коллег [5, 10, 12]. Представленный диагностический алгоритм – это первые результаты работы оценки врачей двух федеральных центров по тематике радиогеномика. Работа ретроспективная.

Инициальные МРТ-исследования выполнялись в различных клиниках по месту жительства пациентов. Исследования выполнялись в объеме стандартного рутинного исследования.

### Заключение

Возможность предположить генетическую группу заболевания у детей

с медуллобластомой при первичном МРТ-исследовании представляется нам важной и актуальной. Определение наиболее характерных МРТ-признаков молекулярных групп медуллобластом (WNT, SHH, группа 3 и группа 4) позволит с определенной степенью достоверности предположить правильный диагноз на первичном диагностическом этапе. Что, в свою очередь, может влиять на формирование правильного алгоритма исследования пациента. Работа представляет собой только первый шаг в попытке осуществить корреляцию между данными лучевой диагностики и данными генетики — радиогеномики в российской педиатрии. По мере понимания процесса развития медуллобластом, их биологии и генетики, расширения возможностей методов лучевой диагностики, безусловно, будут найдены характерные семиотические лучевые признаки генетических форм медуллобластом у детей.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Друй А. Е., Папуша Л. И., Ясько Л. А., Коновалов Д. М. Молекулярно-генетическая классификация медуллобластомы на основании исследования уровня экспрессии генов. Клеточные технологии – практическому здравоохранению: материалы X межрегиональной научно-практической конференции, 26 ноября 2021 г. / под общ. ред. проф. С. В. Сазонова. Екатеринбург: Вестник Уральской медицинской академической науки, 2021. С. 42–53. <http://orcid.org/0000-0003-3007-3772>
2. Coluccia D., Figueredo C., Isik S., Smith C., Rutka J. T. Medulloblastoma: Tumor Biology and Relevance to Treatment and Prognosis Paradigm. *Curr Neurol Neurosci Rep.* 2016;16(5):43-54. <https://doi.org/10.1007/s11910-016-0644-7>
3. Geiss G. K., Bumgarner R. E., Birditt B., Dahl T., Dowidar N., Dunaway D. L., Fell H. P., Ferree S., George R. D., Grogan T., James J. J., Maysuria M., Mitton J. D., Oliveri P., Osborn J. L., Peng T., Ratcliffe A. L., Webster P. J., Davidson E. H., Hood L., Dimitrov K. Direct multiplexed measurement of gene expression with color-coded probe pairs. *Nat. Biotechnol.* 2008 Mar;26(3):317-25. <https://doi.org/10.1038/nbt1385>
4. Hovestadt V., Remke M., Kool M., Pietsch T., Northcott P.A., Fischer R., Cavalli F.M., Ramaswamy V., Zapatka M., Reifengerger G., Rutkowski S., Schick M., Bewerunge-Hudler M., Korshunov A., Lichter P., Taylor M. D., Pfister S. M., Jones D. T. Robust molecular subgrouping and copy-number profiling of medulloblastoma from small amounts of archival tumour material using high-density DNA methylation arrays. *Acta Neuropathol.* 2013 Jun;125(6):913-6. <https://doi.org/10.1007/s00401-013-1126-5>
5. Koeller K. K., Rushing E. J. From the archives of the AFIP: medulloblastoma: a comprehensive review with radiologic-pathologic correlation. *Radiographics.* 2003 Nov-Dec;23(6):1613-37. <https://doi.org/10.1148/rg236035168>
6. Korshunov A., Sahm F., Zheludkova O., Golanov A., Stichel D., Schrimpf D., Ryzhova M., Potapov A., Habel A., Meyer J., Lichter P., Jones T. W. D., von Deimling A., Pfister S. M., Kool M. DNA methylation profiling is a method of choice for molecular verification of pediatric WNT-activated medulloblastomas. *Neuro-Oncology.* 2018 Sep;21(2):214-221. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noy155>
7. Louis D. N., Perry A., Reifenberger G., von Deimling A., Figarella-Branger D., Cavenee W. K., Ohgaki H., Wiestler O. D., Kleihues P., Ellison D. W. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Acta Neuropathol.* 2016;131(6):803-820. <https://doi.org/10.1007/s00401-016-1545-1>
8. Northcott P. A., Korshunov A., Witt H., Hielscher T., Eberhart C. G., Mack S., Bouffet E., Clifford S. C., Hawkins C. E., French P., Rutka J. T., Pfister S., Taylor

- M. D. Medulloblastoma comprises four distinct molecular variants. *J. Clin. Oncol.* 2011 Apr;29(11):1408-14. <https://doi.org/10.1200/JCO.2009.27.4324>
9. Northcott P. A., Shih D. J., Remke M., Cho Y. J., Kool M., Hawkins C., Eberhart C. G., Dubuc A., Guettouche T., Cardentey Y., Bouffet E., Pomeroy S. L., Marra M., Malkin D., Rutka J. T., Korshunov A., Pfister S., Taylor M. D. Rapid, reliable, and reproducible molecular sub-grouping of clinical medulloblastoma samples. *Acta Neuropathol.* 2012 Apr;123(4):615-26. <https://doi.org/10.1007/s00401-011-0899-7>
  10. Perreault S., Ramaswamy V., Achrol A. S., Chao K., Liu T. T., Shih D., Remke M., Schubert S., Bouffet E., Fisher P. G., Partap S., Vogel H., Taylor M. D., Cho Y. J., Yeom K. W. MRI surrogates for molecular subgroups of medulloblastoma. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2014 Jul;35(7):1263-9. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3990>
  11. Taylor M. D., Northcott P. A., Korshunov A., Remke M., Cho Y. J., Clifford S. C., Eberhart C. G., Parsons D. W., Rutkowski S., Gajjar A., Ellison D. W., Lichter P., Gilbertson R. J., Pomeroy S. L., Kool M., Pfister S. M. Molecular subgroups of medulloblastoma: the current consensus. *Acta Neuropathol.* 2012 Apr;123(4):465-72. <https://doi.org/10.1007/s00401-011-0922-z>
  12. Zhang M., Wong S., Wright J., Wagner M., Tam L., Zhou Q. et al. MRI Radiogenomics of Pediatric Medulloblastoma: A Multicenter Study Published Online: Apr 19, 2022. <https://doi.org/10.1148/radiol.212137>
- ## References
1. Drui A. E., Papusha L. I., Yasko L. A., Konovalov D. M. Molecular genetic classification of medulloblastoma based on a study of the level of gene expression. Cellular technologies for practical healthcare: proceedings of the X Interregional Scientific and practical conference, November 26, 2021, under the general editorship of Prof. S. V. Sazonov. Yekaterinburg: Bulletin of the Ural Medical Academic Science, 2021. P. 42–53. (In Russ.) <http://orcid.org/0000-0003-3007-3772>
  2. Coluccia D., Figueredo C., Isik S., Smith C., Rutka J. T. Medulloblastoma: Tumor Biology and Relevance to Treatment and Prognosis Paradigm. *Curr Neurol. Neurosci. Rep.* 2016;16(5):43-54. <https://doi.org/10.1007/s11910-016-0644-7>
  3. Geiss G. K., Bumgarner R. E., Birditt B., Dahl T., Dowidar N., Dunaway D. L., Fell H. P., Ferree S., George R. D., Grogan T., James J. J., Maysuria M., Mitton J. D., Oliveri P., Osborn J. L., Peng T., Ratcliffe A. L., Webster P. J., Davidson E. H., Hood L., Dimitrov K. Direct multiplexed measurement of gene expression with color-coded probe pairs. *Nat. Biotechnol.* 2008 Mar;26(3):317-25. <https://doi.org/10.1038/nbt1385>
  4. Hovestadt V., Remke M., Kool M., Pietsch T., Northcott P. A., Fischer R., Cavalli F. M., Ramaswamy V., Zapatka M., Reifengerger G., Rutkowski S., Schick M., Bewerunge-Hudler M., Korshunov A., Lichter P., Taylor M. D., Pfister S. M., Jones D. T. Robust molecular subgrouping and copy-number profiling of medulloblastoma from small amounts of archival tumour material using high-density DNA methylation arrays. *Acta Neuropathol.* 2013 Jun;125(6):913-6. <https://doi.org/10.1007/s00401-013-1126-5>
  5. Koeller K. K., Rushing E. J. From the archives of the AFIP: medulloblastoma: a comprehensive review with radiologic-pathologic correlation. *Radiographics.* 2003 Nov-Dec;23(6):1613-37. <https://doi.org/10.1148/rg236035168>
  6. Korshunov A., Sahm F., Zheludkova O., Golanov A., Stichel D., Schrimpf D., Ryzhova M., Potapov A., Habel A., Meyer J., Lichter P., Jones T. W. D., von Deimling A., Pfister S. M., Kool M. DNA methylation profiling is a method of choice for molecular verification of pediatric WNT-activated medulloblastomas. *Neuro-*

- Oncology*. 2018 Sep;21(2):214-221. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noy155>
7. Louis D. N., Perry A., Reifenberger G., von Deimling A., Figarella-Branger D., Cavenee W. K., Ohgaki H., Wiestler O. D., Kleihues P., Ellison D. W. The 2016 World Health Organization Classification of Tumors of the Central Nervous System: a summary. *Acta Neuropathol*. 2016;131(6):803-820. <https://doi.org/10.1007/s00401-016-1545-1>
  8. Northcott P. A., Korshunov A., Witt H., Hielscher T., Eberhart C. G., Mack S., Bouffet E., Clifford S. C., Hawkins C. E., French P., Rutka J. T., Pfister S., Taylor M. D. Medulloblastoma comprises four distinct molecular variants. *J. Clin. Oncol*. 2011 Apr;29(11):1408-14. <https://doi.org/10.1200/JCO.2009.27.4324>
  9. Northcott P. A., Shih D. J., Remke M., Cho Y. J., Kool M., Hawkins C., Eberhart C. G., Dubuc A., Guettouche T., Cardentey Y., Bouffet E., Pomeroy S. L., Marra M., Malkin D., Rutka J. T., Korshunov A., Pfister S., Taylor M. D. Rapid, reliable, and reproducible molecular sub-grouping of clinical medulloblastoma samples. *Acta Neuropathol*. 2012 Apr;123(4):615-26. <https://doi.org/10.1007/s00401-011-0899-7>
  10. Perreault S., Ramaswamy V., Achrol A. S., Chao K., Liu T. T., Shih D., Remke M., Schubert S., Bouffet E., Fisher P. G., Partap S., Vogel H., Taylor M. D., Cho Y. J., Yeom K. W. MRI surrogates for molecular subgroups of medulloblastoma. *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 2014 Jul;35(7):1263-9. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A3990>
  11. Taylor M. D., Northcott P. A., Korshunov A., Remke M., Cho Y. J., Clifford S. C., Eberhart C. G., Parsons D. W., Rutkowski S., Gajjar A., Ellison D. W., Lichter P., Gilbertson R. J., Pomeroy S. L., Kool M., Pfister S. M. Molecular subgroups of medulloblastoma: the current consensus. *Acta Neuropathol*. 2012 Apr;123(4):465-72. <https://doi.org/10.1007/s00401-011-0922-z>
  12. Zhang M., Wong S., Wright J., Wagner M., Tam L., Zhou Q. et al. MRI Radiogenomics of Pediatric Medulloblastoma: A Multicenter Study Published Online: Apr 19, 2022. <https://doi.org/10.1148/radiol.212137>

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Терещенко Галина Викторовна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики, заведующая рентгенологическим отделением НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

117997 г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1.  
+7 (495) 287-65-70 (доб. 1220)

Вклад автора: разработка дизайна исследования, сбор материала, написание текста рукописи, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме, подбор изображений, создание таблиц и графиков.

**Tereshchenko Galina Viktorovna**, Ph. D., Senior Researcher and Head of Radiology department, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

1, Samory Mashela st., Moscow, 117997, Russia.  
+7 (495) 287-65-70 (add. 1220)

Author's contribution: development of study design, collection of material, writing the manuscript, analysis of the data obtained, review of publications on the topic, selection of images, creation of tables and graphs.

**Друй Александр Евгеньевич**, кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией молекулярной онкологии, НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

117997 г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1,  
+7 (495) 287-65-70 (доб. 5427)

Вклад автора: разработка дизайна исследования, сбор материала, написание текста рукописи, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме, подбор изображений, создание таблиц и графиков.

**Drui Alexander Evgenievich**, Ph. D, Head of the Laboratory of Molecular Oncology Dmitry Rogachev National Medical Research Center Of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

1, Samory Mashela st., Moscow, 117997, Russia.

+7 (495) 287-65-70 (5427)

Author's contribution: development of study design, collection of material, writing the manuscript, analysis of the data obtained, review of publications on the topic, selection of images, creation of tables and graphs.

**Папуша Людмила Ивановна**, кандидат медицинских наук, заведующая отделением нейроонкологии, НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

117997 г. Москва, ул. Саморы Машела, д. 1,

+7 (495) 287-65-70 (доб. 8305)

Вклад автора: сбор материала, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме.

**Papusha Lyudmila Ivanovna**, Ph. D., Head of the Department of Neuro-Oncology Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

1, Samory Mashela st., Moscow, 117997, Russia.

+7 (495) 287-65-70 (8305)

Author's contribution: collection of material, analysis of the data obtained, review of publications on the topic.

**Пронин Игорь Николаевич**, доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, заместитель директора по научной работе, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н. Н. Бурденко» МЗ РФ, Москва, Россия.

125047, Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., д. 16.

+7 (499) 972-85-55

Вклад автора: разработка концепции и идеи исследования, дизайна исследования, формирование алгоритма статистической обработки данных, анализ полученных данных, одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей.

**Pronin Igor Nikolaevich**, M.D., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Deputy Director for Scientific Work, Head of the Department of X-ray and Radioisotope Diagnostic Methods of the National Medical Research Center for Neurosurgery named after Academician N. N. Burdenko, of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

16, 4th Tverskaya-Yamskaya st., Moscow, 125047, Russia.

+7 (499) 972-85-55

Author's contribution: development of the concept and idea of the study, study design, formation of an algorithm for statistical data processing, analysis of the data obtained, approval of the final version of the article before submission.

Статья поступила в редакцию 14.02.2024;  
одобрена после рецензирования 29.04.2024;  
принята к публикации 29.04.2024.

The article was submitted 14.02.2024;  
approved after reviewing 29.04.2024;  
accepted for publication 29.04.2024.



## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья  
УДК 616.61-072.7  
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-41-54>

# Прогностическая значимость диффузионно-взвешенных изображений и ASL-перфузии почек в оценке прогрессирования хронической почечной недостаточности

Юлия Юрьевна Шкуратова<sup>1</sup>, Татьяна Геннадьевна Морозова<sup>2</sup>,  
Татьяна Давыдовна Гельт<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава  
России, Смоленск, Россия

<sup>1</sup> [juliyamilosh@yandex.ru](mailto:juliyamilosh@yandex.ru), [http:// ORCID.org/0009-0000-0153-6040](http://ORCID.org/0009-0000-0153-6040)

<sup>2</sup> [t.g.morozova@yandex.ru](mailto:t.g.morozova@yandex.ru), [http:// ORCID.org/0000-0003-4983-5300](http://ORCID.org/0000-0003-4983-5300)

<sup>3</sup> [tanjageltik@gmail.com](mailto:tanjageltik@gmail.com), [http:// ORCID.org/0000-0003-3661-3370](http://ORCID.org/0000-0003-3661-3370)

Автор, ответственный за переписку: Юлия Юрьевна Шкуратова, [juliyamilosh@yandex.ru](mailto:juliyamilosh@yandex.ru)

### Аннотация

**Цель исследования.** Определить значимость диффузионно-взвешенных изображений и ASL-перфузии в оценке прогрессирования хронической болезни почек.

**Материалы и методы.** Обследовано 77 пациентов с хронической болезнью почек: 34 (44, 2%) мужчины и 43 (55,8 %) женщины. Всем больным проведена МРТ почек с включением в протокол исследования диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и ASL (arterial spinal label) -перфузии. Полученные результаты позволили разделить пациентов на три группы. Группа сравнения включала 61 здорового добровольца.

**Результаты.** Установлена достоверная разница в данных ДВИ, ASL-перфузии у пациентов с ХБП и группой сравнения. Для группы сравнения характерны следующие показатели: нет ограничения диффузии, ИКД  $4,8 \pm 0,1 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, ASL-перфузия 482–496 мл/100 г/мин. Группа I: нет ограничения диффузии, ИКД  $1 - 4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, ASL-перфузия 390 – 436 мл/100 г/мин, группа II – ИКД более  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, нет ограничения диффузии, ASL-перфузия 294–402 мл/100 г/мин. Для группы III характерно ограничение диффузии при переменных ИКД и ASL.

**Заключение.** Отсутствие ограничения диффузии, ИКД  $1 - 4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, ASL-перфузия 390–436 мл/100г/мин, свидетельствуют о начале повреждения интактных нефронов, стадии гиперфильтрации ( $r = 0,973$ ). Отсутствие ограничения диффузии, ИКД более  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, ASL-перфузию 294–402 мл/100 г/мин следует рассматривать как риск развития метаболических последствий ХБП ( $r = 0,981$ ). Независимо от значений ИКД, ASL-перфузии почек, но при имеющемся ограничении диффузии, отмечена высокая корреляционная

© Шкуратова Ю. Ю., Морозова Т. Г., Гельт Т. Д., 2024

связь с 3б стадией ХБП ( $r = 0,923$ ) и гипокалиемией ( $r = 0,988$ ). ДВИ и ASL-перфузию почек необходимо включать в алгоритм обследования пациентов с ХБП для составления персонализированного лечебно-диагностического алгоритма.

**Ключевые слова:** диффузионно-взвешенные изображения, ASL-перфузия, магнитно-резонансная томография

**Для цитирования:** Шкуратова Ю. Ю., Морозова Т. Г., Гельт Т. Д. Прогностическая значимость диффузионно-взвешенных изображений и ASL-перфузии почек в оценке прогрессирования хронической почечной недостаточности // Радиология – практика. 2024;4:41-54. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-41-54>

### Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

### Конфликт интересов

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.

Морозова Т. Г., доктор медицинских наук, доцент, является членом редакционного совета журнала «Радиология – практика». Авторам не известно о каких-либо других потенциальных конфликтах интересов, связанных с этой рукописью.

### Соответствие принципам этики

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## ORIGINAL RESEARCH

Original research

# Prognostic Significance of Diffusion-Weighted Imaging and ASL-Perfusion in Evaluation the Progression of Chronic Kidney Disease

Yuliya Yu. Shkuratova<sup>1</sup>, Tat'jana G. Morozova<sup>2</sup>, Tat'jana D. Gel't<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia

<sup>1</sup> [juliyamilosh@yandex.ru](mailto:juliyamilosh@yandex.ru), <http://ORCID.org/0009-0000-0153-6040>

<sup>2</sup> [t.g.morozova@yandex.ru](mailto:t.g.morozova@yandex.ru), <http://ORCID.org/0000-0003-4983-5300>

<sup>3</sup> [tanjageltik@gmail.com](mailto:tanjageltik@gmail.com), <http://ORCID.org/0000-0003-3661-3370>

Corresponding author: Yuliya Yu. Shkuratova, [juliyamilosh@yandex.ru](mailto:juliyamilosh@yandex.ru)

### Abstract

**Objective.** To determinate the significance of diffusion-weighted imaging and ASL-perfusion in evaluation the progression of chronic kidney disease.

**Materials and methods.** The study included 77 patients with chronic kidney disease: 34 (44.2 %) men and 43 (55.8 %) women. All subjects underwent Magnetic Resonance Imaging of the kidneys, with the inclusion of diffusion-weighted imaging (DWI) and ASL (arterial spinal label) perfusion in the research protocol. These results helped divide the patients into three groups. The comparison group included 61 healthy people.

**Results.** There is statistically significant difference data in DWI and ASL perfusion between patients with CKD and the comparison group. The comparison group has the next counts: no diffusion restriction, ADC is  $4.8 \pm 0.1 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , ASL-perfusion is 482–496 ml/100 g/min. The first group has no diffusion restriction, ADC is  $1-4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , ASL-perfusion is 390–436 ml/100 g/min, the second group has no diffusion restriction, ADC is more than  $4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and ASL-perfusion 294–402 ml/100 g/min. The third group has diffusion restriction with different ADC and ASL-perfusion.

**Conclusion.** Absence of diffusion restriction, ADC is  $1-4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ , ASL-perfusion is 390–436 ml/100 g/min is indication of the beginning of injury to intact nephrons, the stage of hyperfiltration ( $r = 0,973$ ). Absence of diffusion restriction, ADC is more than  $4 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$  and ASL-perfusion 294–402 ml/100 g/min is risk of metabolic disorders in CKD ( $r = 0,981$ ). If it has diffusion restriction with different ADC and ASL-perfusion, there is high correlation with CKD stage 3b ( $r = 0.923$ ) and hypokalemia ( $r = 0.988$ ). DWI and ASL perfusion must be included in the examination algorithm for patients with CKD to create a personalized diagnostic and treatment algorithm.

**Keywords:** Magnetic Resonance Imaging, diffusion-weighted imaging, ASL-perfusion

**For citation:** Shkuratova Yu. Yu., Morozova T. G., Gelt T. D. Prognostic significance of diffusion-weighted images and ASL renal perfusion in assessing the progression of chronic renal failure. *Radiology – Practice*. 2024;4:41-54. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-41-54>

### Funding

The study was not funded by any sources.

### Conflicts of Interest

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).

Morozova T. G., M. D. Med., associate professor, is a member of the Editorial Board of «Radiology – Practice». The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript.

### Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

### Актуальность

Хроническая болезнь почек представляет собой клинический синдром,

обусловленный необратимым, обычно прогрессирующим повреждением почки вследствие различных патологиче-

ских состояний [3, 6, 9]. При данной патологии происходит постепенное замещение нормальной ткани рубцовым компонентом [2, 5]. Вариабельные степени ХБП сопровождаются достаточным количеством разнообразных симптомов и изменениями лабораторных показателей в виде повышения креатинина и азота мочевины крови из-за падения скорости клубочковой фильтрации (СКФ) [2, 5, 6, 7]. Существует достаточно много причин развития ХБП: диабет, гипертония, гломерулонефрит, интерстициальный нефрит, кистозная болезнь почек и неизвестные причины. Представленные выше заболевания вначале вовлекают в патологический процесс только один специфический сегмент нефрона совместно с кровеносными сосудами, клубочками, канальцами или интерстицием [5, 6, 9]. При прогрессировании патологического процесса происходит снижение СКФ, вовлекается нефрон с последующей утратой нормальной архитектоники почки, замещением коллагеном, уменьшением почки в размере. Когда ряд нефронов становится афункциональным, другие продолжают функционировать на более высоком уровне, поддерживая гомеостаз до того момента, пока у пациента не развивается уремия. В течение недели или месяцев после этого может наступить смерть, если не будут проведены диализ или пересадка почки. ХБП часто прогрессирует, даже если причина, которая ее вызвала, будет устранена. Скорость прогрессирования неодинакова: развитие терминальной стадии за год, а может за 10 лет [6]. К основным методам диагностики ХБП относятся: сбор анамнеза, биохимический анализ крови с определением уровня калия, натрия, креатинина с последующим подсчетом скорости клубочковой фильтрации (СКФ), общий анализ крови и мочи, ультразвуковое исследование почек. Для оценки

СКФ в широкой клинической практике применяют значения этого показателя на основании расчетных формул, включающих пол, возраст пациента и концентрацию креатинина в сыворотке крови [7]. На этапе развития новых технологий в медицине целесообразно рассматривать в структуре лучевой диагностики поиск таких методик, которые бы позволили лечащему врачу получить от врача лучевой диагностики исчерпывающую информацию, включающую оценку риска прогрессирования ХБП уже на начальном этапе повреждения интактных нефронов и возможность определения наличия метаболических последствий почечной недостаточности [5].

**Цель:** определить прогностическую значимость диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и ASL-перфузии почек в оценке прогрессирования хронической почечной недостаточности.

## Материалы и методы

На базе ОГБУЗ «Клиническая больница № 1» г. Смоленска обследовано 77 пациентов с ХБП, которые находились на стационарном лечении и отделении реанимации, среди них 34 (44,2 %) мужчины и 43 (55,8 %) женщины. Структура клинических форм представлена в табл. 1.

Всем больным проведено УЗИ почек с оценкой кровотока по основным почечным сосудам, данные за ослабление кровотока по корковому слою почек получены у 45 (58,4 %) больных. Всем больным проведена МРТ почек с включением в протокол исследования диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ) и ASL (arterial spinal label) -перфузии (рис. 1).

МРТ проведено на 1,5 Тл аппарате (Toshiba, Vantage Titan) при использовании 16-канальной абдоминальной катушки. При проведении ДВИ почек оценивали b-фактор 1000, при проведении ASL-перфузии поле обзора охва-

Таблица 1

**Структура клинических форм в зависимости от причинных факторов  
ХБП (n = 54)**

Клинические причины ХБП	Пол		Всего, абс., %	Возраст
	Муж., абс., %	Жен., абс., %		
Сахарный диабет	9 (37,5)	15 (62,5)	24 (20,3)	59 ± 9,5
Гипертоническая болезнь	7 (35)	13 (65)	20 (12,9)	
Гломерулонефрит	8 (72,7)	3 (27,3)	11 (7,4)	
Кистозная болезнь почек	6 (37,5)	10 (62,5)	16 (27,8)	
Интерстициальный нефрит	4 (66,7)	2 (33,3)	6 (27,8)	
Всего	34 (44,2)	43 (55,8)	77 (100)	



Рис. 1. МР-протокол исследования почек с включением последовательностей ДВИ и ASL-перфузии: *а* – положение пациента в МР-томографе, *б* – МР-протокол с включением ДВИ и ASL-перфузии почек

тивало зону обеих почек. Проводилась постпроцессинговая обработка результатов МР-последовательностей с оценкой качественных и количественных показателей ДВИ почек и построением серошкальных и количественных карт ASL-перфузии. Референтным методом являлась оценка скорости клубочковой фильтрации для всех больных при поступлении в стационар, в условиях реанимационного отделения, затем на этапе стационарного наблюдения; аутопсийный материал исследовался у 39 больных; прижизненная биопсия почки (анализ данных историй болезни) у 4 че-

ловек. Группа сравнения была представлена здоровыми лицами (n = 61) с целью определения нормальных почечных критериев по данным ДВИ и ASL-перфузии. Статистическая обработка результатов осуществлялась с использованием пакета Statistica 8.0 (официальный сайт разработчиков [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)). Для подтверждения достоверности различий нечисловых параметров использовался критерий согласия Пирсона ( $\chi^2$ ) или точный критерий Фишера, оценивался независимый t-критерий, в качестве вероятности ошибки применялась величина  $p < 0,05$ .

## Результаты и их обсуждение

В группе здоровых добровольцев получены следующие показатели: по ДВИ качественно — нет ограничения диффузии, ИКД более  $4,8 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, по ASL-перфузии — более 470 мл/100 г/мин. Проводился анализ результатов лабораторных данных, клинической картины с последующим сопоставлением с показателями МР-исследования почек. Всем пациентам параллельно с лабораторными данными проведена МРТ почек с включением в протокол ДВИ и ASL-перфузии, что позволило разделить больных на три группы на основании полученных показателей. В группу I вошли пациенты с установленным диагнозом ХБП, у которых при проведении МРТ почек отмечалось снижение показателей ИКД и ASL-перфузии в сравнении с группой контроля. Во II группу включены пациенты, у которых отмечались высокие показатели ИКД при сниженных показателях ASL-перфузии, в III группу были отнесены пациенты с различными показателями ИКД и ASL-перфузии, но

с имеющимся ограничением диффузии по данным ДВИ (табл. 2).

Таким образом, было установлено, что имеется достоверная разница в данных измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), количественных показателях ASL-перфузии у пациентов с ХБП и группой сравнения. В течение 6 месяцев летальный исход наступил у 4 (9,1 %) больных в связи с быстро прогрессирующей ХБП, развитием терминальной стадии. Результаты ДВИ и ASL-перфузии почек (рис. 2) были сопоставлены с данными аутопсийного материала (рис. 3), где установлены гиалиноз и склероз клубочков, гипертрофия единичных клубочков, гибель канальцев, в интерстиции почечной ткани множественные очаги склероза.

У 2 (4,5 %) пациентов были предоставлены результаты биопсии почек, которая была проведена в связи с необходимостью диагностики злокачественного новообразования и реноваскулярной гипертензии. Перед забором биопсийного материала пациентам проводилась МРТ органов брюшин-

Таблица 2

**Результаты ДВИ и ASL-перфузии почек в I группе в зависимости от причины ХБП (n = 44)**

I группа (n = 44)			
Причина ХБП	ДВИ		ASL-перфузия, мл/100 г/мин
	Количественная оценка (ИКД)	Качественная оценка	
Сахарный диабет	$1,3 \pm 0,3 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*	Нет ограничения диффузии	400,1 ± 9,5 мл/100 г/мин**
Гипертоническая болезнь	$3,9 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		411,3 ± 5,8 мл/100 г/мин**
Гломерулонефрит	$2,4 \pm 0,2 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		421,1 ± 4,2 мл/100 г/мин**
Кистозная болезнь почек	$3,0 \pm 1,2 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		401,5 ± 7,2 мл/100 г/мин**
Интерстициаль- ный нефрит	$3,5 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		400,1 ± 2,1 мл/100 г/мин**
Группа сравнения (n = 61)	$4,8 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		496,2 ± 13,7 мл/100 г/мин**

Примечание: \* – p < 0,01; \*\* – p < 0,001.

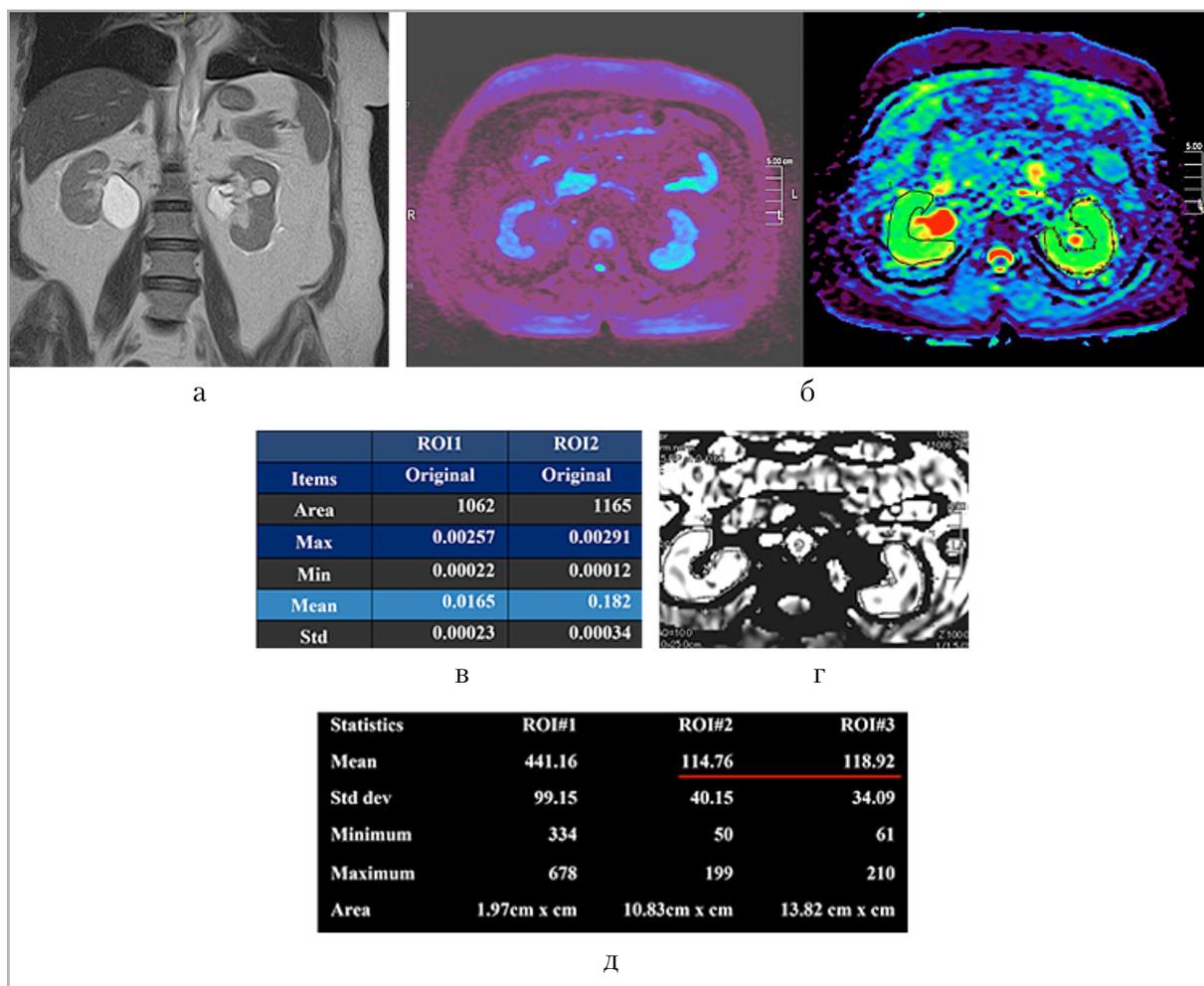


Рис. 2. МР-томограммы почек пациента 53 лет с терминальной стадией ХБП: *а* – корональная проекция, режим Т2-ВИ; *б* – качественные показатели ДВИ почек; *в* – количественные показатели ДВИ почек: ROI1 – правая почка, ROI2 – левая почка; *г* – серошкальная карта ASL-перфузии почек; *д* – количественная карта ASL-перфузии почек: ROI#1 – аорта, ROI#2 – правая почка, ROI#3 – левая почка

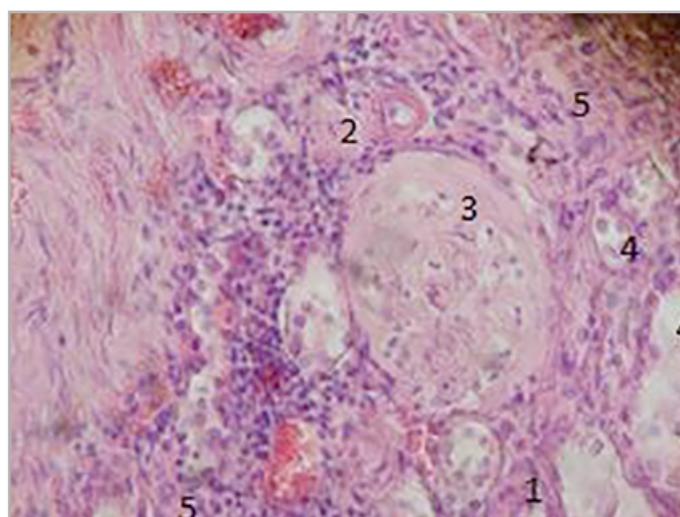


Рис. 3. Аутопсийный материал среза почки пациента 53 лет с ХБП терминальной стадии, окраска г.-э.,  $\times 200$ : гиалиноз (1) и склероз клубочков (2), гипертрофия единичных клубочков (3), гибель канальцев (4), в интерстиции почечной ткани множественные очаги склероза (5)

ного пространства, полученные данные одного из пациентов представлены на рис. 4.

По данным гистологического исследования в биопсийном материале почки обнаружены гипертрофия множественных клубочков, единичные очаги склероза (рис. 5).

Исходя из полученных данных был сделан вывод, что при отсутствии ограничения диффузии в паренхиме почек, ИКД от 1 до  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, показателях ASL-перфузии от 390 до 436 мл/100 г/мин, следует говорить о начале повреждения интактных нефронов, стадии гиперфилтрации и о необходимости незамедлительного назначения препаратов,

которые снижают гидростатическое давление в клубочках (ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента) ( $r = 0,973$ ).

Во второй группе пациентов ( $n = 27$ ) не было отмечено ограничения диффузии, но значительно был повышен ИКД и наблюдалось снижение показателей ASL-перфузии почек (табл. 3).

Было установлено, что имеется достоверная разница в данных ИКД, количественных показателях ASL-перфузии у пациентов II группы с ХБП, с группой сравнения и I группой пациентов с ХБП ( $p < 0,01$ ). У 19 (70,4 %) пациентов представленной группы клинически ХБП не проявлялась, но спустя 6–12 месяцев

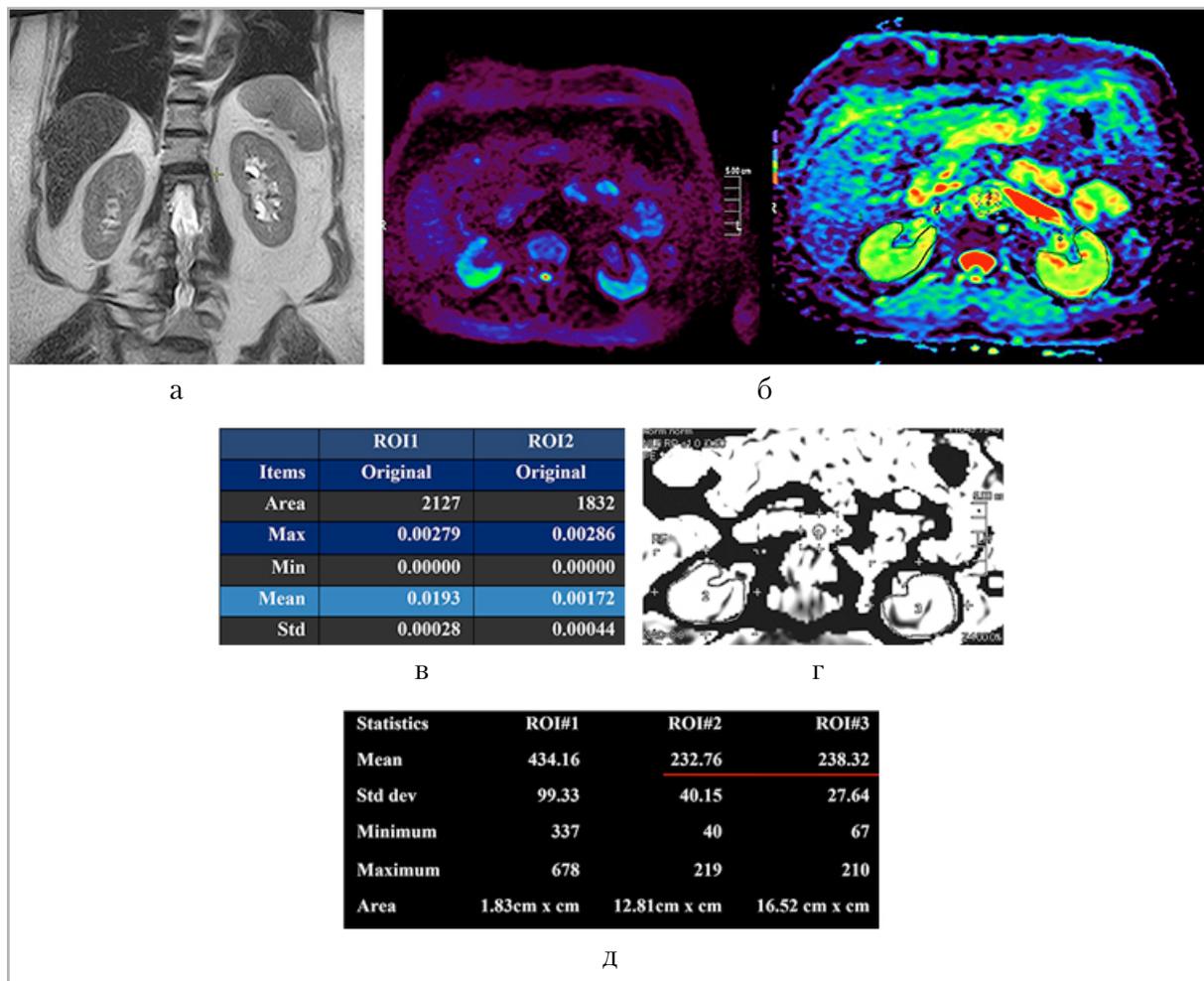


Рис. 4. МР-томограммы почек пациентки 59 лет: *а* – корональная проекция, режим T2-ВИ; *б* – качественные показатели ДВИ почек; *в* – количественные показатели ДВИ почек: ROI1 – правая почка, ROI2 – левая почка; *г* – серошкальная карта ASL-перфузии почек; *д* – количественная карта ASL-перфузии почек: ROI#1 – аорта, ROI#2 – правая почка, ROI#3 – левая почка

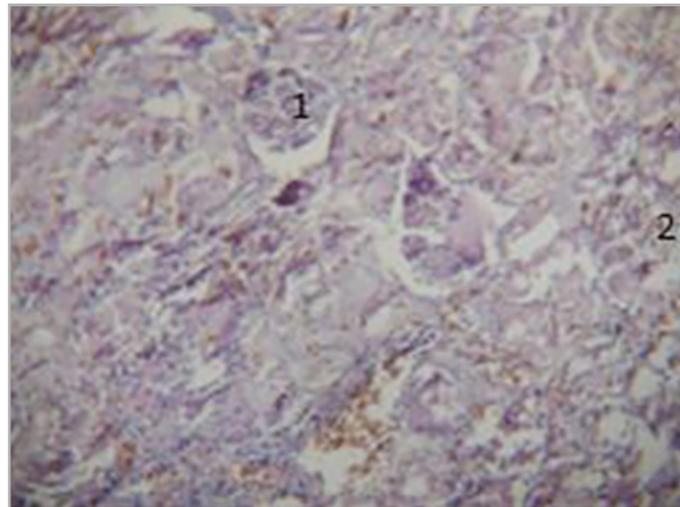


Рис. 5. Микропрепарат прижизненного гистологического материала среза почки пациентки 59 лет, окраска г.-э.,  $\times 200$ : 1 – гипертрофия множественных клубочков, 2 – единичные очаги склероза

Таблица 3

**Результаты ДВИ и ASL-перфузии почек во II группе в зависимости от причины ХБП (n = 27)**

II группа (n = 27)			
Причина ХБП	ДВИ		ASL-перфузия, мл/100 г/мин
	Количественная оценка (ИКД)	Качественная оценка	
Сахарный диабет	$6,1 \pm 1,2 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$	Нет ограничения диффузии	$302,1 \pm 5,1 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$
Гипертоническая болезнь	$7,9 \pm 2,3 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$		$287,5 \pm 4,1 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$
Гломерулонефрит	$15,3 \pm 0,5 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$		$321,7 \pm 3,1 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$
Кистозная болезнь почек	$14,0 \pm 2,7 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$		$299,4 \pm 5,3 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$
Интерстициальный нефрит	$16,8 \pm 3,2 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$		$400,1 \pm 2,1 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$
Группа сравнения (n = 61)	$4,8 \pm 0,1 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}^*$		$496,2 \pm 13,7 \text{ мл}/100 \text{ г}/\text{мин}^{**}$

Примечание: \* –  $p < 0,01$ ; \*\* –  $p < 0,001$ .

больные указали на следующие жалобы: чувствительность к погодным условиям, общее плохое самочувствие, плохо корригируемый уровень глюкозы и артериального давления, развитие анемии. Лечащим врачом проведены мероприятия по коррекции указанных выше модифицируемых факторов прогрессирования ХБП. Через 1,5 года летальный

исход наступил у 2 (7,4 %) больных в связи с развитием терминальной стадии ХБП. Результаты ДВИ и ASL-перфузии почек были сопоставлены с результатами СКФ. У 25 (92,6 %) больных СКФ соответствовала 2-й стадии (n = 13), 3а стадии (n = 5), 3б стадии (n = 4), 4-й стадии (n = 3). У 10 (37 %) больных из этой группы через 1 месяц наблюдения

зафиксированы гиперкалиемия и гипонатриемия, что свидетельствовало о метаболических последствиях почечной недостаточности, у 8 (29,6 %) больных представленные изменения были отмечены через 6 месяцев, у 3 (11,1 %) — через 12 месяцев, у 4 (14,8 %) — через 1,5 года. У 2 (7,4 %) пациентов СКФ на протяжении 1,5 лет активно снижалась, последние показатели составили 9–10 мл/мин. Пациенты наблюдались и проходили лечение в условиях реанимации, зафиксирован летальный исход в связи с развившейся терминальной стадией. По данными аутопсийного материала почек двух (7,4 %) пациентов выявлен гиалиноз и склероз клубочков, гибель канальцев, в интерстиции почечной ткани множественные очаги склероза. Исходя из полученных данных был сделан вывод, что при отсутствии ограничения диффузии в паренхиме почек, ИКД более  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, показателях ASL-перфузии от 294 до 402 мл/100 г/мин, следует прогнозировать развитие метаболических последствий почечной недостаточности, поэтому данной категории пациентов следует составлять персонализированный лечебно-диагностический алгоритм, предусматривающий изменения сроков и

кратности наблюдения ( $r = 0,981$ ). В III группе пациентов ( $n = 6$ ) было отмечено, что независимо от значений ИКД, ASL-перфузии почек, но при имеющемся ограничении диффузии представленные маркеры визуализации в 100 % случаев коррелировали с СКФ от 30 до 44 мл/мин/1,73 м<sup>2</sup>, т. е. с 3б стадией ХБП ( $r = 0,923$ ) и гипокалиемией ( $r = 0,988$ ), что требовало незамедлительной коррекции лечебного алгоритма (табл. 4).

Авторы Ахмедова Н. Ш., Равшанов С. (2022) в своей работе предлагают в амбулаторных условиях прогнозировать прогрессирование ХБП по данным результатов анкетирования с целью обозначения риска развития ХБП у населения, с последующим анализом частоты встречаемости микроальбуминурии [1]. Но этот способ направлен на вероятный фактор развития почечной недостаточности, не всегда пациент может адекватно ответить на представляемые ему вопросы анкеты, что может привести к ложноположительному или ложноотрицательному результату. При этом клинические данные ASL-перфузии могут быть классифицированы по отдельным паттернам на основе признаков гипоперфузии либо гиперперфузии и в совокупности с клинико-анамне-

Таблица 4

**Результаты ДВИ и ASL-перфузии почек в III группе в зависимости от причины ХБП (n = 6)**

III группа (n = 6)			
Причина ХБП	ДВИ		ASL-перфузия, мл/100 г/мин
	Количественная оценка (ИКД)	Качественная оценка	
Сахарный диабет	$4,2 \pm 2,2 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*	Нет ограничения диффузии	$256,1 \pm 4,8$ мл/100 г/мин**
Гипертоническая болезнь	$3,2 \pm 2,3 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		$318,4 \pm 5,1$ мл/100 г/мин**
Гломерулонефрит	$4,3 \pm 0,5 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		$406,2 \pm 3,7$ мл/100 г/мин**
Группа сравнения (n = 61)	$4,8 \pm 0,1 \times 10^{-3}$ мм <sup>2</sup> /с*		$496,2 \pm 13,7$ мл/100 г/мин**

Примечание: \* –  $p < 0,01$ ; \*\* –  $p < 0,001$ .

стическими данными и данными других исследований позволят поставить точный диагноз в короткие сроки [4, 10, 11]. Использование ДВИ в настоящее время является одним из наиболее многообещающих инструментов в оценке фиброза почек при ХБП. По данным Carol et al., использование ДВИ в оценке прогрессирования ХБП позволит сократить количество биопсий почки для верификации диагноза [4, 6]. В нашем исследовании представлены результаты ДВИ и ASL-перфузии почек уже с установленной ХБП, и применяемые последовательности в полной мере позволяют прогнозировать прогрессирование процесса, возможность оценки метаболических последствий почечной недостаточности, т. е. благодаря этому врач может получить максимальную информацию, которая позволит персонифицировать тактику ведения больных.

## Выводы

1. Отсутствие ограничения диффузии в паренхиме почек, ИКД от 1 до  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, показатели ASL-перфузии от 390 до 436 мл/100 г/мин, свидетельствуют о начале повреждения интактных нефронов, стадии гиперфильтрации ( $r = 0,973$ ).
2. Отсутствие ограничения диффузии в паренхиме почек, ИКД более  $4 \times 10^{-3}$  мм<sup>2</sup>/с, показатели ASL-перфузии от 294 до 402 мл/100 г/мин, следует рассматривать как риск развития метаболических последствий почечной недостаточности ( $r = 0,981$ ).
3. Независимо от значений ИКД, ASL-перфузии почек, но при имеющемся ограничении диффузии отмечена высокая корреляционная связь с 3б стадией ХБП ( $r = 0,923$ ) и с гипокалиемией ( $r = 0,988$ ).
4. Проведение ДВИ и ASL-перфузии почек необходимо включать в алгоритм обследования пациентов с ХБП, так как это позволяет составлять персонифицированный лечебно-диагностический алгоритм, предусматривающий изменения сроков кратности наблюдения.

## Список источников

1. Ахмедова Н. Ш., Равшанов С. Аспекты прогнозирования хронической болезни почек в амбулаторных условиях // Биология и интегративная медицина. 2022. Т. 55, № 2. С. 113–120.
2. Иванов А. О., Шишкин А. Н. Современное представление об участии метаболических нарушений в кардиоренальных взаимоотношениях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Медицина. 2018. Т. 13, № 3. С. 224–236. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2018.301>
3. Кинванлун И. Г., Сабиров И. С., Умурзаков Ш. Э., Юсупов А. Ф., Юлдашев А. А. Дисфункция почек у коморбидных пациентов с хронической обструктивной болезнью легких: факторы риска и двунаправленное действие системных эффектов. The Scientific Heritage. 2021;58:59-64.
4. Труфанов Г. Е., Фокин В. А., Асатурян Е. Г., Ефимцев А. Ю., Чегина Д. С., Шмедьк Н. Ю., Машенко И. А., Алдатов Р. Х. Методика артериального спинного маркирования: клиническое применение // Russian Electronic J. of Radiology. 2019. Т. 9, № 4. С. 129–147. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147>
5. Шанин В. Ю. Патофизиология критических состояний. 3-е изд. СПб.: ИП Маков М. Ю., 2021. 440 с.
6. Шилов Е. М., Смирнов А. В., Козловская Н. Л. Нефрология. Клинические рекомендации. М.: ГЭОТАР-Медиа., 2020. 856 с.
7. Шилов Е. М. Формулы оценки скорости клубочковой фильтрации: правильное и неправильное применение // Клиническая нефрология. 2023. Т. 15, № 3. С. 69–71. <https://doi.org/10.18565/nephrology.2023.3.69-71>

8. Шутов А. М. Хроническая болезнь почек — глобальная проблема XXI века // Клиническая медицина. 2014. № 5. С. 5–10. — Текст: электронный // Образовательная платформа cyberleninka [https://cyberleninka.ru/]. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/hronicheskaya-bolezn-pochek-globalnaya-problema-xxi-veka (дата обращения: 18.12.2023).
9. Carol A., Shneider M., Friedli I., Ljimini A., De Seigneux S., Boor P., Gullapudi L., Kazmi I., Mendichovszky I. A., Notohamiprodjo M., Shelby N. M., Thoeny H. C., Grenier N., Vallee J-P. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging to assess diffuse renal pathology: a systematic review and statement paper. *Nephrol Dial Transplant*. 2018;33:29-40. https://doi: 10.1093/ndt/gfy163
10. Franklin S., Bones I. K., Hartevelde A. A., Hirschler L., Van Stralen M., Qin Q., De Boer A., Hoogduin J. M., Bos C., Van Osch M. J. P., Schmid S. Multi-organ comparison of flow-based arterial spin labeling techniques: Spatially non-selective labeling for cerebral and renal perfusion imaging. *Nephrology Dialysis Transplantation*. 2010;25(4):1126-1133. https://doi.org/10.1093/ndt/gfp639
11. Taso M., Aramendía-Vidaurreta V., Englund E. K., Francis S., Franklin S., Madhuranthakam A. J., Martirosian P., Nayak K. S., Qin Q., Shao X., Thomas D. L., Zun Z., Fernández-Seara M. A. Update on state-of-the-art for arterial spin labeling (ASL) human perfusion imaging outside of the brain. *Magnetic resonance in medicine*. 2023;89(5):1754-1776. https://doi.org/10.1002/mrm.29609
1. Akhmedova N. Sh., Ravshanov S. Aspects of predicting chronic kidney disease in outpatient settings. *Biology and Integrative Medicine*. 2022;55(2):113-120. (In Russ).
2. Ivanov A. O., Shishkin A. N. Modern idea of the participation of metabolic disorders in cardiorenal relationships. *Bulletin of St. Petersburg University. Medicine*. 2018;13(3):224-236. (In Russ). https://doi.org/10.21638/11701/spbu11.2018.301
3. Kinvanlun I. G., Sabirov I. S., Umurzakov Sh. E., Yusupov A. F., Yuldashev A. A. Kidney dysfunction by comorbid patients with chronic obstructive pulmonary disease: risk factors and bidirectional systemic effects. *The Scientific Heritage*. 2021;58:59-64. (In Russ).
4. Trufanov G. E., Fokin V. A., Asaturyan E. G., Efimtsev A. Yu., Chegina D. S., Shmedyk N. Yu., Mashchenko I. A., Aldatov R. Kh. Arterial spin labeling technique: clinical application. *Russian Electronic J. of Radiology*. 2019;9(4):129-147. (In Russ). https://doi:10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147.
5. Shanin V. Yu. Pathophysiology of critical conditions. 3rd edit. St. Peterburg: IE Makov M. Yu., 2021. 440 p. (In Russ).
6. Shilov E. M., Smirnov A. V., Kozlovskaya N. L. Nephrology. Clinical references Moscow: GOETAR-Media, 2020. 856 p. (In Russ).
7. Shilov E. M. Formulas for estimating glomerular filtration rate: correct and incorrect use. *Clinical nephrology*. 2023;(15)3:69-71. (In Russ). https://doi: 10.18565/nephrology.2023.3.69-71
8. Shutov A. M. Chronic kidney disease — a global problem in the XXI century // Clinical medicine. 2014;5:5-10. (In Russ.). Text: electronic // Transformational platform cyberleninka [https://cyberleninka.ru/]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/hronicheskaya-bolezn-pochek-globalnaya-problema-xxi-veka (date of application: 18.12.2023).
9. Carol A., Shneider M., Friedli I., Ljimini A., De Seigneux S., Boor P., Gullapudi L., Kazmi I., Mendichovszky I. A., Notohamiprodjo M., Shelby N. M., Thoeny H. C., Grenier N., Vallee J-P. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging to assess diffuse renal pathology: a systematic review and statement paper.

## References

- Nephrol Dial Transplant.* 2018;33:29-40. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfy163>
10. Franklin S., Bones I. K., Hartevelde A. A., Hirschler L., Van Stralen M., Qin Q., De Boer A., Hoogduin J. M., Bos C., Van Osch M. J. P., Schmid S. Multi-organ comparison of flow-based arterial spin labeling techniques: Spatially non-selective labeling for cerebral and renal perfusion imaging. *Nephrology Dialysis Transplantation.* 2010;25(4):1126-1133. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfp639>
11. Taso M., Aramendía-Vidaurreta V., Englund E. K., Francis S., Franklin S., Madhuranthakam A. J., Martirosian P., Nayak K. S., Qin Q., Shao X., Thomas D. L., Zun Z., Fernández-Seara M. A. Update on state-of-the-art for arterial spin labeling (ASL) human perfusion imaging outside of the brain. *Magnetic resonance in medicine.* 2023;89(5):1754-1776. <https://doi.org/10.1002/mrm.29609>

---

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Морозова Татьяна Геннадьевна**, доктор медицинских наук, доцент, заведующая кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28.

+7 (481) 255-34-09

Вклад автора: формирование идеи, цели и написание текста, утверждение окончательного варианта статьи – принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

**Morozova Tat'jana Gennad'evna**, M.D. Med., associate professor Head of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

28, Krupskoj st., Smolensk, 214019, Russia.

+7 (481) 255-34-09

Author's contribution: formation of an idea, goals and writing a text, 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.

**Шкуратова Юлия Юрьевна**, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28.

+7 (481) 255-34-09

Вклад автора: существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение данных и их анализ и интерпретацию.

**Shkuratova Yuliya Yur'evna**, Postgraduate student of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

28, Krupskoj st., Smolensk, 214019, Russia.

+7 (481) 255-34-09.

Author's contribution: significant contribution to the concept and design of the study, data acquisition or analysis and interpretation.

**Гельт Татьяна Давыдовна**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

214019, г. Смоленск, ул. Крупской, д. 28.

+7 (481) 255-34-09

Вклад автора: участие в обработке материала и обсчете статистических показателей.

**Gel't Tat'jana Davydovna**, Ph. D. Med., associate professor of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy with a course of additional professional education of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia.

28, Krupskoj st., Smolensk, 214019, Russia.

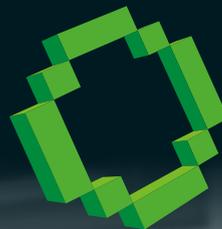
+7 (481) 255-34-09

Author's contribution: participation in the processing of the material and calculation of statistical indicators.

Статья поступила в редакцию 17.04.2024;  
одобрена после рецензирования 13.06.2024;  
принята к публикации 13.06.2024.

The article was submitted 17.04.2024;  
approved after reviewing 13.06.2024;  
accepted for publication 13.06.2024.

Разработка | Производство | Сервис



**МТЛ**<sup>®</sup>  
МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реклама. АО «МТЛ»  
erid: 2V5b5xMquCL



ISO 13485:2016



МТЛ – лауреат всероссийского конкурса «Безопасность медицинских изделий на благо людей» в номинации «Надежный производитель».

Компания МТЛ гордится своими высококвалифицированными специалистами, которые ежедневно работают над созданием передовых решений для медицины. Мы стремимся к инновациям и поддержанию высочайших стандартов качества.

#### Почему выбирают МТЛ:

- **Лидерство в отрасли**  
Признание на всероссийском уровне.
- **Квалифицированная команда**  
Опыт и знания профессионалов.
- **Инновации**  
Постоянное внедрение новейших разработок.





## КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616.381-003.6

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-56-66>

### Магнитные инородные тела желудочно-кишечного тракта у детей. Клинические наблюдения

Елена Борисовна Ольхова<sup>1</sup>, Кристина Алексеевна Щедрина<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>1,2</sup> ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>1</sup> elena-olchova@bk.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3757-8001>

<sup>2</sup> kristinamaksenkova@gmail.com, <http://orcid.org/0009-0008-0199-6029>

Автор, ответственный за переписку: Кристина Алексеевна Щедрина,  
[kristinamaksenkova@gmail.com](mailto:kristinamaksenkova@gmail.com)

#### Аннотация

**Введение.** Проглатывание магнитных инородных тел (МаИТ) в педиатрической практике в последние годы стало частым явлением в связи с распространенностью игрушек, содержащих магниты. Проглатывание одного небольшого МаИТ редко вызывает повреждение желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Однако при одновременном проглатывании множественных МаИТ существует риск возникновения осложнений (перфорация кишки, формирование инфильтрата, развитие кишечной непроходимости, перитонита), что определяет значимость точной диагностики и активную хирургическую тактику ведения пациентов.

**Цель исследования.** Демонстрация возможностей ультразвуковой диагностики в обнаружении фиксированных МаИТ пищеварительного тракта у детей.

**Материалы и методы.** Представлены два клинических наблюдения МаИТ: в первом случае отсутствие пассажа МаИТ по ЖКТ у ребенка 8 лет послужило поводом для прицельного ультразвукового поиска магнитов с определением их локализации. Во втором случае у девочки 2,5 лет длительно стоящие в ЖКТ МаИТ симулировали клиническую картину целиакии за счет формирования желудочно-кишечных свищей. Детям было выполнено рентгенологическое обследование и УЗИ.

**Результаты.** В первом случае эхографически удалось четко дифференцировать расположение МаИТ в просвете толстой кишки, во втором случае фиксированные МаИТ эхографически дифференцированы в верхних отделах брюшной полости. Комплексная лучевая диагностика позволила оптимизировать тактику ведения пациентов: в первом случае МаИТ были успешно извлечены при колоноскопии, во втором наблюдении было выполнено эндоскопическое извлечение 3 МаИТ из желудка и лапароскопическое удаление 24 МаИТ из тонкой и толстой кишки, разобщение межкишечных анастомозов. Оба ребенка выздоровели.

© Ольхова Е. Б., Щедрина К. А., 2024

**Выводы.** УЗИ может быть рекомендовано в качестве дополнительного диагностического метода при МаИТ пищеварительного тракта у детей для уточнения локализации МаИТ и оценке осложнений. Выполнение УЗИ целесообразно после рентгенологического исследования, когда известна примерная локализация МаИТ.

**Ключевые слова:** ультразвуковая диагностика, инородное тело, дети, желудочно-кишечный тракт

**Для цитирования:** Ольхова Е. Б., Щедрина К. А. Магнитные инородные тела желудочно-кишечного тракта у детей. Клинические наблюдения // Радиология – практика. 2024;4:56-66. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-56-66>

#### **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

#### **Конфликт интересов**

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).

#### **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## **CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS**

Short report

### **Magnetic Foreign Bodies of the Gastrointestinal Tract in a Child. Clinical Observations**

**Elena B. Olkhova<sup>1</sup>, Kristina A. Shchedrina<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation (FSBEI HE «ROSUNIMED» of MOH of Russia), Moscow, Russia

<sup>1,2</sup> Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir of the Department of Healthcare of Moscow, Moscow, Russia

<sup>1</sup> [elena-olchova@bk.ru](mailto:elena-olchova@bk.ru), <http://orcid.org/0000-0003-3757-8001>

<sup>2</sup> [kristinamaksenkova@gmail.com](mailto:kristinamaksenkova@gmail.com), <http://orcid.org/0009-0008-0199-6029>

Corresponding author: Kristina A. Shchedrina, [kristinamaksenkova@gmail.com](mailto:kristinamaksenkova@gmail.com)

## Abstract

**Background.** Ingestion of magnetic foreign bodies (MFBs) in pediatric practice has become common in recent years due to the prevalence of toys containing magnets. Ingestion of one small MFB rarely causes damage to the gastrointestinal tract (GIT). However, with the non-simultaneous ingestion of multiple MFBs, there is a risk of complications (intestinal perforation, formation of infiltrate, development of intestinal obstruction, peritonitis), which determines the importance of accurate diagnosis and active surgical tactics for patient management.

**Objective.** Demonstration of the capabilities of ultrasound diagnostics in detecting fixed MFBs of the digestive tract in children.

**Materials and Methods.** Two clinical observations of MFBs are presented: in the first case, the absence of passage of MFBs through the GIT in an 8-year-old child was the reason for a targeted ultrasound search for magnets with determination of their localization. In the second case, in a 2.5-year-old girl, long-standing MFBs in the GIT simulated the clinical picture of celiac disease due to the formation of gastrointestinal fistulas. The children underwent X-ray examination and ultrasound.

**Results.** In the first case, echographically it was possible to clearly differentiate the location of MFBs in the lumen of the colon; in the second case, fixed MFBs were echographically differentiated in the upper parts of the abdominal cavity. Complex radiological diagnostics made it possible to optimize the tactics of patient management: in the first case, MFBs were successfully removed during colonoscopy; in the second observation, endoscopic removal of 3 MFBs from the stomach and laparoscopic removal of 24 MFBs from the small intestine and large intestine and separation of interintestinal anastomoses were performed. Both children recovered.

**Conclusion.** Ultrasound can be recommended as an additional diagnostic method for MFBs of the digestive tract in children to clarify the localization of MFBs and assess complications. Performing an ultrasound is advisable after an X-ray examination, when the approximate localization of MFBs is known.

**Keywords:** Ultrasonography, Foreign Body, Children, Gastrointestinal Tract

**For citation:** Olkhova E. B., Shchedrina K. A. Magnetic Foreign Bodies of the Gastrointestinal Tract in a Child. Clinical observation. *Radiology – Practice*. 2024;4:56-66. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-56-66>

## Funding

The study was not funded by any sources.

## Conflicts of Interest

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).

## Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## Актуальность

Проглатывание инородных тел (ИТ) является частой проблемой в неотложной педиатрической практике. Дети с любопытством исследуют окружающее пространство, и мелкие блестящие магниты привлекают их внимание. Проглатывание магнитных ИТ (МаИТ) встречается у детей в основном в возрасте от 6 месяцев до 3 лет. Вербальный контакт с ребенком в этом возрасте крайне затруднен или невозможен, что препятствует сбору анамнеза, а жалобы пациента могут быть оценены только косвенно со слов родственников/опекунов пациента. В более старшем возрасте дети часто скрывают факты проглатывания ИТ из-за страха наказания или неприятных медицинских процедур [1, 10, 12, 15].

Считается, что 98 % случаев проглатывания ИТ у детей происходят случайно [5]. Большинство проглоченных ИТ самопроизвольно покидают ЖКТ. Так, по данным разных авторов, до 40 % случаев проглатывания ИТ могут вообще остаться незамеченными. Однако для химически или механически активных ИТ требуется инструментальное извлечение, т. к. возникают риск повреждений ЖКТ и формирование осложнений в виде кишечной непроходимости и перфорации [2, 7].

Проглатывание одного МаИТ редко вызывает повреждения ЖКТ. Однако несколько магнитов, проглоченных в разное время, находясь в разных отделах ЖКТ, притягиваются друг к другу. Сила притяжения между ними оказывает давление на стенку кишки, это приводит к некрозу и перфорации кишечной стенки, с образованием свищей, возникновением инфильтратов, перитонита, развитием кишечной непроходимости, что определяет активную хирургическую тактику [2–5, 8, 10, 15].

## Краткий обзор литературы

За последние десятилетия из редкоземельных металлов (неодима и са-

мария) были изготовлены маленькие магниты с большой силой сцепления. Широкое распространение игрушек и предметов, содержащих магнитные элементы, привело к увеличению случаев проглатывания магнитов [8]. В США в 2012 г. по инициативе комиссии по безопасности потребительских товаров были ограничены продажи игрушек с магнитами, вследствие чего количество детей, проглотивших магниты, достоверно уменьшилось. После отмены этого требования (по коммерческим причинам) число детей с МаИТ ЖКТ снова возросло [3].

Поздняя диагностика проглатывания магнитов у детей связана с частым отсутствием достоверного анамнеза у детей раннего возраста, что приводит к случаям первичного обращения за медицинской помощью уже на стадии развития осложнений.

Клинические признаки проглатывания ИТ зависят от их размера, формы и расположения. Клиническая картина может быть неспецифической и сопровождаться рядом симптомов: тошнота, рвота [2, 5, 10, 11], боль в животе [15] или проходить бессимптомно [6, 14]. 80–90 % ИТ самопроизвольно проходят через ЖКТ, 10–20 % требуют эндоскопического удаления и менее 1 % — хирургического вмешательства [8].

Диагностика ИТ ЖКТ сложна: соборанного анамнеза и физикального обследования часто бывает недостаточно для диагностики проглатывания ИТ, поэтому для их обнаружения делают обзорную рентгенографию: МаИТ четко видны рентгенографически, т. к. они являются рентгеноконтрастными [2]. Использование рентгенографии для обнаружения ИТ у детей закреплено в клинических рекомендациях. Однако определить точную локализацию ИТ с помощью обзорной рентгенографии не представляется возможным. Рентгенография позволяет идентифицировать наличие металлических (в том числе

магнитных) ИТ, например, в правом нижнем квадранте без определения отдела кишечника: терминальный отдел подвздошной кишки, слепая кишка или аппендикс [3]. Обзорная рентгенография достоверно не показывает, находится ИТ в просвете кишечника или в брюшной полости. В таких случаях УЗИ может помочь определить локализацию ИТ, что важно для определения тактики ведения пациента [11].

Мнения о диагностической эффективности УЗИ в обнаружении ИТ ЖКТ чрезвычайно разнообразны, что в огромной степени зависит от опыта врача, проводящего исследование, и от объективных обстоятельств. Так, в исследовании Xin Y. et al. (2022) приводятся крайне высокие проценты визуализации ИТ: из 107 пациентов обнаружили МаИТ в ЖКТ с помощью УЗИ у 97 детей с чувствительностью 90,65 % и специфичностью 100 % [13].

Следует отметить, что УЗИ выполнялось на фоне седации беспокойных пациентов и использовалось заполнение желудка водой при визуализации ИТ верхних отделов ЖКТ.

Металлическое ИТ обычно визуализируется на УЗИ как гиперэхогенная линия с «поперечно исчерченной» акустической тенью за счет артефакта реверберации [1–3, 5]. Специфический вид имеют «гирлянды» металлических ИТ (почти всегда – цепочки МаИТ), впрочем, сцепленные МаИТ могут формировать самые причудливые конфигурации, и эхографически определить их количество бывает невозможно [1, 3]. Несмотря на широкое внедрение УЗД в практику неотложных состояний у детей, обнаружение ИТ в брюшной полости с помощью этого метода проводится редко: гетерогенное содержимое пищеварительного тракта делает обнаружение мелких эхоплотных объектов крайне затруднительным. В литературе описано небольшое количество случаев использования УЗИ для выявления

точного местоположения проглоченного ИТ перед операцией, в том числе и при внутриаппендикулярном расположении проглоченного ИТ [14]. При этом само по себе обнаружение включений в просвете аппендикса известно давно (семечки, фрагменты непереваренной пищи, собственно ИТ), частота аппендицита, вызванного ИТ, составляет примерно 0,0005 % [14].

Ряд авторов рекомендовали УЗИ как дополнительный метод выявления локализации металлических ИТ в ЖКТ у пациентов детского возраста, уделяя внимание технической особенности методики выполнения УЗИ, а именно – осуществлению дозированной компрессии датчиком на переднюю брюшную стенку ребенка [1, 11]. Многие отчеты о клинических случаях и серии случаев демонстрируют информативность УЗИ в качестве вспомогательного метода диагностики при определении местонахождения проглоченных ИТ, оценке наличия или отсутствия воспалительных изменений кишечника и признаков непроходимости [3, 7].

Существует несколько ключевых особенностей УЗИ, позволяющих выявить наличие ущемления стенки кишечника магнитами. К ним относятся: 1) визуализация V-образной формы ущемленных фрагментов стенки кишки между магнитами; 2) невозможность разъединить петли кишки при компрессии с помощью ультразвукового датчика [9]. Также описана конфигурация кишечных петель типа whirlpool configuration вокруг МаИТ [15]. Впрочем, таких наблюдений очень мало.

**Цель:** демонстрация возможностей ультразвуковой диагностики в обнаружении фиксированных МаИТ пищеварительного тракта у детей.

## **Клиническое наблюдение № 1**

Девочка 8 лет была госпитализирована с диагнозом: ИТ ЖКТ. Со слов

матери, накануне ребенок одномоментно проглотил 2 магнитных шарика. При поступлении была выполнена рентгенография органов брюшной полости: на уровне тела L5 визуализировано два ИТ брюшной полости (магнитные шарики) диаметром около 5 мм каждое, сцепленных между собой (рис. 1, а). Свободного воздуха, уровней жидкости выявлено не было. Была выбрана выжидательная тактика ведения пациента: химически и механически неактивные ИТ с большой вероятностью могли самостоятельно покинуть просвет ЖКТ. При динамическом наблюдении в течение 3 суток на фоне медикаментозной стимуляции перистальтической активности МаИТ переместились в правую подвздошную область, но в дальнейшем (еще 3 суток) положение их не менялось. Для определения тактики ведения пациента (колоноскопия и эндоскопическое извлечение магнитов — при их расположении в просвете кишки; лапароскопия и аппендэктомия — при расположении магнитов в просвете червеобразного отростка) и наличия/отсутствия воспалительных

изменений кишечника было выполнено УЗИ брюшной полости. В правой подвздошной области в просвете неизменной кишки эхографически удалось визуализировать 2 гиперэхогенных рядом расположенных включения сферической формы около 4 мм в диаметре каждое со специфической акустической тенью (рис. 1, б). Изменений структуры стенок кишечных петель около выявленных включений, свободного выпота, экстраорганных патологических включений и инфильтратов в брюшной полости выявлено не было.

Под общим обезболиванием ребенку была выполнена колоноскопия и эндоскопическое удаление из купола слепой кишки двух шариковых магнитов диаметром по 5 мм, сцепленных между собой (рис. 1, в). Через 5 часов после манипуляции ребенок был выписан домой с выздоровлением.

## Клиническое наблюдение № 2

Девочка, 2,5 года, постоянно проживающая в доме ребенка, поступила

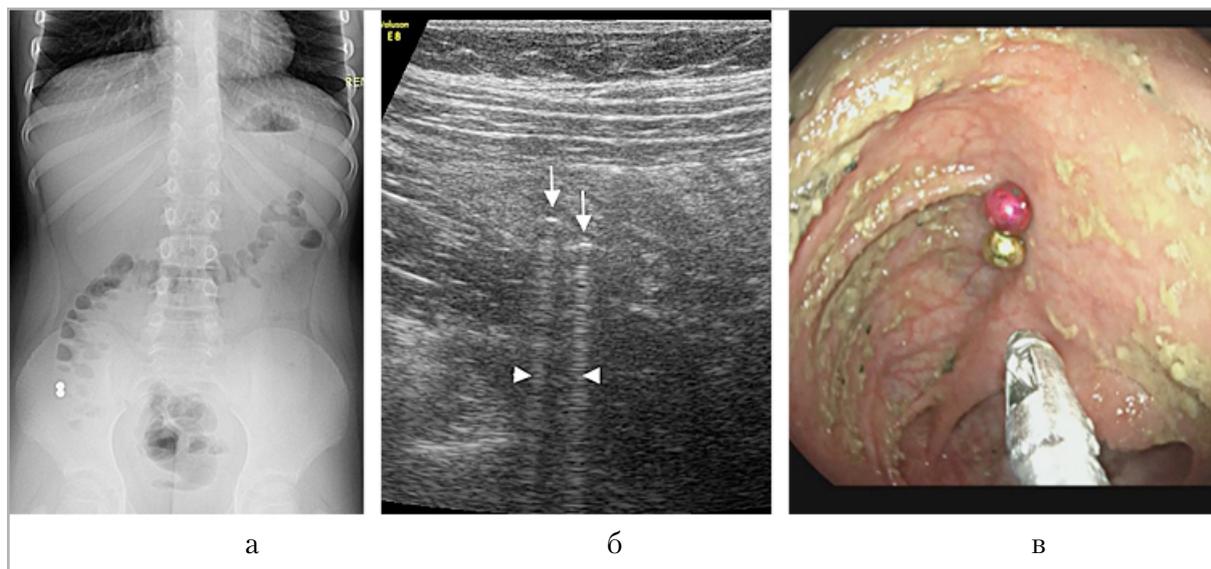


Рис. 1. Клиническое наблюдение № 1: а — обзорная рентгенограмма органов брюшной полости в вертикальном положении; б — УЗИ: косопоперечный скан в правой подвздошной области, исследование в В-режиме, 2 гиперэхогенных рядом расположенных включения сферической формы около 4 мм в диаметре каждое (стрелки) со специфической акустической тенью (короткие стрелки) в просвете неизменной кишки; в — колоноскопия: 2 магнита в слепой кишке

в стационар в плановом порядке для гастроэнтерологического обследования с жалобами на неустойчивый характер стула и эпизоды разжиженного, до нескольких раз в день, стула в течение последних 6 месяцев (клинически — подозрение на целиакию). При поступлении в стационар состояние средней тяжести, гипотрофия II степени, снижение аппетита, умеренная задержка психомоторного развития. При первичном УЗИ органов брюшной полости и забрюшинного пространства значимых структурных изменений выявлено не было.

На 5-е сутки пребывания в стационаре ребенку в плановом порядке была выполнена обзорная рентгенография органов брюшной полости, на которой в проекции мезогастральной области живота, на уровне тел L2-L4 позвонков, определялись тени не менее 20 ИТ металлической плотности, округлой формы, до 5 мм в диаметре, сцепленных между собой, и мелкие металлические детали (рис. 2, а).

При УЗИ с прицельным сканированием эпигастральной области визуализировано минимальное количество

выпота в латеральных каналах, а в содержимом пилороантрального отдела желудка выявлена фиксированная совокупность артефактов, типичных для объектов металлической плотности (рис. 2, б).

Лучевая находка подтверждена при эзофагогастродуоденоскопии: в области тела желудка визуализированы частично утопленные в слизистую три сцепленных магнитных шарика (извлечены магнитным экстрактором), после чего выявлены точечные соустья в месте локализации магнитов. Выполнена лапароскопия: в области поперечно-ободочной кишки ближе к селезеночному изгибу выявлен межкишечный анастомоз толстой кишки и двух петель тонкой кишки. Анастомозы разделены, из тонкой и толстой кишки извлечены 24 магнитных шарика, металлическая цепочка и мелкие металлические немагнитные детали. Образовавшиеся две перфорации в двух петлях тонкой кишки и одна перфорация в толстой кишке были ушиты (рис. 2, в).

Послеоперационный период протекал без хирургических осложнений, в течение 6 суток после операции пациент

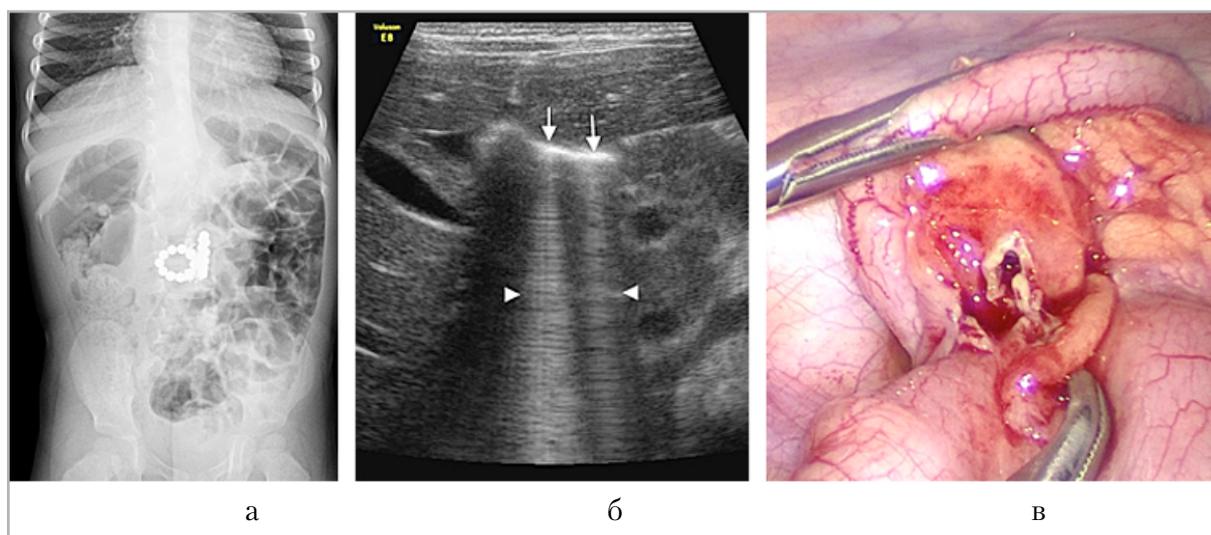


Рис. 2. Клиническое наблюдение № 2: а — обзорная рентгенограмма органов брюшной полости в вертикальном положении; б — УЗИ: косопоперечный скан в эпигастральной области, исследование в В-режиме, МаИТ (стрелки), акустические тени от магнитов (короткие стрелки); в — лапароскопия: состояние после удаления магнитов и разделения межкишечного соустья

находился в отделении реанимации, еще 3 суток – в хирургическом отделении. Ребенок выписан с выздоровлением.

## Обсуждение

Представленные клинические наблюдения демонстрируют возможности УЗИ в оценке наличия и локализации МаИТ в ЖКТ, что дополняет рентгенологические данные, помогает оптимизировать тактику ведения пациентов и успешно извлечь ИТ. В первом случае основной вопрос заключался в необходимости исключения интраабдоминального расположения МаИТ, что принципиально меняло доступ (колоно- или лапароскопия), и эту задачу удалось решить с помощью УЗИ. Во втором случае вопрос заключался в основном в попытке дифференцировать наличие инфильтрата брюшной полости, который выявлен не был. Интраоперационно воспалительные изменения в брюшной полости обнаружены не были: сформировавшиеся межкишечные и желудочно-кишечные анастомозы определили клинические проявления по типу целиакии и гипотрофию пациента: пищевые массы из желудка сразу поступали в кишечные петли, в том числе в толстую кишку, в результате чего не усваивались.

Вопрос о чувствительности метода УЗИ в визуализации мелких МаИТ ЖКТ остается открытым. Собственный опыт не позволяет столь оптимистично оценить диагностические возможности УЗИ, как это показано в некоторых исследованиях [13]. Медикаментозная нагрузка беспокойных детей для выполнения неотложного УЗИ в скоромощной клинической практике не проводится, а энтеральное введение жидкости перед возможным эндоскопическим исследованием/операцией противопоказано. Таким образом, гетерогенное содержимое в просвете ЖКТ и беспокойное поведение ребенка значительно ухудшают условия визуализации. Это прослежи-

валось во втором клиническом примере: крайне негативное поведение ребенка (при крике напряжение живота не позволяло осуществить дозированную компрессию передней брюшной стенки и улучшить условия визуализации) затрудняло исследование: из всех МаИТ достоверно удалось визуализировать с помощью УЗИ только 2 МаИТ в содержимом пилороантрального отдела желудка и исключить наличие крупного инфильтрата.

## Выводы

1. Выполнение УЗИ целесообразно после рентгенологического исследования, когда известна примерная локализация ИТ, что позволяет выполнить прицельное сканирование.
2. Мелкие МаИТ (около 5 мм в диаметре) в просвете ЖКТ эхографически выглядят как тонкие эхогенные полуокружности с атипичной акустической тенью, их визуализация во многом зависит от условий выполнения исследования.
3. Значение УЗИ сводится в основном к уточнению локализации ИТ и оценке осложнений: наличие выпота, эхопризнаков воспалительных изменений стенки кишки, формированию инфильтрата, кишечной непроходимости и пр.
4. УЗИ может быть рекомендовано в качестве дополнительного диагностического метода при МаИТ пищеварительного тракта у детей.

## Список источников

1. Васильев А. Ю., Ольхова Е. Б. Ультразвуковая диагностика в неотложной детской практике. Руководство. В 2 т. Том I. М: ГЭОТАР-Медиа, 2024. 704 с. ISBN: 978-5-9704-7043-5.
2. Blevrakis E., Raissaki M., Xenaki S., Astyrakaki E., Kholcheva N., Chrysos E. Multiple Magnet Ingestion Causing Intestinal Obstruction and Enterointestinal Fistula: Which Imaging

- Modality Besides Radiographs? A Case Report. *Annals of Medicine and Surgery*. 2018;31:29-33. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.04.033>
3. Bucci C., Ferrara D., Quitadamo P., Del Monaco C., Caruso F., Gaglione G., Esposito F., Caldore M. Value of Intestinal Ultrasound in Pediatric Magnet Ingestion: a Case Report. *Journal of Ultrasound*. 2022;25(4):861-864. <https://doi.org/10.1007/s40477-021-00631-6>
  4. Chen Q. J., Wang L. Y., Chen Y., Xue J. J., Zhang Y. B., Zhang L. F., Qian Y. Z., Xiong Q. X., Gao Z. G. Management of Foreign Bodies Ingestion in Children. *World Journal of Pediatrics: WJP*. 2022;18(12):854-860. <https://doi.org/10.1007/s12519-022-00585-7>
  5. Cherchi V., Adani G. L., Righi E., Baccarani U., Terrosu G., Vernaccini N., Bresadola V., Intini S., Risaliti A. Ileocecal Fistula Caused by Multiple Foreign Magnetic Bodies Ingestion. *Case Reports in Surgery*. 2018;7291539. <https://doi.org/10.1155/2018/7291539>
  6. Doya L. J., Salhab N., Mansour H. A., Alkhalil M. A. A. An Unusual Cause of Appendectomy in a Child (a Sharp pin Trapped in the Appendix): a Case Report. *Oxford Medical Case Reports*. 2020;7:omaa049. <https://doi.org/10.1093/omcr/omaa049>
  7. Kozaci N., Avci M., Pinarbasili T., Dönertaş E., Karaca A. Ingested Foreign Body Imaging Using Point-of-Care Ultrasonography: A Case Series. *Pediatr Emerg Care*. 2019;35(11):807-810. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001971>
  8. Lee J. H. Foreign Body Ingestion in Children. *Clinical Endoscopy*. 2018;51(2):129-136. <https://doi.org/10.5946/ce.2018.039>
  9. Lee J. J., Rugg A. L., Wu C. K., Hamblin G. J., Larson M. C. Ultrasound Evaluation of Intraluminal Magnets in an ex Vivo Model. *Emergency Radiology*. 2023;30(5):589-596. <https://doi.org/10.1007/s10140-023-02160-7>
  10. Oyewole B., Sandhya A., Maheswaran I., Campbell-Smith T. Lockdown Dilemma: Ingestion of Magnetic Beads Presenting as Right Iliac Fossa Pain and Subacute Small Bowel Obstruction. *BMJ Case Reports*. 2020;13(11). <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-236429>
  11. Pak S. M., Lee Y. J., Hwang J. Y. Diagnosis of Nonmigrating Metallic Foreign Bodies in the Abdomen Using Ultrasound: An Alternative Approach Using a Traditional Method. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*. 2022;25(1):87-91. <https://doi.org/10.5223/pegln.2022.25.1.87>
  12. Seo J. K. Endoscopic Management of Gastrointestinal Foreign Bodies in Children. *Indian. J. Pediatr*. 1999;66(1):75-80. PMID: 11132474.
  13. Xin Y., Jia L. Q., Dong Y. W., Wang Y., Hu Y. X., Wang X. M. Application of High-frequency Ultrasound in the Diagnosis of Gastrointestinal Magnet Ingestion in Children. *Frontiers in Pediatrics*. 2022;10:988596. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.988596>
  14. Yildiz H., Okay S. T., Yildirim E., Beskardesler N. A pin Detected by Ultrasonography within the Normal Appendix: Prior to Surgery, an Impressive Use of Ultrasonography to Localize an Ingested Foreign Body Exactly. *Journal of Ultrasound*. 2021;24(4):525-528. <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00431-4>
  15. Zefov V., Hashemi H. A., Javaid U. Accidental Ingestion of Magnetic Foreign Body in a Pediatric Patient: A Potentially Fatal Attraction. *Radiology Case Reports*. 2022;17(7):2337-2341. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.04.007>

## References

1. Vasiliev A. Yu., Olkhova E. B. Ultrasound Diagnostics in Emergency Pediatric Practice. Management. In 2 Vol. Vol. 1. Moscow: Publishing house GEOTAR-Media, 2024. 704 P. ISBN: 978-5-9704-7043-5. (In Russ.).

2. Blevrakis E., Raissaki M., Xenaki S., Astyrakaki E., Kholcheva N., Chrysos E. Multiple Magnet Ingestion Causing Intestinal Obstruction and Enterointestinal Fistula: Which Imaging Modality Besides Radiographs? A Case Report. *Annals of Medicine and Surgery*. 2018;31:29-33. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2018.04.033>
3. Bucci C., Ferrara D., Quitadamo P., Del Monaco C., Caruso F., Gaglione G., Esposito F., Caldore M. Value of Intestinal Ultrasound in Pediatric Magnet Ingestion: a Case Report. *Journal of Ultrasound*. 2022;25(4):861-864. <https://doi.org/10.1007/s40477-021-00631-6>
4. Chen Q. J., Wang L. Y., Chen Y., Xue J. J., Zhang Y. B., Zhang L. F., Qian Y. Z., Xiong Q. X., Gao Z. G. Management of Foreign Bodies Ingestion in Children. *World Journal of Pediatrics: WJP*. 2022;18(12):854-860. <https://doi.org/10.1007/s12519-022-00585-7>
5. Cherchi V., Adani G. L., Righi E., Baccarani U., Terrosu G., Vernaccini N., Bresadola V., Intini S., Risaliti A. Ileocecal Fistula Caused by Multiple Foreign Magnetic Bodies Ingestion. *Case Reports in Surgery*. 2018;7291539. <https://doi.org/10.1155/2018/7291539>
6. Doya L. J., Salhab N., Mansour H. A., Alkhalil M. A. A. An Unusual Cause of Appendectomy in a Child (a Sharp pin Trapped in the Appendix): a Case Report. *Oxford Medical Case Reports*. 2020;7:omaa049. <https://doi.org/10.1093/omcr/omaa049>
7. Kozaci N., Avci M., Pinarbasili T., Dönertaş E., Karaca A. Ingested Foreign Body Imaging Using Point-of-Care Ultrasonography: A Case Series. *Pediatr Emerg Care*. 2019;35(11):807-810. <https://doi.org/10.1097/PEC.0000000000001971>
8. Lee J. H. Foreign Body Ingestion in Children. *Clinical Endoscopy*. 2018;51(2):129-136. <https://doi.org/10.5946/ce.2018.039>
9. Lee J. J., Rugg A. L., Wu C. K., Hamblin G. J., Larson M. C. Ultrasound Evaluation of Intraluminal Magnets in an ex Vivo Model. *Emergency Radiology*. 2023;30(5):589-596. <https://doi.org/10.1007/s10140-023-02160-7>
10. Oyewole B., Sandhya A., Maheswaran I., Campbell-Smith T. Lockdown Dilemma: Ingestion of Magnetic Beads Presenting as Right Iliac Fossa Pain and Subacute Small Bowel Obstruction. *BMJ Case Reports*. 2020;13(11). <https://doi.org/10.1136/bcr-2020-236429>
11. Pak S. M., Lee Y. J., Hwang J. Y. Diagnosis of Nonmigrating Metallic Foreign Bodies in the Abdomen Using Ultrasound: An Alternative Approach Using a Traditional Method. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology & Nutrition*. 2022;25(1):87-91. <https://doi.org/10.5223/pghn.2022.25.1.87>
12. Seo J. K. Endoscopic Management of Gastrointestinal Foreign Bodies in Children. *Indian. J. Pediatr*. 1999;66(1):75-80. PMID: 11132474.
13. Xin Y., Jia L. Q., Dong Y. W., Wang Y., Hu Y. X., Wang X. M. Application of High-frequency Ultrasound in the Diagnosis of Gastrointestinal Magnet Ingestion in Children. *Frontiers in Pediatrics*. 2022;10:988596. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.988596>
14. Yildiz H., Okay S. T., Yildirim E., Beskardesler N. A pin Detected by Ultrasonography within the Normal Appendix: Prior to Surgery, an Impressive Use of Ultrasonography to Localize an Ingested Foreign Body Exactly. *Journal of Ultrasound*. 2021;24(4):525-528. <https://doi.org/10.1007/s40477-020-00431-4>
15. Zefov V., Hashemi H. A., Javaid U. Accidental Ingestion of Magnetic Foreign Body in a Pediatric Patient: A Potentially Fatal Attraction. *Radiology Case Reports*. 2022;17(7):2337-2341. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2022.04.007>

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Ольхова Елена Борисовна**, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, заведующая отделением ультразвуковой диагностики Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

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

+ 7 (495) 611-01-77

Вклад автора: создание концепции научного направления; анализ литературы, написание текста; участие в сборе материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации; приняла на себя ответственность за все аспекты работы и готова подтвердить, что вопросы, относящиеся к достоверности и цельности любой части исследования, должным образом изучены и решены.

**Oikhova Elena Borisovna**, M. D. Med., Professor, Professor of Department of Radiology, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation; the Head of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow of Healthcare Department, Moscow, Russia.

9a, Vucheticha str., Moscow, 127206, Russia.

+7 (495) 611-01-77

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction; literature analysis, text writing; participation in the collection of material; approval of the final version of the article before submitting it for publication; I have assumed responsibility for all aspects of the work and am ready to confirm that issues related to the reliability and integrity of any part of the study have been properly studied and resolved.

**Щедрина Кристина Алексеевна**, аспирант кафедры лучевой диагностики Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач ультразвуковой диагностики Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

1127006, г. Москва, ул. Долгоруковская, д. 4.

Тел.: +7 (495) 609-67-00

Вклад автора: поиск публикаций по теме; анализ литературы; сбор материала; участие в обработке материала; работа с различными изображениями и подрисуночными подписями; написание первой версии статьи или ее критический пересмотр на предмет важного интеллектуального содержания.

**Shchedrina Kristina Alekseevna**, Postgraduate at the Diagnostic Radiology Department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, the Radiologist of Department of the Ultrasound Diagnostic Moscow Clinical Municipal Children Hospital St. Vladimir, Moscow of Healthcare Department, Moscow, Russia

4, Dolgorukovskaya str., Moscow, 127006, Russia.

+7 (495) 609-67-00.

Author's contribution: search for publications on the topic; literature analysis, collection of material; participation in the processing of the material; work with various images and captions; writing the first version of the article or its critical revision for important intellectual content.

Статья поступила в редакцию 07.05.2024;  
одобрена после рецензирования 23.05.2024;  
принята к публикации 23.05.2024.

The article was submitted 07.05.2024;  
approved after reviewing 23.05.2024;  
accepted for publication 23.05.2024.



## КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 616.727.2

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

### Опыт применения дополнительного субмиллиметрового 3D-FSE режима (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава (клиническое наблюдение)

Александр Петрович Иванков<sup>1</sup>, Павел Владимирович Селиверстов<sup>2</sup>,  
Дарья Васильевна Меньшова<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Минобрнауки России, Иркутск, Россия

<sup>1</sup> ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1» Минздрава России, Иркутск, Россия

<sup>1</sup> [ivankovap16@gmail.com](mailto:ivankovap16@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

<sup>2</sup> [pavv2001@mail.ru](mailto:pavv2001@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

<sup>3</sup> [menschovadar@yandex.ru](mailto:menschovadar@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1471-2482>

Автор, ответственный за переписку: Александр Петрович Иванков, [ivankovap16@gmail.com](mailto:ivankovap16@gmail.com)

#### Аннотация

Представлен клинический пример, который демонстрирует возможности дополнительного магнитно-резонансного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) в диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава. В статье приводится протокол МР-исследования, который позволяет обеспечить успешную диагностику данных типов разрыва.

**Цель.** Демонстрация диагностических возможностей дополнительного субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы.

**Клиническое наблюдение.** Продемонстрирован клинический случай успешного применения субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) у пациента с разрывом сухожилия надостной мышцы.

**Заключение.** Режим 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) продемонстрировал отличную детализацию зоны разрыва, возможность оценки патологии в любой плоскости с применением 3D-курсора и более подходящим «выведением» патологии в нужной плоскости.

**Ключевые слова:** разрыв сухожилия надостной мышцы, 3D-МРТ, повреждения сухожилий вращательной манжеты, плечевой сустав

© Иванков А. П., Селиверстов П. В., Меньшова Д. В., 2024

**Для цитирования:** Иванков А. П., Селиверстов П. В., Меньшова Д. В. Опыт применения дополнительного субмиллиметрового 3D-FSE режима (3D-PD-FS-WI) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава (клиническое наблюдение) // Радиология – практика. 2024;4:67-78. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

#### **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

#### **Конфликт интересов**

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).

#### **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## **CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS**

Short report

### **Experience of Using of the Additional Submillimeter Mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in MRI of Complete and Partial Tears of the Shoulder Supraspinatus Tendon (Clinical Case)**

**Aleksandr P. Ivankov<sup>1</sup>, Pavel V. Seliverstov<sup>2</sup>, Darya V. Menshova<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology», Irkutsk, Russia

<sup>1</sup> Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1», Irkutsk, Russia

<sup>1</sup> [ivankovap16@gmail.com](mailto:ivankovap16@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

<sup>2</sup> [pavv2001@mail.ru](mailto:pavv2001@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

<sup>3</sup> [menschovadar@yandex.ru](mailto:menschovadar@yandex.ru), <https://orcid.org/0000-0003-1471-2482>

Corresponding author: Aleksandr P. Ivankov, [ivankovap16@gmail.com](mailto:ivankovap16@gmail.com)

#### **Abstract**

A clinical example is presented that demonstrates the capabilities of an additional magnetic resonance 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) of complete and partial ruptures of the supraspinatus tendon of the shoulder. The article provides an MRI protocol that allows for successful diagnosis of these rupture types.

**Aim.** Demonstration of the diagnostic capabilities of the additional submillimeter isotropic mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in the MRI diagnosis of complete and partial tears of the supraspinatus tendon.

**Clinical case.** A clinical case of the successful use of submillimeter isotropic 3D-FSE mode (3D-PD-FS-WI) in a patient with a rupture of the supraspinatus tendon is demonstrated.

**Conclusion.** The 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) mode demonstrated: excellent detailing of the rupture zone, the ability to assess pathology in any plane using a 3D cursor and more suitable «showing» of pathology in the desired plane.

**Keywords:** Tear Of Supraspinatus Tendon, 3d-Mri, Rotator Cuff Tears, Shoulder

**For citation:** Ivankov A. P., Seliverstov P. V., Menshova D. V. Experience of Using of the Additional Submillimeter Mode 3D-FSE (3D-PD-FS-WI) in MRI of Complete and Partial Tears of the Shoulder Supraspinatus Tendon (Clinical Case). *Radiology – Practice*. 2024;4:67-78. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-67-78>

### Funding

The study was not funded by any sources.

### Conflicts of Interest

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).

### Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## Актуальность

Повреждения сухожилий ротаторной манжеты являются актуальной проблемой современной травматологии и ортопедии – около 20 % населения старше 45 лет имеет разрывы разной степени выраженности, из них до 40 % – массивные [6]. Разрывы сухожилий ротаторной манжеты встречаются у 20–50 % людей в возрасте 60 лет и старше [11].

Наиболее часто различным повреждениям подвержены дистальные отделы сухожилия надостной мышцы. Среди разрывов сухожилия надостной мышцы частичные встречаются чаще, чем полные (полнослойные), но последние также нередки (30–53 % от

всех разрывов надостной) и являются более серьезной проблемой для травматолога-ортопеда [1, 3].

Основными методами инструментальной диагностики повреждений сухожилий вращательной манжеты плеча являются ультразвуковое исследование и магнитно-резонансная томография [6].

К наиболее эффективным методам диагностики частичного и полного разрывов сухожилия надостной мышцы относится высокоразрешающая магнитно-резонансная томография (включая МР-артрографию), которая позволяет детально и комплексно оценить состояние как костных, так мягкотканых структур плечевого сустава [3, 5, 12].

В целом точность МРТ в диагностике разрыва сухожилия надостной мышцы составляет не менее 84 %, чувствительность, по разным данным, варьирует в пределах 70–90 %, специфичность 90–93 % [3, 4].

К основным импульсным последовательностям (ИП) при исследовании повреждений сухожилий ротаторной манжеты плечевого сустава относятся различные варианты ИП быстрого спинного эха (FSE, TSE): PD-FSE-FS-ВИ, T2-FSE-ВИ, T1-FSE-ВИ, при этом наиболее оптимальными являются виды изображений, более чувствительные к жидкости (режимы с подавлением сигнала от жировой ткани) — PD-FS-ВИ и T2-FS-ВИ, а также STIR [2, 7]. Некоторые авторы указывают на важность T1-ВИ (в корональной плоскости) при разрывах сухожилия надостной мышцы, особенно при сопутствующей дегенерации клювовидно-акромиальной связки [8].

Включение в диагностический протокол дополнительных субмиллиметровых 3D-FSE режимов в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы может улучшить качество диагностики данных повреждений [10].

**Цель:** демонстрация диагностических возможностей дополнительного субмиллиметрового изотропного режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) в МРТ-диагностике полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы.

### **Собственное наблюдение**

Пациентка Г., 66 лет, после внезапной боли в правом плечевом суставе обратилась за помощью к травматологу (амбулаторный прием). Из анамнестических данных: 7 сут назад бытовая травма в общественном транспорте (рывок фиксированной верхней конечности). Предшествующих травм и вмешательств не было.

Аллергологический анамнез не отягощен. Семейный анамнез и наследственность не отягощены. Конституция пациентки: страдает избыточной массой тела, индекс массы тела — 29,5. Сопутствующая патология: артериальная гипертензия 2-й ст., ишемическая болезнь сердца: стенокардия напряжения, 2-й функциональный класс, хроническая сердечная недостаточность 1-й ст., 2-й функциональный класс. Локальный статус: иммобилизация правой верхней конечности отсутствует. Кожные покровы правого плечевого сустава не повреждены, обычной окраски. Контуры сустава не изменены. Движения в плечевом суставе ограничены. При пальпации отмечается болезненность в проекции большого бугорка плечевой кости. Объем движений в правом плечевом суставе: отведение 90 градусов, сгибание 90 градусов. Положительны тесты: Jobe, Лекслерка, «падающей руки». Нейрососудистых нарушений в дистальных отделах верхней конечности не было выявлено.

Инструментальные данные. После осмотра травматологом-ортопедом была назначена стандартная рентгенография правого плечевого сустава в двух стандартных проекциях. Заключение врача-рентгенолога: остеоартроз плечевого сустава 1-й стадии (по классификации Косинской).

Врачом травматологом-ортопедом было заподозрено повреждение сухожилия надостной мышцы, и следующим этапом была проведена магнитно-резонансная томография плечевого сустава. МРТ-исследование проводилось на высокопольном томографе фирмы GE (Signa Artist 1,5 Тл), с использованием 16-канальной мягкой катушки для суставов (GEM «Flex medium»), с общим временем сбора данных порядка 30 мин.

На МР-томограммах плечевого сустава был выявлен полный разрыв сухожилия надостной мышцы (рис. 1, 2).

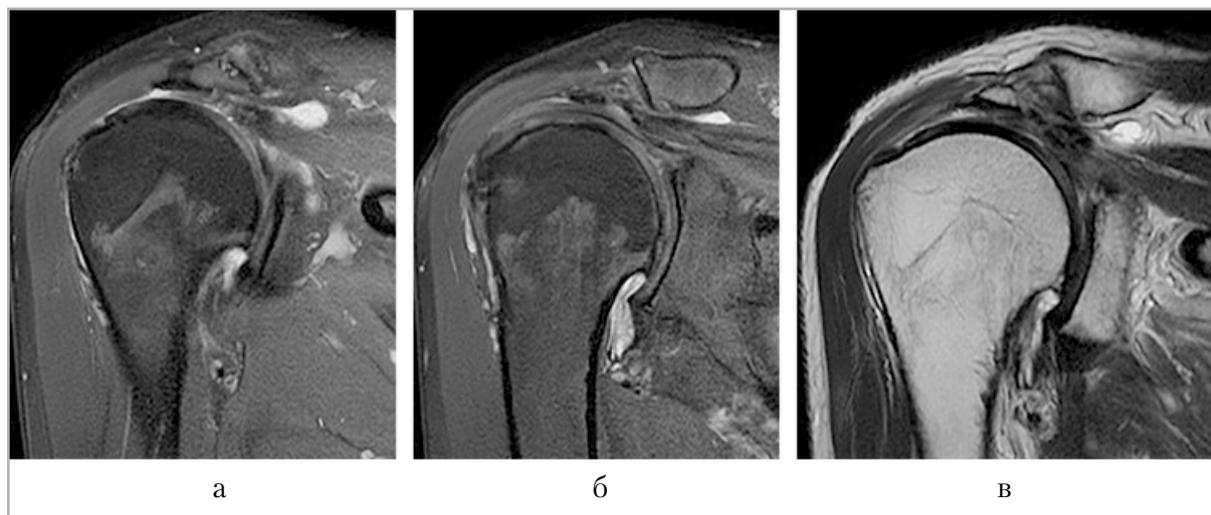


Рис. 1. МР-томограммы правого плечевого сустава (косая корональная плоскость, *а* и *б* – PD-FS-ВИ; *в* – T2-ВИ). PD-FS-ВИ – протон-взвешенные изображения с жироподавлением, T2-ВИ – T2-взвешенные изображения. МР-признаки полного разрыва сухожилия надостной мышцы

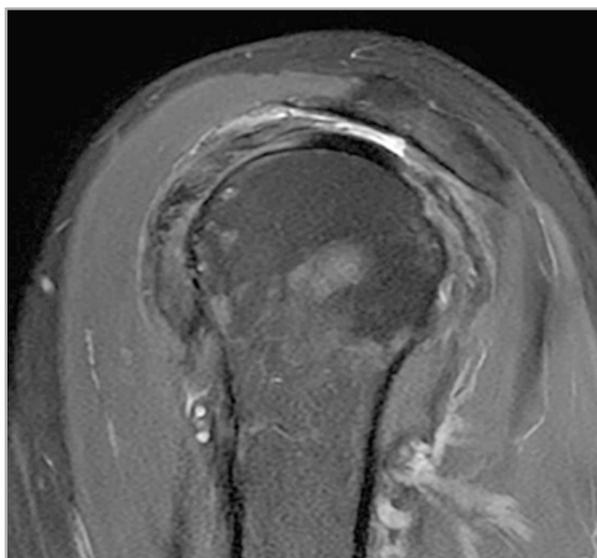


Рис. 2. МР-томограмма правого плечевого сустава (косая сагиттальная плоскость, PD-FS-ВИ)

При проведении базовых 2D-ИП FSE (табл. 1) опытному рентгенологу удалось определить и правильно интерпретировать повреждение сухожилия, но не детально.

В качестве дополнительного и уточняющего диагностику режима в рамках одного МРТ-исследования был проведен изотропный режим 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) с толщиной среза 0,8 мм (воксел  $0,8 \times 0,8 \times 0,8$  мм) и временем сбора данных 7 мин. (рис. 3).

Ниже приведены параметры сканирования использованного режима 3D-FSE-FS с изотропным вокселем 0,8 мм (табл. 2).

У данного изотропного режима еще есть и преимущества оценки патологических изменений абсолютно в любой плоскости (в том числе в косых), а также с применением 3D-курсора для сопоставления обнаруженного патологического участка одновременно во всех трех плоскостях (рис. 4).

Таблица 1

**Протокол и технические параметры МРТ плечевого сустава**

Режимы	Параметры				
	FOV, см	Срез/шаг, мм	TE, мс	TR, мс	Матрица
PD-FS (саг.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
PD-FS (кор.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
PD-FS (акс.)	15	3,0/0,3	37	3000	288 × 416
T2-ВИ (кор.)	15	3,0/0,3	86	3600	288 × 416
T1-ВИ (саг., кор.)	15	3,0/0,3	10,8	533	288 × 384

*Примечание:* FOV – поле обзора, TR – время повторения, TE – время эхо.

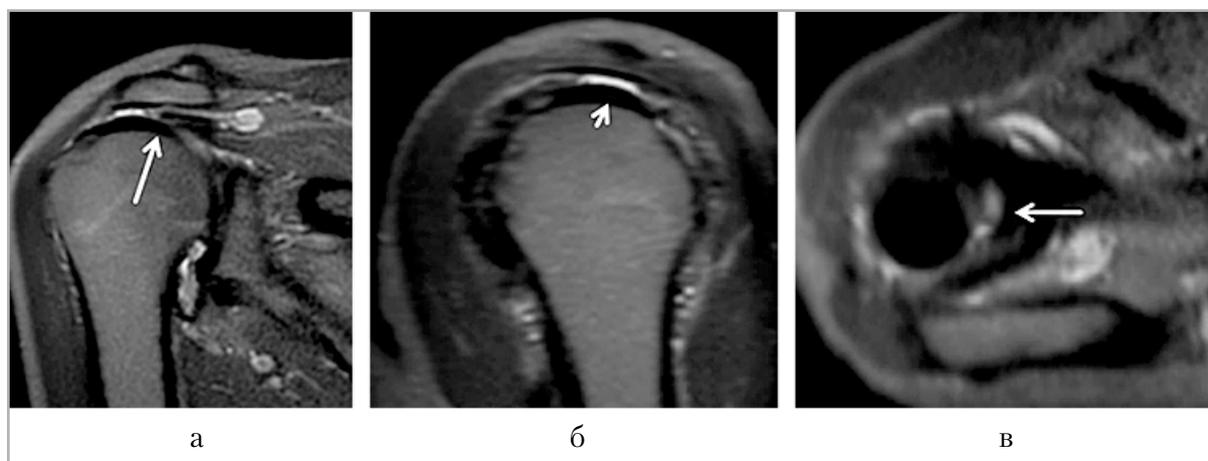


Рис. 3. МР-томограммы правого плечевого сустава (изотропные 3D-PD-FS-ВИ, срез 0,8 мм). 3D-PD-FS-ВИ – 3D-FSE-взвешенные изображения с жироподавлением. Детально визуализирована область полного разрыва сухожилия надостной мышцы со смещенным свободным концом сухожилия (*стрелки*) и зоной отсутствия ткани сухожилия в месте разрыва на косом сагиттальном срезе (*головка стрелки*)

Таблица 2

**Технические параметры режима 3D-FSE (PD-FS-ВИ\_ iso, 0,8 мм)**

FOV, см	Срез/шаг, мм	TE, мс	TR, мс	Матрица	ФК	NEX	АС
16	0,8/0	36–40*	1400–1500*	200 × 200	A–P	2	1,5

*Примечание:* FOV – поле обзора, TR – время повторения, TE – время эхо, ФК – фазовое кодирование (A–P – спереди назад), NEX – количество сборов данных, АС (Acceleration) – ускорение; \* – искусственный интеллект томографа незначительно изменяет значения TR (1400–1500) и TE (36–40) в зависимости от массы тела пациента.

Сравнивая выполненные 2D- и 3D-МР-томограммы в косой коронарной плоскости, можно высказаться за более четкую визуализацию зоны полнослой-

ного разрыва сухожилия надостной мышцы в режиме 3D-PD-FS-ВИ\_ iso, 0,8 мм, где свободный конец поврежденного сухожилия виден более детально (рис. 5).

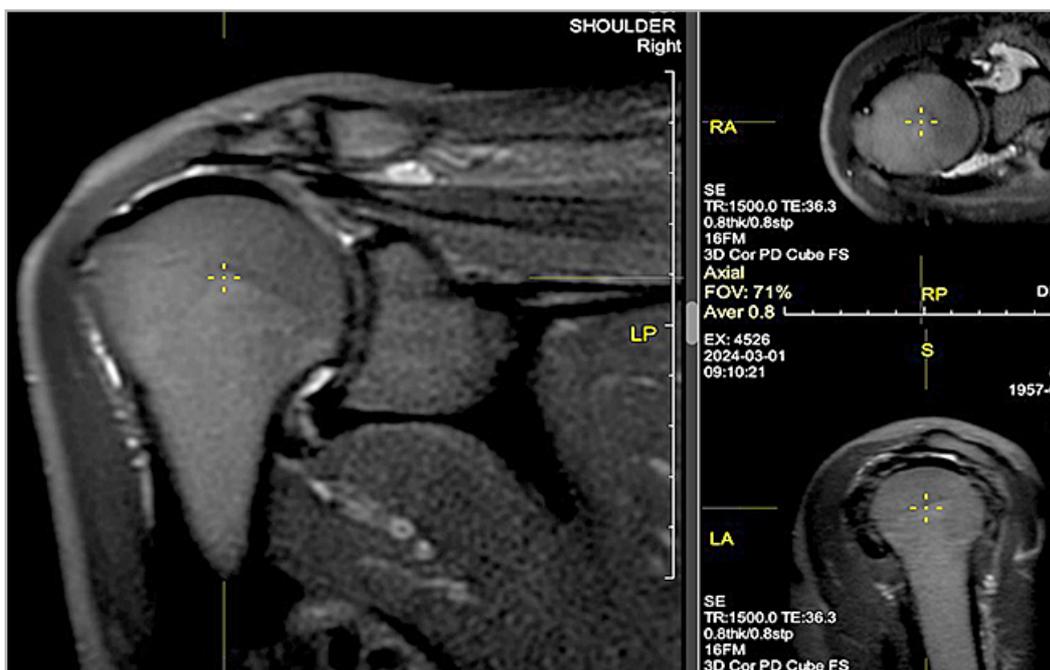


Рис. 4. МР-томограммы правого плечевого сустава (изотропный режим 3D-PD-FS-ВИ, срез 0,8 мм). При помощи 3D-курсора (желтый крестик) имеется возможность найти и сопоставить (более «удачно вывести») зону разрыва и ретракции в трех плоскостях

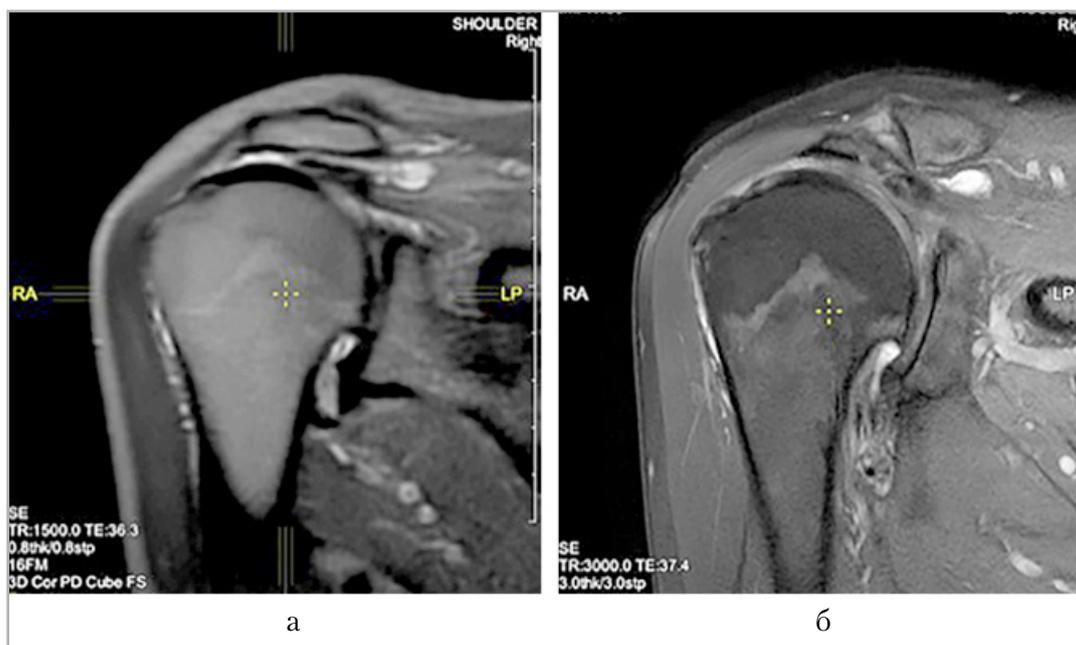


Рис. 5. МР-томограммы правого плечевого сустава. Сравнение сопоставленных на одном уровне 2D- и 3D-FSE режимов в косой коронарной плоскости (а — 3D-PD-FS-ВИ<sub>iso</sub>, 0,8 мм; б — 2D-PD-FS-ВИ<sub>3,0</sub> мм)

Помимо диагностики полного разрыва сухожилия надостной мышцы режим 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) улучшает диагностическую визуализацию и при частичном разрыве сухожилия надост-

ной мышцы (другой пациент). На примере ниже (рис. 6 и 7) зона частичного разрыва сухожилия надостной мышцы в режиме 3D-PD-FS-ВИ дифференцируется более отчетливо и детально.

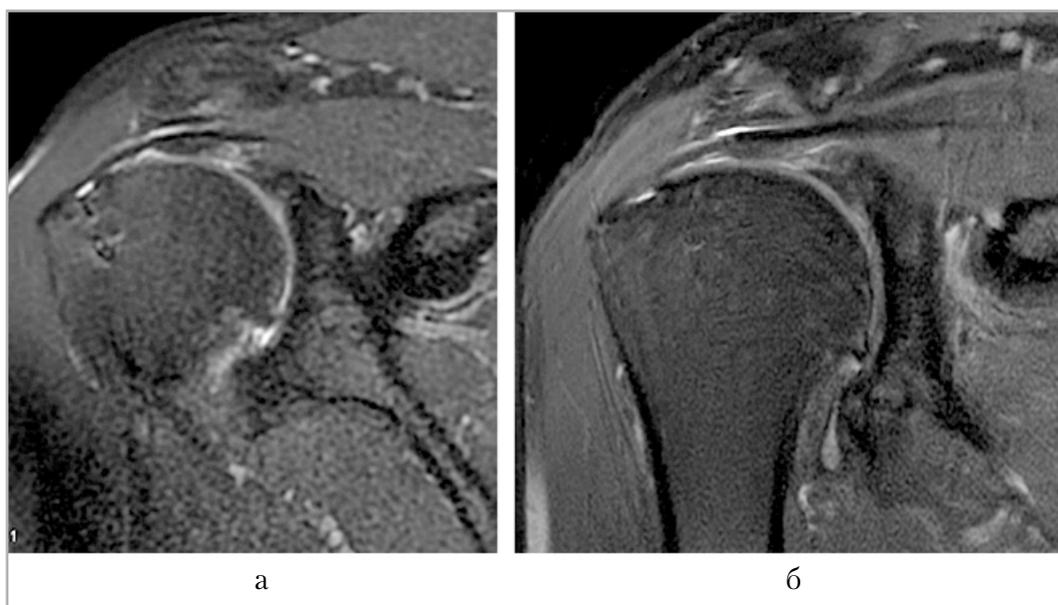


Рис. 6. МР-томограммы правого плечевого сустава (другой пациент). *а* – 3D-FSE (PD-FS-BI\_iso, 0,8 мм); *б* – 2D-FSE (PD-FS-BI\_3,0 мм)

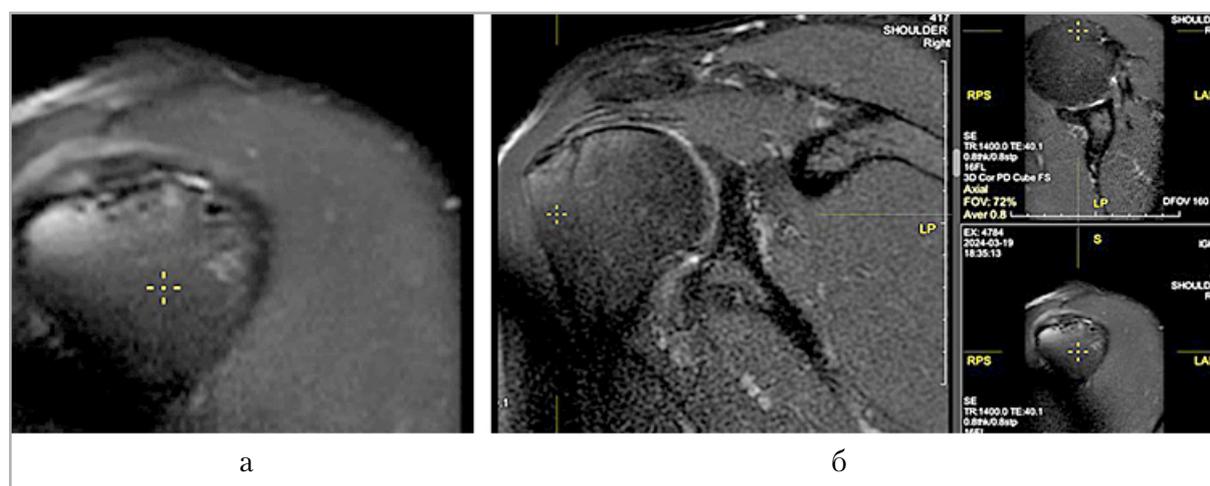


Рис. 7. МР-томограммы правого плечевого сустава, режим 3D-FSE (PD-FS-BI) с изотропным вокселем 0,8 мм. *а* – сагиттальный реформат (увеличение); *б* – все три плоскости. Пунктирным крестиком обозначен 3D-курсор

## Обсуждение

Частичные и массивные полнотелые разрывы сухожилия надостной мышцы — это затрудняющие диагностику клинически значимые повреждения, очень актуальные в связи с частичной или полной утратой функции верхней конечности [12].

Магнитно-резонансная томография — это основной инструментальный диагностический метод для диагностики та-

ких повреждений сухожилия надостной мышцы, вместе с тем чувствительность и специфичность МРТ при данной патологии не достигают порога свыше 90–95 %. Применение МР-артрографии (прямой или непрямой) улучшает показатели информативности метода, однако это требует введения контрастного средства в полость сустава либо внутривенно (непрямая артрография), что является инвазивным вмешательством

и вместе с тем приводит к удорожанию диагностики [7, 12].

В отечественной литературе последних 5 лет не удалось найти публикаций, уделяющих внимание именно субмиллиметровым 3D-режимам в диагностике разрывов сухожилия надостной мышцы плечевого сустава.

Из недавних иностранных источников (2021 г.) получены данные об успешном применении нативного изотропного режима 3D-T1 градиентное эхо (VIBE и FLASH с вокселем  $1,0 \times 1,0 \times 1,0$  мм) в диагностике различной патологии плечевого сустава, в том числе при разрыве сухожилия надостной мышцы [9].

Однако общеизвестно, что 3D-режимы с T1-взвешенностью и изотропным вокселем  $1,0 \times 1,0 \times 1,0$  мм обладают меньшим разрешением и довольно низкой чувствительностью к разрыву и дефекту ткани сухожилий плечевого сустава [7].

В нашем клиническом примере только с помощью «жидкость-чувствительных» ИП-FSE (PD-FSE-FS-ВИ, T2-FSE-ВИ, 3D-PD-FSE) у пациентки на МРТ был успешно диагностирован полный разрыв дистального отдела сухожилия надостной мышцы.

Вместе с тем дополнительно выполненный трехмерный режим 3D-FSE с жироподавлением (3D-PD-FS-ВИ<sub>iso</sub>, 0,8 мм) визуально позволил более отчетливо и детально определить уровень повреждения и ретракции свободного конца сухожилия надостной мышцы.

Применение дополнительного режима 3D-FSE (PD-FS-ВИ<sub>iso</sub>, 0,8 мм) в настоящем клиническом примере позволило наглядно продемонстрировать клиницисту (травматологу-ортопеду) уровень разрыва и зону ретракции сухожилия, задействовав все доступные диагностические преимущества современной 3D-MP-визуализации в скелетно-мышечной радиологии.

Сравнивая между собой 2D- и 3D-варианты режима FSE для МРТ-диагно-

стики полного и частичного разрывов сухожилия надостной мышцы, следует сказать о том, что пространственное разрешение и время сканирования данных двух вариантов FSE (3D-PD-FS-ВИ и 2D-PD-FS-ВИ) достаточно сильно отличаются. Пространственное разрешение режима 3D-FSE ( $0,8 \times 0,8 \times 0,8$  мм) отличается от варианта 2D-FSE ( $0,4 \times 0,5 \times 3,0$  мм), время сбора данных режима 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) составляет 7 мин., время проведения 2D-FSE порядка 3–4 мин. (в зависимости от количества срезов и иных параметров). Однако малая толщина среза режима 3D-PD-FS-ВИ (0,8 мм) и возможность построения реформатов одинакового качества в любой плоскости, несмотря на относительно большую длительность (7 мин.), позволяют комплексно и качественно проводить диагностику повреждений сухожилия надостной мышцы, более детально визуализируя зону разрыва волокон. При этом, работая с изотропным 3D-FSE вариантом на рабочей станции (или в обычном DICOM-просмотрщике), имеется возможность выставлять срезы разной толщины — т. е. обычно в практике «доводят» срез от искомого 0,8 до 1–3 мм.

## Выводы

1. При имеющихся в арсенале МР-томографа дополнительных субмиллиметровых режимах 3D-FSE рекомендуется включать их в протокол для получения более детальной диагностической информации о типе и характере разрыва сухожилия надостной мышцы.
2. Режим 3D-FSE (3D-PD-FS-ВИ) с изотропным вокселем 0,8 мм на настоящем клиническом примере продемонстрировал следующие преимущества в диагностике разрыва сухожилия надостной мышцы: лучшая детализация зоны разрыва, возможность оценки патологии в любой плоскости с применением

3D-курсор и более подходящим «выведением» патологии в нужной плоскости, возможность выставлять более удобную толщину срезов на рабочей станции или в DICOM-просмотрщике.

### Список источников

1. Брижань Л. К., Давыдов Д. В., Доколин С. Ю., Керимов А. А., Найда Д. А., Переходов С. Н., Тюлькевич Б. В. Особенности лечения полнослойных разрывов сухожилий вращательной манжеты плечевого сустава у военнослужащих // Военно-медицинский журнал. 2021. Т. 10, № 1. С. 25–31. [https://doi.org/10.52424/00269050\\_2021\\_342\\_10\\_25](https://doi.org/10.52424/00269050_2021_342_10_25)
2. Доколин С. Ю., Кузьмина В. И., Марченко И. В., Белых О. А., Найда Д. А. Артроскопический шов больших и массивных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава: клинические результаты и данные МРТ // Травматология и ортопедия России. 2017. Т. 23, № 3. С. 53–68. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68>
3. Логвинов А. Н., Ильин Д. О., Каданцев П. М., Макарьева О. В., Бурцев М. Е., Рязанцев М. С., Магнитская Н. Е., Фролов А. В., Королев А. В. Особенности диагностики частичных разрывов вращательной манжеты плечевого сустава // Травматология и ортопедия России. 2019. Т. 25, № 2. С. 143–149. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149>
4. Логвинов А. Н., Макарьева О. В., Ильин Д. О., Каданцев П. М., Зарипов А. Р., Фролов А. В., Магнитская Н. Е., Рязанцев М. С., Бурцев М. Е., Королёв А. В. Межэкспертная согласованность результатов МРТ-диагностики патологии вращательной манжеты плечевого сустава // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26, № 4. С. 102–111. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>
5. Пономаренко Н. С., Монастырев В. В., Куклин И. А. Транспозиции широчайшей мышцы спины при ретракции сухожилия надостной мышцы (III степени по Patte) и жировой дистрофией 3-й степени по Thomazeau (клинический случай) // Acta biomedica scientifica. 2019. Т. 4, № 6. С. 117–122. <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.18>
6. Слайковский Е. Н., Пономаренко Н. С., Куклин И. А. Повреждения вращательной манжеты плеча (обзор литературы) // Acta biomedica scientifica. 2023. Т. 8, № 5. С. 150–156. <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.16>
7. Труфанов Г. Е. МРТ. Суставы верхней конечности: руководство для врачей. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. 544 с. ISBN 978-5-9704-4513-6.
8. Chuang H., Hong Ch., Hsu K., Kuan F., Chen Y. Association of Coracoacromial Ligament Degeneration With Rotator Cuff Tear Patterns and Retear Rate. *The Orthop. J. of Sports Med.* 2023;11(6):1-10. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
9. Daniels S., Gyftopoulos S. 3D MRI of the Shoulder. *Musculoskel. Radiol.* 2021;25:480-487. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728813>
10. Lee S. H., Lee J., Oh K., Yoon J., Seo A. Automated 3-dimensional MRI segmentation for the posterosuperior rotator cuff tear lesion using deep learning algorithm. *Plos One.* 2023;18(5):1-15. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
11. Riem L., Feng X., Cousins M., DuCharme O., Leitch E. B. A Deep Learning Algorithm for Automatic 3D Segmentation of Rotator Cuff Muscle and Fat from Clinical MRI Scans. *Radiology: Artificial Intelligence.* 2023;5(2):1-6. <https://doi.org/10.1148/ryai.220132>
12. Samim M., Walsh P., Gyftopoulos S., Meislin R., Beltran L. S. Postoperative MRI of Massive Rotator Cuff Tears. *AJR.* 2018;211(1):146-154. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19281>

### References

1. Brizhan' L. K., Davydov D. V., Dokolin S. Yu., Kerimov A. A., Naida D. A.,

- Perekhodov S. N., Tyulkevich B. V. Features of the treatment of full-thickness rotator cuff tendon rupture in military personnel. *Voenno-medicinskij J.* 2024;10(1):25-31. (In Russ.). [https://doi.org/10.52424/00269050\\_2021\\_342\\_10\\_25](https://doi.org/10.52424/00269050_2021_342_10_25)
- Dokolin S. Yu., Kuz'mina V. I., Marchenko I. V., Belykh O. A., Naida D. A. Arthroscopic Repair of Large and Massive Rotator Cuff Tears: Clinical Outcomes and Postoperative MRI Findings. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2017;23(3):53-68 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-3-53-68>
  - Logvinov A. N., Il'in D. O., Kadantsev P. M., Makarieva O. V., Burtsev M. E., Ryazantsev M. S., Magnitskaya N. E., Frolov A. V., Korolev A. V. Features of Partial Rotator Cuff Tears Diagnostics. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2019;25(2):143-149 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-2-143-149>
  - Logvinov A. N., Makarieva O. V., Il'in D. O., Kadantsev P. M., Zaripov A. R., Frolov A. V., Magnitskaya N. E., Ryazantsev M. S., Burtsev M. E., Korolev A. V. Magnetic Resonance Imaging Identification of Rotator Cuff Pathology: Inter-rater Reliability. *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2020;26(4):102-111 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2020-26-4-102-111>
  - Ponomarenko N. S., Monastyrev V. V., Kuklin I. A. Latissimus Dorsi Transposition in Supraspinatus Tendon Retraction (Patte III) and Thomazeau Grade 3 Fatty Degeneration (Clinical Case). *Acta biomechanica scientifica.* 2019;4(6):117-122 (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2019-4.6.18>
  - Slaikovskiy E. N., Ponomarenko N. S., Kuklin I. A. Rotator cuff tendon ruptures (literature review). *Acta biomechanica scientifica.* 2023;8(5):150-156 (In Russ.). <https://doi.org/10.29413/ABS.2023-8.5.16>
  - Trufanov G. E. MRI. The joints of upper extremity: guide for doctors. M.: GEOTAR-Media, 2018. 544 p. (In Russ.). ISBN 978-5-9704-4513-6.
  - Chuang H., Hong Ch., Hsu K., Kuan F., Chen Y. Association of Coracoacromial Ligament Degeneration With Rotator Cuff Tear Patterns and Retear Rate. *The Orthop. J. of Sports Med.* 2023;11(6):1-10. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
  - Daniels S., Gyftopoulos S. 3D MRI of the Shoulder. *Musculoskel. Radiol.* 2021;25:480-487. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728813>
  - Lee S. H., Lee J., Oh K., Yoon J., Seo A. Automated 3-dimensional MRI segmentation for the posterosuperior rotator cuff tear lesion using deep learning algorithm. *Plos One.* 2023;18(5):1-15. <https://doi.org/10.1177/23259671231175873>
  - Riem L., Feng X., Cousins M., DuCharme O., Leitch E. B. A Deep Learning Algorithm for Automatic 3D Segmentation of Rotator Cuff Muscle and Fat from Clinical MRI Scans. *Radiology: Artificial Intelligence.* 2023;5(2):1-6. <https://doi.org/10.1148/ryai.220132>
  - Samim M., Walsh P., Gyftopoulos S., Meislin R., Beltran L. S. Postoperative MRI of Massive Rotator Cuff Tears. *AJR.* 2018;211(1):146-154. <https://doi.org/10.2214/AJR.17.19281>

---

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Иванков Александр Петрович**, врач-рентгенолог, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник лаборатории лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия.

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.  
+7 (3952) 29-03-36

Врач-рентгенолог рентгеновского отделения Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Иркутская городская клиническая больница № 1» Министерства здравоохранения России, Иркутск, Россия.

664046, Иркутск, ул. Байкальская, 118.  
+7 (3952) 70-37-63

Вклад автора: проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, анализ литературы, написание текста; сбор материала; одобрение окончательной версии статьи перед ее подачей для публикации.

**Ivankov Aleksandr Petrovich**, radiologist, PhD, junior researcher, Department of radiology NCO of neurosurgery Federal State Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia.

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.  
+7 (3952) 29-03-36.

A radiologist of radiology department Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1» of the Ministry of Healthcare of Russia, Irkutsk, Russia.

118, Baykalskaya st., Irkutsk, 664046, Russia.  
+7 (3952) 70-37-63

Author's contributions: a research, analysis and interpretation of the data obtained, literature analysis, text writing, collection of material, approval of the final version of the article before its submission for publication.

**Селиверстов Павел Владимирович**, врач-рентгенолог, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, заведующий лабораторией лучевой диагностики научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутск, Россия.

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.  
+7 (3952) 29-03-36

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

**Seliverstov Pavel Vladimirovich**, radiologist, M.D. Med. Sciences, Senior Researcher of Laboratory Radiology NCO of neurosurgery Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology» of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.  
+7 (3952) 29-03-36.

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

**Меньшова Дарья Васильевна**, врач-травматолог, младший научный сотрудник научно-клинического отдела травматологии Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии» Министерства образования и науки России, Иркутск, Россия.

664003, Иркутск, ул. Борцов революции, 1.  
+7 (3952) 29-03-36.

Вклад автора: клинический анализ и интерпретация полученных данных.

**Menshova Darya Vasil'yevna**, traumatologist, junior researcher at the Scientific Clinical Department of Traumatology, Federal State Scientific Institution «Irkutsk Scientific Centre of Surgery and Traumatology», of the Ministry of Education and Science of Russia, Irkutsk, Russia.

1, Bortsov Revolutsii st., Irkutsk, 664003, Russia.  
+7 (3952) 29-03-36.

Author's contributions: a clinical analysis and interpretation of the data obtained.

Статья поступила в редакцию 08.04.2024;  
одобрена после рецензирования 05.07.2024;  
принята к публикации 05.07.2024.

The article was submitted 08.04.2024;  
approved after reviewing 05.07.2024;  
accepted for publication 05.07.2024.



## КЛИНИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ И КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Краткое сообщение

УДК 617.52-007.76

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-79-88>

### Комплексный подход в оценке результатов косметологических процедур с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии (клиническое наблюдение)

Игорь Николаевич Бондаренко<sup>1</sup>, Индира Фермановна Джубуева<sup>2</sup>,  
Саида Анварбековна Магомедова<sup>3</sup>, Александр Юрьевич Васильев<sup>4</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «ГП № 7 г. Краснодара» МЗ КК, Краснодар, Россия

<sup>2</sup> ООО «Медтех», Краснодар, Россия

<sup>3</sup> ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства  
обороны РФ, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup> ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>1</sup> docbin81@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0545-4709>

<sup>2</sup> indira-shikh@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-9351-0857>

<sup>3</sup> saida.anvarbekovna@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4200-8782>

<sup>4</sup> auv62@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0635-4438>

Автор, ответственный за переписку: Игорь Николаевич Бондаренко,  
docbin81@gmail.com

#### Аннотация

**Цель исследования.** Изучить возможности комплексной оценки с помощью ультразвукового исследования (УЗИ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ) результатов косметологических процедур.

**Материалы и методы.** Проведено обследование мягких тканей передней брюшной стенки женщины 43 лет с жалобами на атонию кожи, послеродовые стрии с помощью УЗИ высокого разрешения и МРТ.

**Результаты.** При УЗИ в проекции введения препаратов полимолочной кислоты, гидроксипатита кальция и радиоволнового воздействия отмечено повышение эхогенности гиподермы с наличием акустической тени. На МРТ на уровне дермы и гиподермы перимбукулярной области в проекции радиочастотного воздействия, инъекций препаратов на основе полимолочной кислоты слева, гидроксипатита кальция справа через 3 месяца после субдермального введения определялись участки гиперинтенсивного МР-сигнала в про-

© Бондаренко И. Н., Джубуева И. Ф., Магомедова С. А., Васильев А. Ю., 2024

граммах T2-ВИ и STIR, гипоинтенсивного в T1-ВИ, без ограничения диффузии на DWI b = 1000. В режиме SWI справа визуализировались фокусы гипоинтенсивного МР-сигнала округлой формы, с четкими и ровными контурами.

**Заключение.** Клиническое наблюдение демонстрирует возможности комплексного подхода в оценке результатов косметологических процедур с помощью УЗИ и МРТ.

**Ключевые слова:** ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, гидроксипатит кальция, полимолочная кислота

**Для цитирования:** Бондаренко И. Н., Джубуева И. Ф., Магомедова С. А., Васильев А. Ю. Комплексный подход в оценке результатов косметологических процедур с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии (клиническое наблюдение) // Радиология – практика. 2024;4:79-88. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-79-88>

#### **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

#### **Конфликт интересов**

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).

#### **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

## **CLINICAL REVIEWS AND SHORT REPORTS**

Short report

### **Integrated Approach in Evaluating the Results of Cosmetic Procedures Using Ultrasonography and Magnetic Resonance Tomography (Clinical Study)**

Igor N. Bondarenko<sup>1</sup>, Indira F. Dzhubueva<sup>2</sup>,  
Saida A. Magomedova<sup>3</sup>, Aleksandr Yu. Vasil'ev<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Krasnodar City Polyclinic No. 7, Krasnodar, Russia

<sup>2</sup> Medtech LLC, Krasnodar, Russia

<sup>3</sup> Military medical academy of S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup> FSBEI HE «ROSUNIMED» of MOH of Russia, Moscow, Russia

<sup>1</sup> docbin81@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0545-4709>

<sup>2</sup> indira-shikh@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0008-9351-0857>

<sup>3</sup> saida.anvarbekovna@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4200-8782>

<sup>4</sup> auv62@gmail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0635-4438>

Corresponding author: Igor N. Bondarenko, docbin81@gmail.com

### Abstract

**Aim.** To investigate the capabilities of comprehensive assessment using ultrasound and magnetic resonance imaging (MRI) of the results of cosmetic procedures.

**Materials and Methods.** A study of the soft tissues of the anterior abdominal wall of a 43-year-old woman complaining of skin atony and postpartum stretch marks using high-resolution ultrasound and MRI.

**Results.** At ultrasonography in the projection of injection of polylactic acid and calcium hydroxyapatite preparations and radiofrequency treatment, an increase in echogenicity of hypodermis with the presence of acoustic shadow was noted. On MRI at the level of derma and hypodermis of periumbilical region in the projection of radiofrequency treatment, injections of preparations based on polylactic acid on the left, calcium hydroxyapatite on the right in 3 months after subdermal injection, areas of hyperintense MR-signal in T2 weight image (WI) and STIR programs, hypointense in T1 WI, without diffusion limitation on DWI b=1000 were determined. In SWI mode, the focus of hypointense MR signal of rounded shape with clear and smooth contours was visualized on the right side of the image.

**Conclusion.** The clinical study demonstrates the possibilities of an integrated approach in evaluating the results of cosmetic procedures using ultrasonography and MRI.

**Keywords:** Ultrasonography, Magnetic-Resonance Tomography, Calcium Hydroxyapatite, Polylactic Acid

**For citation:** I. N. Bondarenko, I. F. Dzhubueva, S. A. Magomedova, A. Yu. Vasil'ev Integrated Approach in Evaluating the Results of Cosmetic Procedures Using Ultrasonography and Magnetic Resonance Tomography (Clinical Study). *Radiology – Practice*. 2024;4:79-88. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2024-4-79-88>

### Funding

The study was not funded by any sources.

### Conflicts of Interest

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).

### Compliance with Ethical Standards

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

---

## Актуальность

Развитие эстетической медицины и косметологии определяет необходимость поиска новых подходов к диа-

гностике не только нежелательных последствий и осложнений, но и оценке результатов проведенных процедур [5].

Изучены возможности ультразвукового исследования высокого разрешения в мониторинге итогов лазерных процедур, нитевой имплантации, контурной пластики филлерами на основе гиалуроновой кислоты, препаратами коллагена [2, 5, 7]. В научной литературе представлены немногочисленные клинические наблюдения с применением как отдельно магнитно-резонансной томографии, так и в комплексе с ультразвуковым исследованием для диагностики осложнений контурной пластики преимущественно филлерами гиалуроновой природы [3, 4]. С целью коррекции возрастных изменений, послеродовых растяжек активно используются препараты, стимулирующие синтез коллагена на основе гидроксиапатита кальция (СаНа), полимолочной кислоты (PLA), а также аппаратные методы, такие как радиоволновое воздействие (RF) на кожу и мягкие ткани лица и тела [2, 5, 9]. Техники введения препаратов, рекомендации по их разведению отличаются, так же как и параметры физиотерапевтических процедур, в зависимости от клинической картины, степени выраженности изменений, возраста. Кроме внешнего осмотра и фиксации исходных данных с помощью фотоаппаратуры, не разработаны критерии объективной оценки результата процедур стимуляции коллагена, а назначение гистологического исследования по эстетическим показаниям не проводится. Представляет научно-практический интерес изучение семиотики различных стимуляторов коллагена в мягких тканях при УЗИ и МРТ с оптимизацией протокола исследования.

**Цель:** изучить возможности комплексной оценки с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии результатов косметологических процедур.

## Материалы и методы

Проведено обследование мягких тканей передней брюшной стенки жен-

щины 43 лет с жалобами на атонию кожи, послеродовые стрии с помощью УЗИ высокого разрешения и МРТ. Исследование выполняли на томографе SIMENS MAGNETOM Symphony 1,5 Т, с использованием головной катушки, в режимах T1, T2, STIR, SWI, DWI  $b = 1000$ , T1-FS-ВИ в трех взаимно перпендикулярных плоскостях, толщина среза составляла 3 мм. УЗИ проводили на аппарате MyLabAlpha, Esaote, с использованием линейного датчика с частотой 6–19 МГц в В-режиме, режиме цветового доплеровского картирования (ЦДК), энергетического картирования (ЭК). Оценивали толщину дермы, эхогенность, дифференцировку на сосочковый и сетчатые слои, васкуляризацию при частоте повторения импульса 480 Гц, при глубине сканирования 15 и 22 мм. Субдермальные структуры и включения в подкожной жировой клетчатке (ПЖК) также исследовали с определением эхогенности, однородности, четкости, ровности контуров, размеров, наличием или отсутствием сосудистых структур, фиброзной капсулы, акустической тени.

Обследование пациентки проведено через 3 месяца после воздействия RF с изолированными иглами на кожу эпигастральной области над пупком без инъекций препаратов, слева после обработки кожи RF и инъекций препарата на основе PLA, справа — RF и введения СаНа в разведении 1 : 4 в линейно-ретроградной технике.

## Результаты

По результатам УЗИ мягких тканей над областью пупка, где было воздействие только RF, дерма визуализировалась в В-режиме достаточно однородной структурой, несколько пониженной эхогенности с ее усилением на границе дермы и гиподермы, толщиной 2,1 мм. Субдермально определялись участки повышенной эхогенности с акустической тенью, в режиме ЭК — единичные

сосудистые структуры на границе дермы и гиподермы (рис. 1, а, б). По сравнению с участком интактной кожи живота отличие было в том, что в В-режиме повышения эхогенности ПЖК и акустической тени выявлено не было (рис. 1, в, г).

В проекции сочетанного воздействия RF и инъекций стимуляторов синтеза коллагена PLA и CaNa при УЗИ картина отличалась. Слева, в области введения PLA, в В-режиме дерма определялась как неоднородная структура с пониженной эхогенности сетчатым слоем, повышенной эхогенности, невыраженным по отношению к сосочковому слою, сетчатым, толщиной от 1,6 до 2,3 мм. Гиподерма визуализировалась с участками повышенной эхогенности

и акустической тенью. В режиме ЭК в зоне интереса были единичные сосудистые структуры (рис. 2, а, б). Справа, куда инъецировали CaNa, дерма определялась неоднородной структурой толщиной 2–2,4 мм с нечеткой дифференцировкой на сосочковый и сетчатый слои, несколько повышенной эхогенности относительно контралатеральной стороны и интактной кожи, участками утолщения и повышения эхогенности сетчатого слоя, переходящих в гиподерму, эхогенность которой также была умеренно повышенной, местами с акустической тенью. В режиме ЭК отличий не было (рис. 2, в, г).

На МР-томограммах передней брюшной стенки на уровне лонного

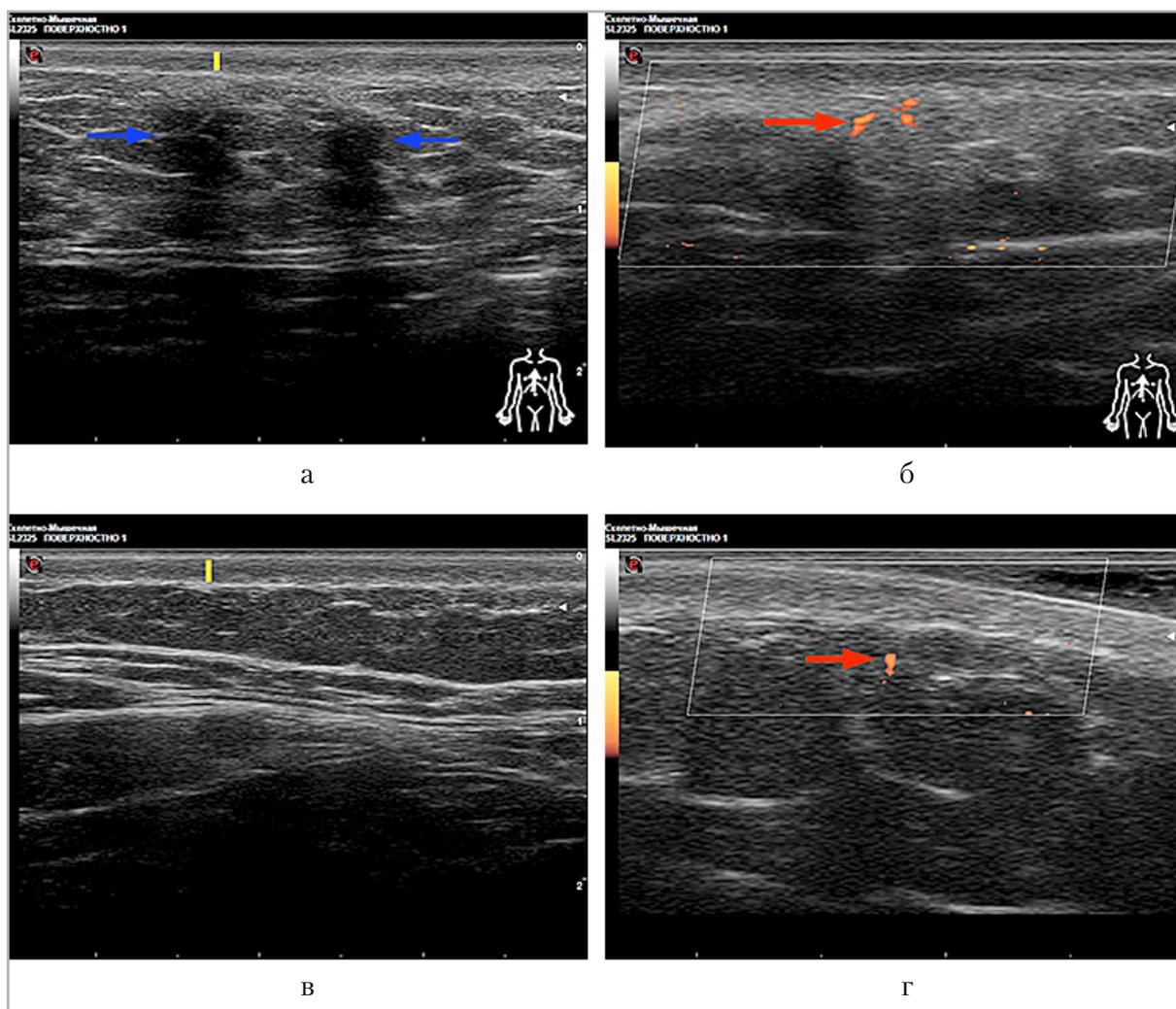


Рис. 1. Эхограммы мягких тканей эпигастральной области живота после воздействия RF (а, б) и интактный участок (в, г). Определяется: дерма (желтые стрелки), акустическая тень (синие стрелки), сосудистые структуры (красные стрелки)

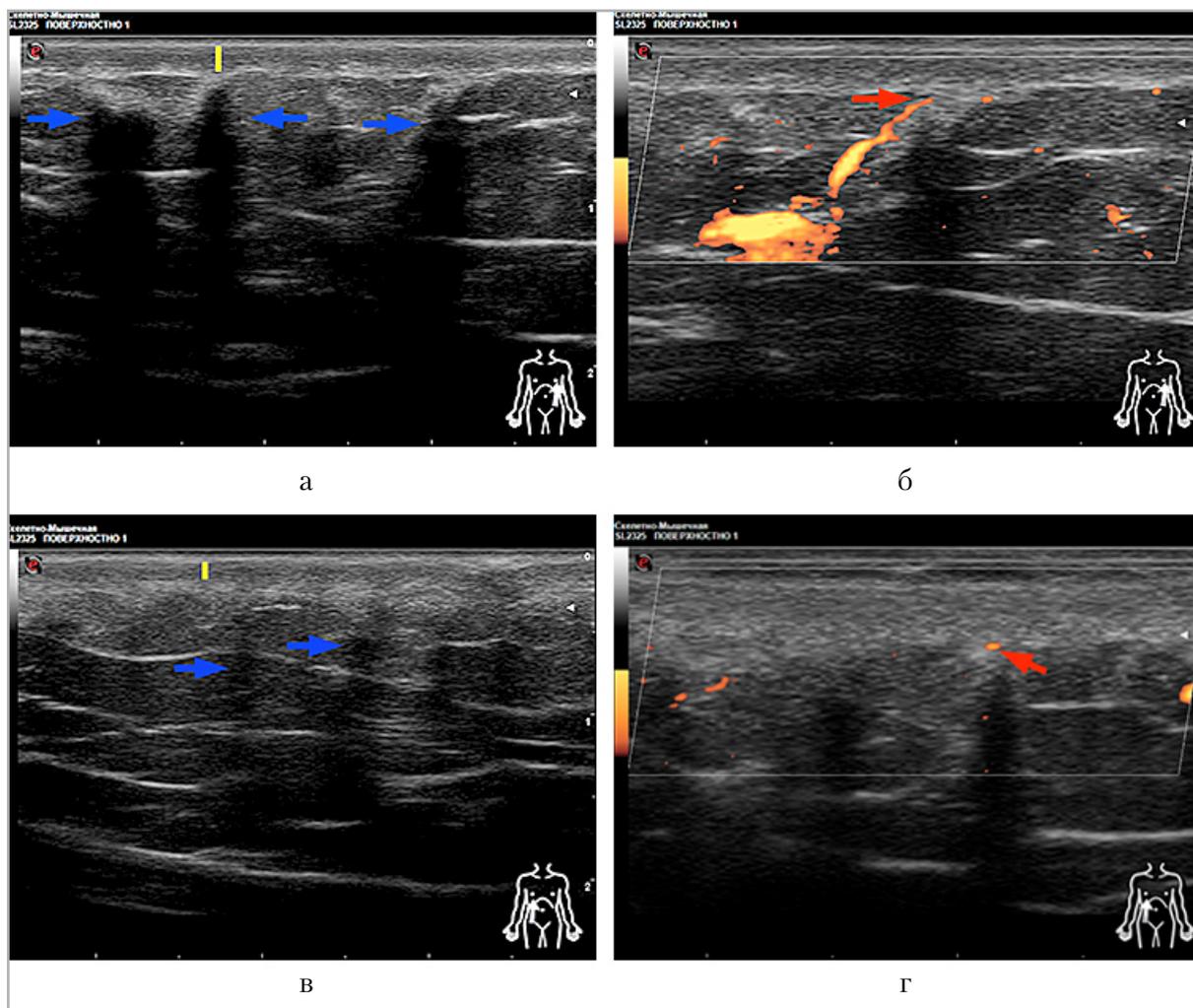


Рис. 2. Эхограммы мягких тканей эпигастральной области живота в проекции введения РЛА (а, б) и СаНа (в, г). Определяется: дерма (желтая стрелка), акустическая тень (синяя стрелка), сосудистые структуры (красная стрелка)

сочленения, где отсутствовали косметологические процедуры, подкожно-жировая клетчатка имела однородную структуру на всех импульсных последовательностях (рис. 3).

На МР-томограммах передней брюшной стенки в мягких тканях на супра- и инфраумбиликулярном уровне в ПЖК визуализировались участки линейной формы, гипоинтенсивного МР-сигнала в программах Т2-ВИ, Т1-ВИ, слабо гиперинтенсивного в STIR и Т1-FS-ВИ, без ограничения диффузии на DWI  $b = 1000$  — фиброзные изменения, некоторые связаны с поверхностью кожи. На этом фоне в режиме SWI справа определялись фокусы гипоинтенсивного

МР-сигнала округлой формы, с четкими и ровными контурами, размерами  $0,4 \times 0,5$  см, с распространением на глубину до  $0,9-1,0$  см. В мягких тканях периумбиликулярной области поверхностно на уровне дермы и гиподермы определялись участки гиперинтенсивного МР-сигнала на Т2-ВИ, STIR, гипоинтенсивного на Т1-ВИ, без ограничения диффузии на DWI  $b = 1000$  (МР-признаки отека) (рис. 4).

### Обсуждение

Клиническое наблюдение демонстрирует возможности комплексного подхода в оценке результатов косметологических процедур. По результатам МРТ в режимах Т1-, Т2-ВИ, STIR явных

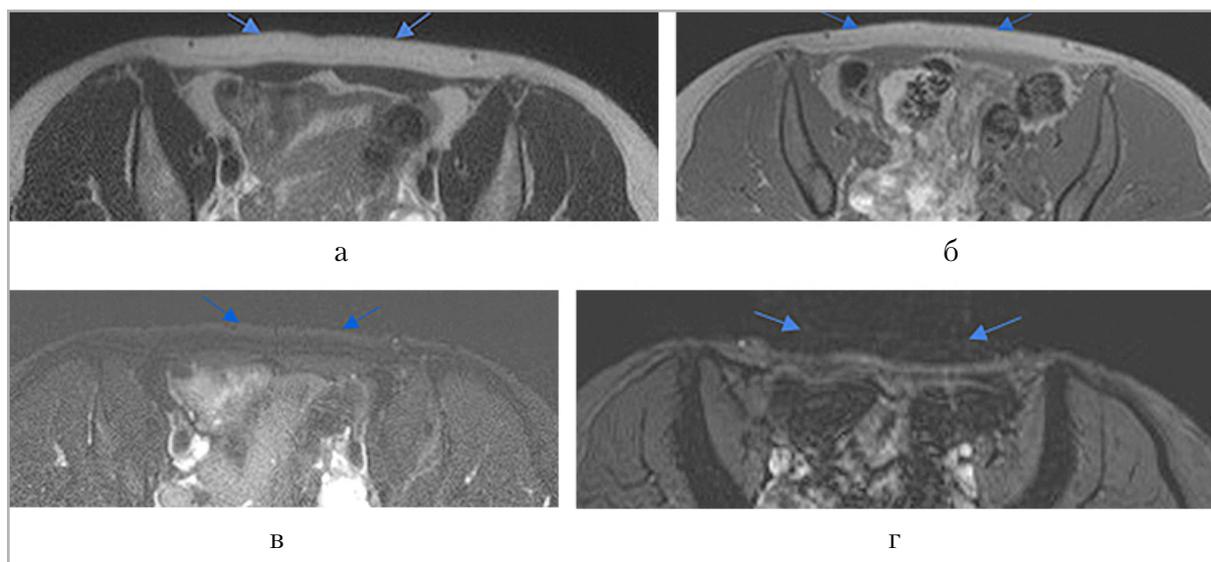


Рис. 3. МР-томограммы T2-ВИ (а), T1-ВИ (б), Stir (в), SWI (г) в аксиальной плоскости передней брюшной стенки без косметологических процедур. Синие стрелки — подкожная клетчатка не изменена

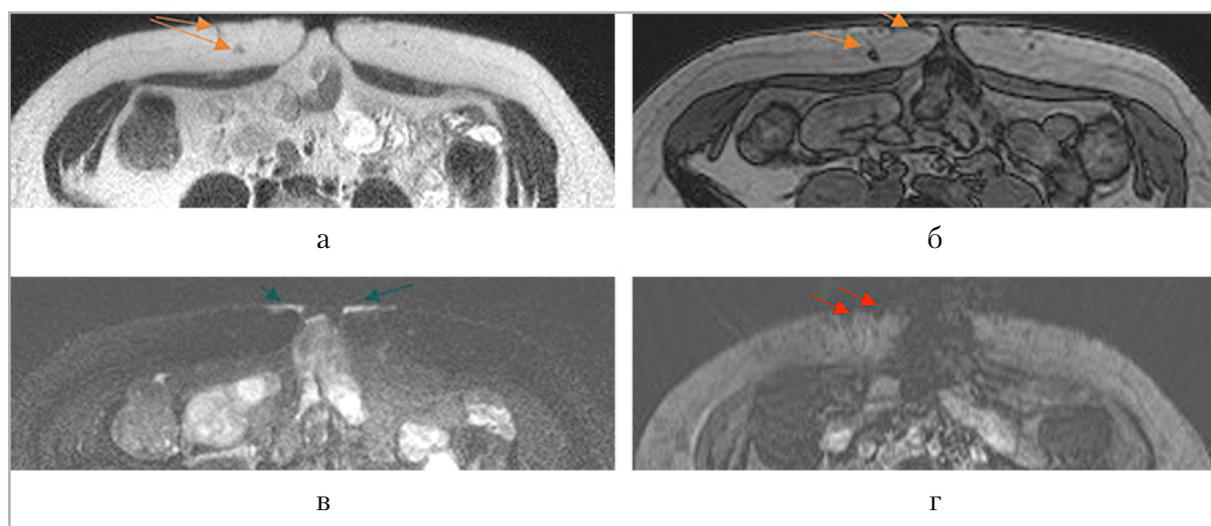


Рис. 4. МР-томограммы T2-ВИ (а), T1-ВИ (б), Stir (в), SWI (г) в аксиальной плоскости передней брюшной стенки после косметологических процедур. Определяется: фиброзные изменения (оранжевые стрелки), отек (зеленые стрелки), участки гидроксиапатита кальция (красные стрелки)

отличий в зоне введения CaHa и PLA не было, за исключением режима SWI, в котором справа определялись участки гипоинтенсивного сигнала до 0,3–0,4 см, предположительно последствия введения CaHa. На уровне дермы и гиподермы выявлялись участки гиперинтенсивного МР-сигнала на T2-ВИ, STIR, гипоинтенсивного на T1-ВИ, более характерные для отека. В научной литературе в нескольких

исследованиях упоминаются характеристики сигнала при введении CaHa на разных сроках, которые варьируют от изо- до изогипо-интенсивности на T1 и T2 [6, 10]. Данные по PLA в доступных источниках и научных базах не найдены.

При УЗИ справа, на стороне сочетанного воздействия RF и CaHa, наблюдалось равномерное повышение эхогенности дермы и гиподермы, с ми-

нимальными артефактами в виде акустической тени по сравнению с контралатеральной стороной и областью над пупком. В экспериментальных исследованиях на животных получены данные об активации синтеза коллагена после инъекций стимуляторов [8]. Опубликованы работы со сравнительными результатами гистологического исследования после имплантации косметологических нитей из различных материалов [9]. Повышение эхогенности дермы справа, вероятно, связано в большей степени стимуляцией коллагена, относительно других исследуемых зон. Наличие акустической тени может быть ультразвуковыми признаками фиброзных изменений, которые были также выявлены при МРТ. УЗИ применяется для диагностики рубцовых изменений кожи, и своевременное обследование на ранних этапах после процедур, стимулирующих синтез коллагена, а также динамическое наблюдение с помощью УЗИ в различные периоды лечения снижает риск их формирования [1]. Сочетанное применение УЗИ и МРТ позволяет расширить представления и дополнить информацию о происходящих в тканях процессах и на основании полученных данных персонализировать протокол коррекции возрастных изменений, послеродовых растяжек, минимизировать риски развития осложнений.

## Заключение

Таким образом, на МРТ на уровне дермы и гиподермы периумбикулярной области в проекции радиочастотного воздействия, инъекций препаратов на основе полимолочной кислоты слева, гидроксиапатита кальция справа через 3 месяца после субдермального введения определялись участки гиперинтенсивного МР-сигнала в программах T2-ВИ и STIR, гипоинтенсивного в T1-ВИ, без ограничения диффузии на DWI b = 1000. В режиме SWI справа определялись фокусы гипоинтенсивного МР-сигнала

округлой формы, с четкими и ровными контурами. При УЗИ в проекции введения препаратов полимолочной кислоты, гидроксиапатита кальция и воздействия RF отмечено повышение эхогенности гиподермы с наличием акустической тени.

## Список источников

1. Бондаренко И. Н. Новые возможности применения ультразвукового исследования в эстетической медицине: систематический обзор // Кубанский научный медицинский вестник. 2021;28(6):73-89. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-73-89>
2. Бондаренко И. Н. Роль ультразвукового исследования высокого разрешения в анализе структуры и причин осложнений после имплантации косметологических нитей в мягкие ткани лица и шеи // Инновационная медицина Кубани. 2021;2:14-20. <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-22-2-14-20>
3. Васильев А. Ю., Бондаренко И. Н. Комплексная диагностика дермальных наполнителей с помощью ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии // Ж. диагностическая и интервенционная радиология. 2022;16(2):54-58. <https://doi.org/10.25512/DIR.2022.16.2.06>
4. Васильев А. Ю., Лежнев Д. А., Бондаренко И. Н., Магомедова С. А. Сравнительная характеристика ультразвукового исследования высокого разрешения и магнитно-резонансной томографии в диагностике отеков после контурной пластики лица // Радиология – практика. 2023;4:82-92. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-4-82-92>
5. Васильев А. Ю., Привалова Е. Г., Бондаренко И. Н. Ультразвуковое исследование в косметологии. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2020. 112 с.: ил.
6. Магомедова С. А., Багненко С. С. Магнитно-резонансная томография мягких тканей лица при косметологических вмешательствах // Лучевая диагно-

- стика и терапия. 2020;1(S):50. <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55>
7. Мантурова Н. Е., Стенько А. Г., Петинати Я. А., Чайковская Е. А., Болгарина А. А. Инъекционный коллаген в коррекции возрастных изменений кожи: экспериментально-клинические параллели // Вестник РГМУ. 2019;1:78-95. <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2019.010>
  8. Могильная Г. М., Фомичева Е. В., Блатт Ю. Е. Иммуногистохимический профиль дермы при введении полимолочной кислоты // Морфологические ведомости. 2020;28(1):23-29. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28\(1\):23-29](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28(1):23-29)
  9. Паклина О. В., Чекмарева И. А., Агапова М. А., Жукова О. Г., Гуляев И. В., Циноева Ф. И. Сравнительная морфологическая характеристика реакции ткани человека на биорезорбируемые нитевые импланты // Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии. 2018;2:26-36.
  10. Pavicic T. Complete biodegradable nature of calcium hydroxylapatite after injection for malar enhancement: an MRI study. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.* 2015 Feb 9;8:19-25. <https://doi.org/10.2147/CCID.S72878>
  1. Bondarenko I. N. New outreach of ultrasound in aesthetic medicine: a systematic review. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2021;28(6):73-89. (In Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2021-28-6-73-89>
  2. Bondarenko I. N. The role of high-resolution ultrasonic examination in the analysis of the structure and causes of complications after cosmetological thread implantation into the face and neck soft tissues. *Innovative Medicine of Kuban.* 2021;2:14-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2500-0268-2021-22-2-14-20>
  3. Vasil'ev A. Yu., Bondarenko I. N. Complex diagnostics of dermal fillers using ultrasound and magnetic resonance imaging. *Diagnostic and Interventional Radiology.* 2022;16(2):54-58. (In Russ.). <https://doi.org/10.25512/DIR.2022.16.2.06>
  4. Vasil'ev A. Yu., Lezhnev D. A., Bondarenko I. N., Magomedova S. A. Comparative characteristics of high-resolution ultrasonic and magnetic resonance imaging in the diagnostics of edema after plastic facial contouring. *Radiology – Practice.* 2023;4:82-92. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-4-82-92>
  5. Vasil'ev A. Yu., Privalova E. G., Bondarenko I. N. Ultrasound Examination in Esthetic Sciens. *STROM*, 2020. 122 p.: il. (In Russ.).
  6. Magomedova S. A., Bagnenko S. S., MRI tomography of the tissues facial in cosmetology procedures. *Diagnostic radiology and radiotherapy.* 2020;(1S):50. (In Russ.). <https://doi.org/10.22328/2079-5343-2020-11-1S-43-55>
  7. Manturova N. E., Stenko A. G., Petinati Ya. A., Chaikovskaya E. A., Bolgarina A. A. Injectable collagen in correction of age-related skin changes: experimental and clinical parallels. *Bulletin of RSMU.* 2019;1:78-95. (In Russ.). <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2019.010>
  8. Mogil'naya G. M., Fomicheva E. V., Blatt Yu. E. Immunohistochemical profile of the dermis at the injection of polylactic acid. *Morphological newsletter.* 2020;28(1):23-29. (In Russ.). [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28\(1\):23-29](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2020.28(1):23-29)
  9. Paklina O. V., Chekmareva I. A., Agapova M. A., Zhukova O. G., Gulyaev I. V., Tsinoeva F. I. Comparative morphological characteristics of human tissue reactions to bioresorbable thread implants. *Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery.* 2018;2:26-36. (In Russ.)
  10. Pavicic T. Complete biodegradable nature of calcium hydroxylapatite after injection for malar enhancement: an MRI study. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.* 2015 Feb 9;8:19-25. <https://doi.org/10.2147/CCID.S72878>

## References

## Сведения об авторах / Information about the authors

**Бондаренко Игорь Николаевич**, кандидат медицинских наук, заведующий отделением косметологии ГБУЗ «ГП № 7 г. Краснодара» МЗ КК, Краснодар, Россия.  
350063, г. Краснодар, ул. Пушкина, 51.  
+7 (918) 433-35-29  
Вклад автора: проводил ультразвуковое исследование, анализировал результаты исследования, написание текста статьи.

**Bondarenko Igor Nikolaevich**, Ph. D. Med., Head of Cosmetology Department of Krasnodar City Polyclinic No. 7, Krasnodar, Russia.  
51, Pushkin st., Krasnodar, 350063, Russia.  
+7 (918) 433-35-29  
Author's contribution: conducting the ultrasonography, analysis of the results of the study, writing the text of the article.

**Джубуева Индира Фермановна**, врач-дерматовенеролог, врач-косметолог, ООО «Медтех», Краснодар, Россия.  
350004, г. Краснодар, ул. Кожевнная, д. 117.  
+7 (918) 431-77-55  
Вклад автора: проводила клиническое обследование и динамическое наблюдение пациентки.

**Dzhubueva Indira Fermanovna**, dermatovenerologist, cosmetologist, Medtech LLC, Krasnodar, Russia.  
117, Kozhevonnaya st., Krasnodar, 350004, Russia.  
+7 (918) 431-77-55  
Author's contribution: conducting the clinical examination and dynamic follow-up of the patient

**Магомедова Саида Анварбековна**, врач-рентгенолог отделения магнитно-резонансной томографии ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова» Министерства обороны РФ, г. Санкт-Петербург, Россия.  
198332, г. Санкт-Петербург, Ленинский пр-т, 80, к. 1, кв. 139.  
+7 (921) 327-89-89  
Вклад автора: проводила магнитно-резонансную томографию, оценивала, описывала ее.

**Magomedova Saida Anvarbekovna**, doctor radiologist magnetic resonance tomography Military medical academy S. M. Kirov, St. Petersburg, Russia.  
80,1/139, Leninsky av., St. Petersburg, 198332, Russia.  
+7 (921) 327-89-89  
Author's contribution: conducting the magnetic-resonance tomography, evaluating and describing its results.

**Васильев Александр Юрьевич**, доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБВОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, заслуженный деятель науки РФ, Москва, Россия.  
127206, г. Москва, ул. Вучетича, д. 9а.  
+7 (903) 721-05-13  
Вклад автора: создание концепции исследования, проверка статьи.

**Vasil'ev Aleksandr Yur'evich**, M. D. Med., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of FSBEI HE "ROSUNIMED" of MOH of Russia, Honored Scientist of the Russian Federation, Moscow, Russia.  
9a, Vucheticha st., Moscow, 127206, Russia.  
+7 (903) 721-05-13  
Author's contribution: creating a research concept, the article review.

Статья поступила в редакцию 06.05.2024;  
одобрена после рецензирования 25.06.2024;  
принята к публикации 25.06.2024.

The article was submitted 06.05.2024;  
approved after reviewing 25.06.2024;  
accepted for publication 25.06.2024.

## Некролог в память об Алле Григорьевне Васильевой

### Obituary in Memory of Alla G. Vasilyeva



1 июля 2024 года после продолжительной болезни ушла из жизни генеральный директор Фонда развития лучевой диагностики Васильева Алла Григорьевна.

Васильева А. Г. родилась в г. Душанбе.

В Пскове окончила среднюю школу и в дальнейшем прошла обучение в Ленинградском финансово-экономическом институте имени Н. А. Вознесенского.

Прошла все ступени профессиональной карьеры в различных министерствах экономического блока нашей страны.

В 2010 году защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «Развитие методических основ раздела продукции нефти и газа с учетом фактора экономической безопасности».

В октябре 2012 года организовала Фонд развития лучевой диагностики и с этого времени проводила научно-образовательные мероприятия на всей территории РФ. За 12 лет существования фонда проведено более 85 конференций, съездов и различных научных мероприятий с общим количеством участников более 17 тысяч специалистов.

Аллу Григорьевну всегда отличали высокий профессионализм, активная жизненная позиция, умение взаимодействовать с профессиональным сообществом и доброе отношение к коллегам.

**Редакция журнала «Радиология — практика» и профессиональная медицинская общественность выражает соболезнования родным и близким!**

**Светлая память!**

## Некролог в память о Григории Григорьевиче Кармазановском

### Obituary in Memory of Grigory G. Karmazanovsky



Григорий Григорьевич родился 23 апреля 1959 года. В 1982 году с отличием окончил Одесский медицинский институт им. Н. И. Пирогова. С 1984 года в Национальном медицинском исследовательском центре хирургии им. А. В. Вишневского Минздрава России прошел путь от старшего лаборанта отделения КТ до заведующего отделением (с 1995 г.). Заведующий отделом лучевых методов диагностики и лечения НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского Минздрава России.

В 1998-2018 гг. — профессор кафедры лучевой диагностики и терапии

Института профессионального образования Первого Московского государственного медицинского университета им. И. М. Сеченова. С 2019 года — профессор кафедры лучевой диагностики и терапии Медико-биологического факультета РНИМУ им. Н. И. Пирогова. В 1988 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1995 году защитил докторскую диссертацию «Компьютерно-томографическая диагностика при хирургическом лечении хронического остеомиелита нижних конечностей и таза», профессор по специальности «лучевая диагностика». С 2016 года

член-корреспондент РАН, с 2022 года академик РАН — Отделение медицинских наук.

Лауреат Премии Ленинского комсомола (1989), Премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2001), Премии Москвы в области медицины (2017), кавалер ордена Пирогова (2020).

Григорий Григорьевич — автор 563 научных трудов, в том числе более 30 монографий, книг, руководств и учебных пособий.

Под его руководством и при научном консультировании защищено 39 кандидатских и 11 докторских диссертаций.

**Редакция журнала «Радиология — практика»  
и профессиональная медицинская общественность  
выражает соболезнования семье и близким Григория Григорьевича.**

**Светлая память!**



## Отчет о проведении I Балтийского форума по лучевой диагностике «Янтарная весна», г. Калининград

### Report on the First Baltic Forum on Radiation Diagnostics «Amber Spring», Kaliningrad

20–21 мая 2024 года в городе Калининграде состоялся I Балтийский форум по лучевой диагностике «Янтарная весна». Мероприятие проходило в выставочном центре «Пакгауз» музея-заповедника «Музей Мирового океана» (г. Калининград).

Организаторами выступили Министерство здравоохранения Калининградской области, Фонд развития лучевой диагностики, Государственное областное бюджетное учреждение здравоохранения «Республиканская больница им. В. А. Баранова», Научно-образовательный институт стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Областная клиническая больница Калининградской области», Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Областная стоматологическая поли-

клиника Калининградской области» и ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики».

Мероприятие было организовано при содействии ведущих отечественных и зарубежных производителей и дистрибьюторов медицинской техники. Главными спонсорами явились компании АО «МТЛ», НΠΑО «АМИКО», «Р-Фарм», а также группа компаний «Пульс», ООО «ФИЛИПС», ООО «Сименс Здравоохранение», АО «Санте Медикал Системс». Информационная поддержка осуществлялась журналом «Радиология – практика» и интернет-порталом [www.unionrad.ru](http://www.unionrad.ru).

К участию в работе форума были приглашены руководители медицинских, научных и образовательных учреждений, врачи-рентгенологи и врачи ультразвуковой диагностики. За два дня в конференции приняло участие более 150 специалистов. География участни-

ков была представлена несколькими регионами Российской Федерации: г. Москва, г. Санкт-Петербург, г. Нижний Новгород и г. Калининград.

Конференция проходила в течение двух дней и состояла из двух подсекций: рентгенология (20 мая) и ультразвуковая диагностика (21 мая).

Открытие мероприятия началось с приветственных слов главного внештатного специалиста по лучевой и инструментальной диагностике Министерства здравоохранения Калининградской области, кандидата медицинских наук Сапогова А. Ю. и члена-корреспондента РАН, доктора медицинских наук, профессора Васильева А. Ю., которые также были председателями первого заседания подсекции по рентгенологии (рис. 1).

В первый день форума вниманию участников было представлено 18 докладов, а во второй – 11 докладов и один мастер-класс.

Заседание первого дня открыл доклад главного внештатного специалиста по лучевой и инструментальной диагностике Министерства здравоохранения Калининградской области кандидата медицинских наук Сапогова А. Ю. «Состояние лучевой диагностики Калининградской области». Лекция о новых рентгеновских технологиях последних лет с акцентом на импортозамещение, представленная членом-корреспондентом РАН, доктором медицинских наук,

профессором Васильевым А. Ю., вызвала дискуссию и вопросы от аудитории.

Далее участникам конференции был представлен доклад доктора медицинских наук, профессора кафедры рентгенологии и радиационной медицины ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет им. академика И. П. Павлова» Минздрава России (г. Санкт-Петербург) Сперанской А. А. «Лучевая диагностика бронхолегочной дисплазии», в которой были отражены особенности данной патологии, выявляемой при проведении КТ органов грудной клетки.

О лучевой диагностике ятрогенных повреждений челюстно-лицевой области рассказал доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой лучевой диагностики стоматологического факультета НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава РФ (г. Москва) Лежнев Д. А.

Заместитель генерального директора АО «Медицинские технологии ЛТД» Шокина С. Ю. (г. Москва) посвятила свое выступление цифровой маммологии как основе ранней диагностики заболеваний молочной железы.

О лучевой диагностике в педиатрии, новых методиках и клиническом применении рассказала доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой



Рис. 1. Открытие I Балтийского форума по лучевой диагностике «Янтарная весна»

диагностики детского возраста ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава РФ, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ «Детская городская клиническая больница святого Владимира Департамента здравоохранения г. Москвы» Шолохова Н. А.

Обзорный доклад о технологии конусно-лучевой компьютерной томографии, которая применяется в различных областях медицины — оториноларингологии, травматологии, ортопедии, представил доктор технических наук, профессор кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава РФ (г. Москва) Блинов Н. Н.

Об особенностях лучевой диагностики бактериальных инфекций головного мозга сообщил кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики Национального медицинского исследовательского центра нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко (г. Москва) Баталов А. И.

Заведующий центром комплексной диагностики филиала «Онкологический центр № 1 ГКБ имени С. С. Юдина ДЗМ», кандидат медицинских наук Нечаев В. А. (г. Москва) доложил слушателям о «слепых пятнах» при анализе КТ области головы и шеи, о тех анатомических зонах, где чаще других упускаются из вида патологические изменения.

Старший специалист по клиническим применениям медицинского оборудования (направление МРТ) Philips Головатенко-Абрамов К. (г. Москва) сообщил о возможностях технологии BlueSeal как о новой реальности в МРТ.

Председателями второго заседания подсекции по рентгенологии выступили

доктор медицинских наук Сперанская А. А. и доктор медицинских наук Шолохова Н. А.

Во втором заседании доктор медицинских наук, профессор Сперанская А. А. выступила с лекцией «Лучевая диагностика легочного альвеолярного протеиноза», где были продемонстрированы основные аспекты медицинской визуализации данной редкой патологии.

Профессор, доктор медицинских наук Потрахов Н. Н., заведующий кафедрой электронных приборов и устройств ЛЭТИ им В. И. Ульянова (Ленина) (г. Санкт-Петербург), рассказал участникам конференции про малогабаритные рентгеновские аппараты, перспективы их разработок и клинического внедрения.

О первом успешном российском опыте применения КЛКТ в педиатрической практике многопрофильного стационара доложила доктор медицинских наук Шолохова Н. А.

Руководитель направления МРТ ООО «Сименс Здравоохранение» Варгина Т. (г. Москва) рассказала о современных технологиях в МРТ.

Проблему диагностики отосклероза с помощью КТ осветил кандидат медицинских наук Нечаев В. А., акцентировав внимание слушателей на основных его семиотических признаках, а кандидат медицинских наук Баталов А. И. представил сообщение о диагностике опухолевого поражения черепных нервов.

Заключительный доклад первого дня конференции был посвящен расширенной линейке шасси передвижных комплексов группы компаний «АМИКО», о которой рассказал директор по развитию в ЮФО и СКФО НПАО «АМИКО» Никифоров К. С. (г. Москва).

Вопросы ультразвуковой диагностики обсуждались во второй день конференции (рис. 2).

Заседание первой подсекции открыли сопредседатели доктор медицинских наук, профессор Степанова Ю. А.



Рис. 2. Обсуждение вопросов ультразвуковой диагностики во второй день форума

и доктор медицинских наук, доцент Петрова Е. Б.

Особый интерес вызвали лекции «Новые лучевые технологии в диагностике аденокарциномы поджелудочной железы», «Лучевая дифференциальная диагностика солидных образований печени», «Ультразвуковая визуализация и дифференциальная диагностика очаговых образований надпочечников: особенности и сложности», представленные доктором медицинских наук, профессором, ученым секретарем ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского» Минздрава России, профессором кафедры хирургии и хирургических технологий Научно-исследовательского института клинической медицины им. Н. А. Семашко лечебного факультета ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Степановой Ю. А. (г. Москва).

Далее доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО, доцент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, врач ультразвуковой диагностики поликлиники № 5 ПОМЦ ФМБА России, врач ультразвуковой диагностики ГКД и РЦ ГБУЗ НО ГКБ № 5 (г. Нижний Новгород) Петрова Е. Б. представила доклад «Эхокардиография в диагностике легочной гипертензии».

Врач ультразвуковой диагностики ГБУЗ «Городская онкологическая больница № 62 ДЗ г. Москвы», кандидат медицинских наук Кабин Ю. В. уделит внимание «Роли ультразвуковых технологий в исследовании легких, средостения и плевры».

Заседание второй подсекции открыли сопредседатели доктор медицинских

наук, профессор Капустин В. В. и кандидат медицинских наук, доцент Постнова Н. А.

«Ультразвуковое исследование вен нижних конечностей: потребности флебологов и возможности диагностов» представила в своем докладе Постнова Н. А., кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики МБУИиНО ГНЦ РФ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, врач ОУЗД ФКУЗ «ГКГ МВД Российской Федерации» (г. Москва).

Доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета Научно-образовательного института стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Капустин В. В. (г. Москва) в своем докладе осветил вопросы «Мультипараметрического УЗИ в распознавании метастатического поражения периферических лимфатических узлов».

Доклад кандидата медицинских наук Кабина Ю. В. «Ультразвуковая

дифференциальная диагностика опухолей щитовидной и молочных желез» вызвал интерес у аудитории. Об эластографии в клинической практике, состоянии технологии сегодня и возможностях будущего применения доложила кандидат медицинских наук Постнова Н. А. На вопросы о «биопсии простаты: настоящее и будущее» ответил доктор медицинских наук Капустин В. В.

Во второй день форума прошел мастер-класс по «Рентгеновским методикам в стоматологии. Укладки и профилактика ошибок» под руководством доктора медицинских наук, профессора кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета Научно-образовательного института стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Петровской В. В. (г. Москва).

Двухдневный форум закончился обсуждением докладов, обменом опытом и общением коллег (рис. 3).



Рис. 3. Участники I Балтийского форума по лучевой диагностике «Янтарная весна»



## Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики в кардиологии», г. Нижний Новгород

### Report on the Scientific and Practical Conference «Topical Issues of Radiology in Cardiology», Nizhny Novgorod

**10 июня 2024 года** в г. Нижний Новгород проведена научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лучевой диагностики в кардиологии».

Организаторами конференции выступили Фонд развития лучевой диагностики и Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики.

Мероприятие было организовано при содействии ведущих отечественных и зарубежных производителей и дистрибьюторов медицинской техники. Спонсорами конференции выступили компании ЗАО «Медиэйс», ООО «Приволжская медицинская компания» и ООО «Пульс». Информационная поддержка осуществлялась журналом «Радиология — практика» и интернет-порталом [www.unionrad.ru](http://www.unionrad.ru).

К участию в работе конференции были приглашены руководители лечебных учреждений, отделений ультразвуковой и функциональной диагностики и врачи ультразвуковой диагностики, врачи-кардиологи. Конференцию посетили врачи из Нижнего Новгорода и Нижегородской области, Владимира, Гороховца, Москвы.

Всего в конференции приняли участие 137 человек.

Конференция открылась приветственными словами профессора Шахова Б. Е., кандидата медицинских наук, главного внештатного специалиста, кардиолога Министерства здравоохранения Нижегородской области Тимощенко Е. С., главного врача ГБУЗ НО ГKB № 5 Родина Н. В. (рис. 1).



Рис. 1. Приветственное слово участникам конференции

С пленарным докладом «Искусственный интеллект в лучевой диагностике» выступил член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор Васильев А. Ю. (г. Москва). Обсуждались вопросы понятия искусственного интеллекта (ИИ), роль государства во внедрении и его использовании, проводился обзор публикаций и публикационной активности разных стран, перспектив развития и использования ИИ в ближайшие 5 лет, а также медицинские изделия, снабженные ИИ, в т. ч. и российских производителей. Особое внимание было уделено использованию ИИ в различных направлениях лучевой диагностики, включая методы исследования, связанные с выявлением заболеваний сердца и сосудов, планирования оперативных вмешательств и динамического контроля. ИИ не может заменить врача, но может увеличить производительность труда и оптимизи-

ровать ресурсы медицинских организаций. Информация об ИИ вызвала активное обсуждение среди слушателей и членов президиума.

Следующее сообщение доктора медицинских наук, доцента кафедры лучевой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России Петровой Е. Б. (г. Нижний Новгород) по использованию эхокардиографии (ЭхоКГ) в диагностике легочной гипертензии содержало информацию об особенностях ультразвукового обследования данных пациентов, количестве времени и особенностях протокола исследования.

Роль эхокардиографии в эндоваскулярном лечении аортального стеноза обсуждалась в лекции кандидата медицинских наук, заведующей отделением ультразвуковой диагностики и лечения ФГБУ «НМИЦ хирургии им. А. В. Вишневского» Минздрава России Кадыровой М. В. (г. Москва). Ультраз-

вуковые критерии интраоперационного контроля транскатетерной имплантации аортального клапана, ранние и отдаленные результаты лечения были продемонстрированы на клинических примерах и вызвали живое обсуждение в аудитории.

В докладе кандидата медицинских наук, заведующей отделением рентгенодиагностики с кабинетами МРТ и КТ Университетской клиники МНОИ МГУ, доцента кафедры лучевой диагностики ФФМ МГУ им. М. В. Ломоносова Мершиной Е. А. (г. Москва) «МРТ в диагностике болезней сердца при аритмиях» были рассмотрены заболевания сердца, приводящие к жизнеугрожающим аритмиям, перечислены дифференциальные критерии причин гипертрофии миокарда левого желудочка, в том числе с применением методик картирования миокарда. Обсуждались вопросы МР-критериев диагностики при аритмогенной кардиомиопатии, пролапса митрального клапана с дизъюнкцией кольца.

Бренд-менеджер компании «Медиэйс», кандидат медицинских наук Анисимов А. В. рассказал о современных технологиях в ультразвуковой диагностике. В сообщении «Современные технологии Samsung в УЗД — микрокровоток, сдвиговая волна и нейронные сети» детально, с теоретическими предпосылками и клиническими примерами были показаны цветовой доплер 4-го поколения (МикроКровоток), эластометрия и стеатометрия, а также прикладные программы, основанные на нейронных сетях. Особое внимание было уделено применению новых технологий в ЭхоКГ и методикам расчета показателей у взрослых пациентов.

Доклад «Артериовенозные конфликты. Современные аспекты диагностики» представила доктор медицинских наук, профессор кафедры ядерной и экспериментальной медицины ИББМ ФГАОУ ВО «Национальный иссле-

довательский Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского», заведующая рентгенодиагностическим отделением ГБУЗ НО «НИИ СККБ им. академика Б. А. Королева» Сухова М.Б. (г. Нижний Новгород). В докладе перечислены ранее известные данные и современные аспекты томографической диагностики артериовенозных конфликтов, сделан акцент на ежегодное увеличение количества врожденных аномалий со сложной сосудистой анатомией, озвучена проблема отсутствия единых классификаторов и клинико-диагностических подходов, продемонстрированы осложнения недиагностированных врожденных артериовенозных конфликтов.

Первым опытом катетерной баллонной ангиопластики пациентов с хронической тромбоэмболической легочной гипертензией (ХТЛГ) поделился доктор медицинских наук, профессор кафедры госпитальной хирургии им. Б. А. Королева, доцент кафедры рентгеноэндоваскулярных методов диагностики и лечения ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России Шахов Е. Б. (г. Нижний Новгород). В докладе был продемонстрирован мультидисциплинарный подход к диагностике ХТЛГ, представлены протокол и методика зондирования легочной артерии.

Итоги лекционной части подвели доктор медицинских наук, профессор Шахов Б. Е., доктор медицинских наук, профессор Сафонов Д. В. Заседание закончилось обсуждением докладов, обменом опытом и общением коллег (рис. 2).

По окончании лекционной сессии слушателям был представлен клинический случай использования магнитно-резонансной томографии в диагностике нежизнеспособного миокарда (Коновлева Ю. Ю., кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики ФДПО) и продемонстрирован мастер-класс «Дистанционное ультразвуковое исследование», который включал в себя лекцию руководителя



Рис. 2. Доклады на научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики в кардиологии»

информационного отдела бизнес-подразделения «Ультразвуковые диагностические системы» ООО «Приволжская медицинская компания» Юрченко О. В. (г. Москва) и демонстрацию эхокардиографического исследования реального пациента, которую провели доктор медицинских наук, доцент Петрова Е. Б. и кандидат медицинских наук, доцент кафедры эндокринологии и внутренних болезней ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России Будкина М. Л.

Лекция «Телемедицинские консультации — новое слово в ультразвуковой диагностике» позволила слушателям получить больше информации об использовании ультразвуковой диагностики в телемедицинских консультациях (ТМК) для оказания своевременной диагностической помощи пациентам в условиях удаленной локации. Новые технологические решения дают возможность общения специалиста и врача-эксперта в режиме реального времени как визуально, так и вербально. При этом врач-эксперт на рабочей станции может управлять и корректировать проведение УЗИ, т. к. изображение соответствует изображению, получаемому на ультразвуковом сканере. Практические возможности ТМК в

пределах одного лечебного учреждения были представлены при проведении ультразвукового исследования сердца с демонстрацией полного комплекса программного обеспечения ультразвукового сканера. После этого была продемонстрирована методика удаленной телемедицинской консультации между Москвой и Нижним Новгородом в диагностике щитовидной железы с участием Юрченко О. В. и доктора медицинских наук, профессора кафедры акушерства и гинекологии ДПО ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации», профессора кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н. И. Пирогова» Минздрава России (г. Москва) Сенча А. Н. В ходе данной ТМК слушатели имели возможность участия в обсуждении изображений щитовидной железы, особенностей измерений выявленных патологических образований, необходимости использования методик цветового доплеровского картирования (рис. 3). Итогом ТМК стало формирование заключения и рекомендаций.

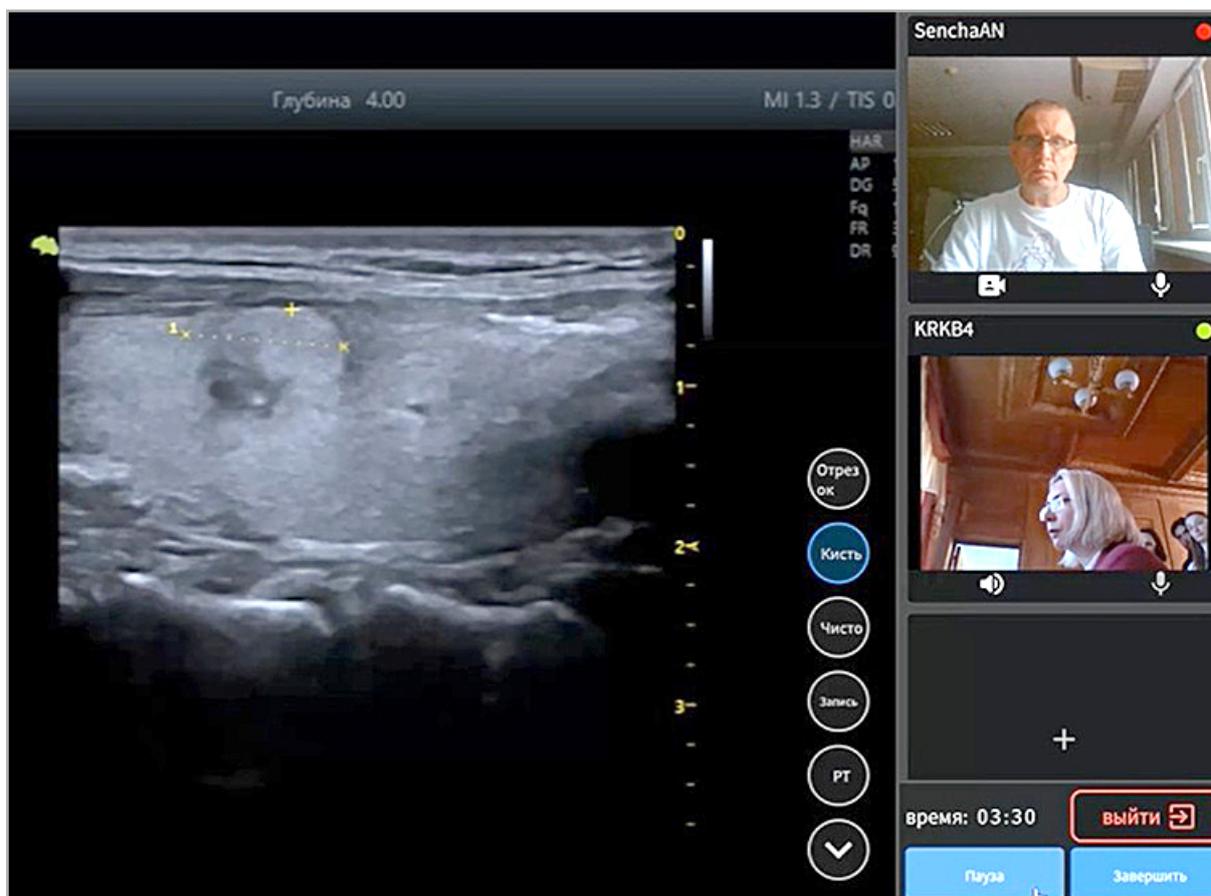


Рис. 3. Удаленная телемедицинская консультация между Москвой и Нижним Новгородом

## **Объявление о тематике готовящихся выпусков № 6, 2024 и № 1, 2025**

### **Announcement of the Topic of Upcoming Issues No. 6, 2024 and No. 1, 2025**

#### **Уважаемые авторы и коллеги!**

**Редакция журнала «Радиология – практика»  
планирует посвятить выпуск № 6, 2024  
работам аспирантов и соискателей по специальности  
3.1.25 – Лучевая диагностика**

Публиковаться будут работы в соавторстве аспиранта/соискателя и его научного руководителя. При этом в сведениях об авторах должна быть указана информация о том, что один из соавторов является аспирантом/соискателем с указанием кафедры и учреждения.

**Статьи принимаются до 1 сентября 2024 года.**

Просим представлять публикации в соответствии с требованиями журнала.

---

**Выпуск № 1, 2025 будет посвящен  
вопросам клинического применения программ  
искусственного интеллекта в лучевой диагностике.**

Публиковаться будут статьи только научного характера.  
Рекламные материалы не будут рассматриваться.

**Статьи принимаются до 25 октября 2024 года.**

Просим представлять работы в соответствии с требованиями журнала.

## Поздравление с юбилеем Николая Николаевича Блинова

### Congratulations on Jubilee Nikolai N. Blinov



Николай Николаевич Блинов родился 10 июля 1964 года в поселке Мосрентген Ленинского района Московской области.

В 1987 г. окончил Московский инженерно-физический институт по специальности «экспериментальная ядерная физика».

В 1998 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Исследование и разработка цифровых рентгенопреобразующих систем для исследования легких».

В 2004 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Теоретическое обоснование, исследование и разработка методов и средств минимизации лучевой нагрузки в современных рентгенодиагностических аппаратах».

В 1987–1991 гг. работал инженером в отделе астрофизики Института космических исследований Академии наук СССР. В 1991–1993 гг. занимал должность научного сотрудника Московского рентгенорадиологического института Минздрава РСФСР.

В 1994 г. с группой единомышленников основал АОЗТ «АМИКО», которым успешно руководит по настоящее время. НПАО «АМИКО» — одно из ведущих российских предприятий в области разработки и производства рентгентехники и аксессуаров для рентгенодиагностики.

Основными составляющими научной и профессиональной деятельности Николая Николаевича являются разработка и производство отечественного

медицинского рентгенодиагностического оборудования. Блинов Н. Н. — автор многочисленных работ по разработке и производству медицинского оборудования, в т. ч. рентгеновских аппаратов.

В настоящее время Николай Николаевич занимает должность профессора на кафедрах медицинской физики ФГБОУ ВО «Национальный

исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт» и лучевой диагностики ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России (бывший ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А. И. Евдокимова» Минздрава России).

**Редакция журнала «Радиология – практика»,  
профессиональная общественность, коллеги и друзья  
сердечно поздравляют Николая Николаевича с юбилеем,  
желают здоровья на долгие годы, неиссякаемого оптимизма,  
новых идей!**

## Правила подачи и оформления статей в электронный журнал «Радиология — практика»

### Rules for Submitting and Formatting Articles to an Electronic Journal «Radiology — Practice»

#### Информация для авторов

В научный рецензируемый журнал «Радиология — практика» включаются статьи по специальности 3.1.25 — Лучевая диагностика:

- рентгенодиагностика,
- компьютерная томография,
- магнитно-резонансная томография,
- ультразвуковая диагностика,
- радионуклидная диагностика,
- организационные вопросы, связанные с лучевой диагностикой.

Журнал публикует:

- оригинальные (научные) статьи по диссертационным, клиническим и экспериментальным исследованиям,
- обзоры литературы,
- образовательные (учебные) материалы по специальности «лучевая диагностика» (лекции, семинары, презентации, контрольно-измерительные материалы и др.),
- клинические наблюдения (краткие сообщения из практики).

Журнал «Радиология — практика» включен ВАК РФ в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук по научной специальности 3.1.25 — Лучевая диагностика (Медицинские науки).

#### Общие правила

Материалы поступают в редакцию через сайт журнала [www.radp.ru](http://www.radp.ru) при помощи кнопки «Отправить статью».

На сайт журнала загружается:

- сопроводительное письмо от организации, где выполнялась работа (см. правила оформления);
- справка антиплагиата (при невозможности оформления проверка на антиплагиат проводится редакцией. Редакция оставляет за собой право проверки любой рукописи на антиплагиат);
- файл с полной версией статьи;
- файл без выходных данных (без Ф.И.О. авторов) для возможности «слепого рецензирования»;
- иллюстрации (каждая отдельным файлом, см. требования к иллюстрациям).

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.

## **Правила оформления сопроводительного письма**

Сопроводительное письмо пишется на имя главного редактора научного рецензируемого журнала «Радиология — практика» или ответственного секретаря.

Текст письма должен содержать следующую информацию:

Уважаемый Ф.И.О.! Просим Вас принять к рассмотрению статью «название статьи» (авторы: Ф.И.О. авторов) в научном рецензируемом журнале «Радиология — практика».

Настоящим письмом гарантируем, что опубликование научной статьи не нарушает ничьих авторских прав. Автор (авторы) передает (-ют) на неограниченный срок учредителю журнала неисключительные права на использование научной статьи путем размещения полнотекстовых сетевых версий номеров на интернет-сайте журнала. Автор (авторы) несет (-ут) ответственность за неправомерное использование в научной статье объектов интеллектуальной собственности, объектов авторского права в полном объеме в соответствии с действующим законодательством РФ.

Автор (авторы) подтверждает (-ют), что направляемая статья нигде ранее не была опубликована, не направлялась и не будет направляться для опубликования в другие научные издания.

Также удостоверяем, что автор (авторы) согласен (-ны) с правилами подготовки рукописи к изданию, утвержденными редакцией журнала «Радиология — практика», опубликованными и размещенными на официальном сайте журнала.

Сопроводительное письмо подписывает руководитель структурного подразделения (кафедры) или другое должностное лицо.

Сопроводительное письмо сканируется и загружается на сайт журнала (рекомендован формат PDF).

## **Справка антиплагиата**

Отчет «Антиплагиата» содержит три раздела — заимствования, цитирования, оригинальный текст. Большой объем цитирований снижает показатель оригинальности текста.

Редколлегия приветствует работы, уровень оригинального текста которых более 70 %, уровень заимствования менее 10 %. Работа не принимается к публикации, если уровень оригинального текста менее 60 %, а уровень заимствования более 20 %.

Проверку на антиплагиат может выполнить сам автор или организация, которая дает сопроводительное письмо, воспользовавшись программой (<https://www.antiplagiat.ru/>). В этом случае на сайт журнала загружается результат проверки (справка антиплагиата) с указанием уровня оригинальности, цитирования и заимствования.

При рассмотрении статьи редакция оставляет за собой право проведения проверки материала с помощью системы «Антиплагиат». Особенно это касается тех статей, которые поступили в редакцию без справки антиплагиата. В случае обнаружения многочисленных заимствований редакция действует в соответствии с правилами COPE (The Committee on Publication Ethics, <https://publicationethics.org/>).

Результаты первичной проверки отсылаются авторам для возможного улучшения качества рукописи статьи.

## **Правила оформления статьи**

Текст должен быть набран формате Word, шрифт Times New Roman с полуторным межстрочным интервалом; используется кегль шрифта в 14 пунктов, для выделения используется курсив, а не подчеркивание (за исключением интернет-адресов).

сов); все иллюстрации, графики и таблицы расположены в соответствующих местах в тексте, а не в конце документа. Страницы должны быть пронумерованы, номер страницы ставится в правом нижнем углу.

Объем оригинальной статьи не более 10 страниц.

Обзорные статьи не более 15 страниц.

Краткие сообщения и клинические наблюдения не более 4 страниц.

## **Титульный лист статьи (на русском языке)**

### **Образец оформления**

- **Тип статьи** (оригинальная статья/обзорная статья/краткое сообщение)
- **Код УДК**

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). Справочник УДК: <https://www.teacode.com/online/udc/>
- **Название статьи**

Названия научных статей должны быть информативными (международные базы данных Web of Science и Scopus это требование рассматривают в экспертной системе как одно из основных), недопустимо использовать сокращения.
- **Имя, отчество, фамилия авторов (полностью)**

В публикации допускается не более 5 соавторов. Над фамилиями авторов ставятся цифры по порядку.

*Например:*  
Иван Михайлович Иванов<sup>1</sup>, Михаил Иванович Сидоров<sup>2</sup>
- **Место работы авторов**

Полное название организации (с указанием формы собственности, ведомственной принадлежности в виде аббревиатур, название учреждения полное с указанием города и страны). Например: ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова, Москва, Россия.

**Очень важно указывать название места работы авторов в соответствии с актуальным названием учреждения, опубликованным на официальном сайте.**

Если авторов несколько и работают они в разных учреждениях (городах), то приводится список этих учреждений с цифровыми ссылками принадлежности авторов к определенному учреждению.

*Например:*  
Иван Михайлович Иванов<sup>1</sup>, Михаил Иванович Сидоров<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова, Москва, Россия  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия
- **Электронная почта каждого автора и ORCID** (при отсутствии номера ORCID его необходимо получить, зарегистрировавшись на сайте <https://orcid.org>)

*Например:*  
<sup>1</sup> электронная почта, [https://orcid.org/...](https://orcid.org/)  
<sup>2</sup> электронная почта, [https://orcid.org/...](https://orcid.org/)
- **Автор, ответственный за переписку**

Имя, отчество, фамилия (полностью), адрес электронной почты

— **Аннотация**

Должна быть структурированной и содержать следующие разделы: цель исследования; материалы и методы; результаты; заключение или выводы. Объем не более 300 слов.

— **Ключевые слова**

5–6 слов, сокращения не допускаются. Ключевые слова преимущественно должны быть по специальности «лучевая диагностика»

— **Для цитирования**

Фамилия И. О., Фамилия И. О. Название статьи // Радиология – практика. Год.;Номер журнала:Страницы. <https://doi.org/...>

*Например:*

Иванов И. М., Сидоров М. И. Ультразвуковая диагностика объемных образований печени // Радиология – практика. 2024;х:xx-xx. <https://doi.org/...>

— **Источники финансирования**

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Если исследование финансировалось или проводилось в рамках гранта, указать.

*Например:*

Исследование проведено в рамках выполнения государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации или Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда № xxxxx.

— **Благодарности**

Автор выражает благодарность... (в том числе и за финансирование работы).

— **Конфликт интересов**

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.

Если соавторы являются членами редакционной коллегии: Фамилия И. О., ученая степень, ученое звание... является председателем (членом) редакционного совета журнала «Радиология – практика». Авторам неизвестно о каких-либо других потенциальных конфликтах интересов, связанных с этой рукописью.

— **Соответствие принципам этики**

Работа соответствует этическим нормам Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2008 года и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003.

**План оформления титульного листа статьи на русском языке**

Тип статьи: оригинальная статья, обзорная статья, краткое сообщение

DOI (в редакции)

УДК 616.711-021

**Название статьи без сокращений**

Имя, отчество, фамилия<sup>1</sup>, имя, отчество, фамилия<sup>2</sup>, имя, отчество, фамилия<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Название учреждения» Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2,3</sup> ФГБОУ ВО «Название учреждения» Минздрава России, Пенза, Россия

<sup>1</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

<sup>2</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

<sup>3</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

Автор, ответственный за переписку: Имя, отчество, фамилия (полностью), адрес электронной почты

**Аннотация**

**Цель исследования.** Далее с прописной буквы.

**Материалы и методы.** Далее с прописной буквы.

**Результаты.** Далее с прописной буквы.

**Заключение или выводы.** Далее с прописной буквы.

**Ключевые слова:** далее со строчной буквы.

**Для цитирования:** Фамилия И. О., Фамилия И. О., Фамилия И. О. Название статьи. *Радиология – практика*. 2024;х:xx-xx. <https://doi.org/...>

**Источники финансирования** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Благодарности** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Конфликт интересов** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Соответствие принципам этики** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Титульный лист статьи на английском языке**

**Образец оформления** (перевод информации на английский язык)

– **Тип статьи** (Original article/Review article/Clinical case/Short report)

– **Название статьи**

Название статьи переводится на английский язык без сокращений. В переводе не должно быть транслитерации, кроме непереводаемых названий собственных имен, приборов и других объектов, имеющих собственные названия. Каждое слово в названии, кроме предлогов, должно начинаться с прописной (заглавной) буквы.

*Например:*

Magnetic Resonance Relaxometry in Assessment of Morphological Properties of Brain Gliomas: State of the Art

– **Имя, отчество, фамилия автора (-ов)**

В публикации допускается не более 5 соавторов. Над фамилиями авторов ставятся цифры по порядку.

Имя и фамилию автора (-ов) приводят в транслитерированной форме на латинице полностью, отчество сокращают до одной буквы (в отдельных случаях, обусловленных особенностями транслитерации, — до двух букв). Транслитерация по системе BGN (Board of Geographic Names), см. <http://www.translit.ru>.

*Например:*

Ivan M. Ivanov<sup>1</sup>, Sergey Yu. Sidorov<sup>2</sup>

– **Место работы авторов**

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).

*Например:*

<sup>1</sup> Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia

- **Электронная почта** каждого автора и **ORCID** (при отсутствии номера ORCID его необходимо получить, зарегистрировавшись на сайте <https://orcid.org>)

*Например:*

<sup>1</sup>электронная почта, [https://orcid.org/...](https://orcid.org/)

<sup>2</sup>электронная почта, [https://orcid.org/...](https://orcid.org/)

- **Автор, ответственный за переписку (Corresponding author)**

Имя, О. фамилия, адрес электронной почты

*Например:*

Corresponding author: Ivan M. Ivanov, ivAn@login.ru

- **Аннотация (Abstract)**

Точный перевод аннотации с русского языка на английский

*Например:*

Abstract: Objective или Aim, Materials and Methods, Results, Conclusion.

- **Ключевые слова (Keywords) на английском языке**

Сокращения не допускаются, перевод с русского на английский.

*Например:*

**Keywords:** Liver Elastometry, Shear Wave Dispersion, Strain

- **Для цитирования (For citation)**

Фамилия И. О., Фамилия И. О. (все авторы на английском). Название статьи на английском. Radiology – Practice. 2024;x:xx-xx. (In Russ.). [https://doi.org/...](https://doi.org/)

- **Источники финансирования (Funding)**

The study was not funded by any sources.

Если исследование финансировалось или проводилось в рамках гранта, указать это.

*Например:*

The study was carried out within the framework of the state assignment of the Ministry of Health of the Russian Federation. This research was funded by Russian Science Foundation grant № xxxxxx.

- **Благодарности (Acknowledgments)**

The author is grateful to...

- **Конфликт интересов (Conflicts of Interest)**

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).

Если соавторы являются членами редакционной коллегии: the author, Prof. Ivan M. Ivanov, is a member of the Editorial Board of «Radiology – Practice». The authors are not aware of any other potential conflict of interest relating to this manuscript

- **Соответствие принципам этики (Compliance with Ethical Standards)**

The work complies with the ethical standards of the Helsinki Declaration of the World Medical Association «Ethical Principles of conducting scientific medical research with human participation» as amended in 2008 and the «Rules of Clinical Practice in the Russian Federation» approved by the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation dated 06/19/2003.

## План оформления титульного листа статьи на английском языке

Тип статьи: Original article/Review article/Clinical case/Short report

### Название Статьи без Сокращений на Английском

Ivan I. Ivanov<sup>1</sup>, Egor Yu. Petrov<sup>2</sup>, Sergey Yu. Sidorov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

<sup>2,3</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia

<sup>1</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

<sup>2</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

<sup>3</sup> электронная почта автора, <https://orcid.org/...>

Corresponding author: Имя, О., Фамилия, адрес электронной почты

### Abstract

**Objective** или **Aim**. Далее с прописной буквы.

**Materials and Methods**. Далее с прописной буквы.

**Results**. Далее с прописной буквы.

**Conclusion**. Далее с прописной буквы.

**Keywords**: далее со строчной буквы.

**For citation**: Фамилия И. О., Фамилия И. О. (все авторы на английском) Название статьи на английском. *Radiology – Practice*. 2024;х:xx-xx. (In Russ.). <https://doi.org/...>

**Funding** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Acknowledgments** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Conflicts of Interest** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

**Compliance with Ethical Standards** (без точки)

Текст с новой строки с прописной буквы.

## Полный текст статьи на русском языке

### Исследовательская статья

Рекомендуются следующие разделы: Актуальность. Цель. Материалы и методы. Результаты и их обсуждение (можно разделить эти разделы: Результаты. Обсуждение). Выводы. Список источников.

**Актуальность**. Кратко освещается состояние вопроса со ссылками на наиболее значимые публикации, формулируется необходимость проведения исследования. Аббревиатуры включаются в текст лишь после их первого упоминания с полной расшифровкой: например, ишемическая болезнь сердца (ИБС). В аббревиатурах используются заглавные буквы.

**Цель**. Содержит 1–3 предложения, в которых сформулировано, какую проблему или гипотезу решает автор и для чего.

**Материалы и методы**. Включает в себя подробное изложение методик исследования, данные об аппаратуре, на которой оно проводилось (с указанием страны и фирмы-производителя), критерии отбора исследуемых, количество и характеристику пациентов с разбивкой их по полу и возрасту, если требуется для исследования. Обязательно указывается принцип разбиения пациентов на группы, а также дизайн исследования. Следует назвать все используемые в ходе работы лекарственные

препараты и химические вещества, включая их международное непатентованное (общепринятое) название, дозы, пути введения. Данный раздел должен содержать максимальную информацию, это необходимо для последующего возможного воспроизведения результатов другими исследователями, сравнения результатов аналогичных исследований и возможного включения данных статьи в метаанализ.

Здесь же пишется о соблюдении этических принципов (как местных, так и международных: Европейская конвенция по защите позвоночных животных; Хельсинкская декларация) и об информированном согласии больного. Подробнее см. «Этические принципы».

В конце раздела «Материалы и методы» выделяется подраздел «Статистическая обработка данных». В начале подраздела необходимо указать программу и ее версию, использованную для статистической обработки данных (SPSS Statistics, Statistica, MatLab и т. п.). Далее подробно перечисляются методы статистической обработки: в обязательном порядке указываются критерии, по которым оценивалась статистическая значимость полученных результатов, а также методы определения соответствия выборки нормальному распределению. Методы статистики должны быть использованы корректно и обоснованно. Требуется показать, в каком виде представлены данные ( $M \pm \sigma$ , где  $M$  — среднее арифметическое,  $\sigma$  — стандартное отклонение;  $Me$  — медиана и т. д.). При описании в статье качественных признаков следует указывать процентные доли и стандартные отклонения долей ( $P \pm \sigma\%$ ). Необходимым является также указание уровня значимости (например,  $p \leq 0,05$ ).

**Результаты.** Их следует представлять в логической последовательности. Не должно быть никаких литературных ссылок. Данные приводятся очень четко в виде коротких описаний с графиками, таблицами и рисунками. В тексте не следует повторять все данные из таблиц и рисунков, надо упоминать только наиболее важные из них. Величины измерений должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).

**Обсуждение.** Следует выделить новые и важные аспекты результатов проведенного исследования, проанализировать возможные механизмы или толкования этих данных, сопоставить их с данными других исследователей. Не нужно повторять сведения, уже приводившиеся в разделе «Актуальность», и подробные данные из раздела «Результаты». В обсуждение можно включить обоснованные рекомендации для клинической практики и возможное применение полученных результатов в предстоящих исследованиях.

**Выводы.** В нескольких предложениях следует подвести итог проделанной работы: что получено, о чем это может свидетельствовать или что может означать, чему служит и какие открывает возможности. Необходимо отразить перспективы использования результатов.

**Список источников** (см. раздел «Требования к оформлению списка источников»).

**Вклад авторов** (см. раздел «Требования к оформлению дополнительных сведений об авторах в конце статьи»).

## **Клиническое наблюдение**

Рекомендуются следующие разделы: Актуальность. Цель. Клиническое наблюдение. Обсуждение. Заключение или вывод. Список источников.

Клиническое наблюдение включает клинический пример с достаточным количеством иллюстраций, отражающих суть проблемы, и обсуждением вопроса с использованием данных литературы. Краткий обзор литературы по представленному наблюдению допускается. Ссылки на литературные источники не более 5–7-летней давности.

**Актуальность.** Кратко освещается состояние вопроса со ссылками на наиболее значимые литературные источники, формулируется необходимость настоящей публикации для читателей журнала. Аббревиатуры включаются в текст лишь после их первого упоминания с полной расшифровкой: например: ишемическая болезнь сердца (ИБС). В аббревиатурах используются заглавные буквы.

**Цель.** Содержит 1–3 предложения, в которых сформулировано, с какой целью авторы демонстрируют клиническое наблюдение.

**Клиническое наблюдение.** При описании клинического случая категорически запрещено представлять персональные данные пациентов как в тексте, так и в иллюстративном материале. Редакция оставляет за собой право отклонить публикацию при обнаружении персональных данных обследуемого в каких-либо материалах, направленных в журнал.

При формировании данного раздела целесообразно указать клиническую картину заболевания, данные анамнеза, результаты обследований, использование методов лучевой диагностики с иллюстративным материалом, подтверждающим или опровергающим необходимость использования тех или иных методов лучевой диагностики, описание результатов и исхода клинического наблюдения.

**Обсуждение.** Формируется на основании данных, представленных авторами в клиническом наблюдении. Это может быть обсуждение достоинств или недостатков выбранных методов диагностики, целесообразность назначения дополнительных методов исследования и т. д. Проводится сравнение авторского наблюдения с другими аналогичными публикациями в литературе.

**Заключение.** Приводится краткий итог представленного клинического наблюдения с возможными рекомендациями для клинической практики.

**Список источников** (см. раздел «Требования к оформлению списка источников»).

**Вклад авторов** (см. раздел «Требования к оформлению дополнительных сведений об авторах в конце статьи»).

## **Обзорная статья**

При публикации обзора литературы рекомендуются следующие разделы: Актуальность/Введение. Обзор литературы. Заключение/Выводы. Список источников.

Обзорная статья должна содержать анализ результатов исследований за последние 5 лет с объективной оценкой. Рисунки в обзорах литературы не используются. Допускается публикация таблиц, содержащих обобщенные данные цитируемых исследований.

**Актуальность/Введение.** Характеризует состояние проблемы, которую авторы решили представить в обзоре литературы (например: появление нового метода диагностики; многообразие диагностических методик с недостаточно понятным алгоритмом их использования в различных диагностических случаях, диагностика редкого заболевания и т. д.).

**Обзор литературы.** Обзорная статья должна содержать анализ результатов исследований за последние 5–7 лет с объективной оценкой. Рисунки в обзорах литературы не публикуются. Допускается публикация таблиц, содержащих обобщенные данные цитируемых исследований, ссылка на авторов таблиц обязательна.

**Заключение/Выводы.** Представляется самая важная информация по проблеме, которая может быть использована в практической деятельности, или алгоритм действий.

**Список источников** (см. раздел «Требования к оформлению списка источников»).

**Вклад авторов** (см. раздел «Требования к оформлению дополнительных сведений об авторах в конце статьи»).

### **Лекция**

При публикации лекции рекомендуются следующие разделы: Актуальность/Введение. Лекционный материал (который может не выделяться в самостоятельный раздел). Заключение. Список источников.

**Актуальность/Введение.** Характеризует состояние проблемы, которую автор решил представить в лекции (например: появление нового метода диагностики; новая классификация; современный взгляд на алгоритм диагностики и т. д.).

**Лекционный материал** (можно не выделять в самостоятельный раздел)

Лекция может содержать иллюстрации из собственного архива автора, таблицы или схемы, при заимствовании которых обязательно указывается ссылка на первоисточник. При использовании иллюстраций из других источников ссылка на источники обязательна.

**Заключение/Выводы.** Представляется самая важная информация по проблеме, которая может быть использована в практической деятельности, или алгоритм действий.

**Список источников** (см. раздел «Требования к оформлению списка источников»).

**Вклад авторов** (см. раздел «Требования к оформлению дополнительных сведений об авторах в конце статьи»).

### **Требования к иллюстрациям в тексте статьи**

Каждое изображение должно быть размещено в статье в соответствующем разделе с указанием ссылки на него в тексте (например: рис. 1). На иллюстрациях, демонстрирующих результаты обследования пациента с помощью методов лучевой диагностики, необходимо указать выявленные изменения с помощью стрелки или иных маркеров. На рисунках не должно быть фамилий пациентов и врачей, выполнявших исследования.

Диаграммы, графики и схемы могут быть представлены как в черно-белом, так и в цветном изображении. Все подписи внутри диаграмм, графиков и схем должны быть понятны, переведены на русский язык, а аббревиатуры расшифрованы. В случае невозможности внесения изменений в структуру рисунка (графика, диаграммы или схемы) необходимо расшифровать все параметры в подрисуночной подписи (рис. 2).

Рисунок (диаграммы, графики, схемы) должен иметь нумерацию и название на русском языке. Нумерация и название рисунка размещаются под рисунком. Подрисуночная подпись выполняется шрифтом Times New Roman с полуторным межстрочным интервалом; используется кегль шрифта в 14 пунктов с 1,5 интервалом.

### **Пример оформления иллюстрации, демонстрирующей методику обследования пациента и ее результат**

Если иллюстрация включает несколько изображений, то они должны быть отмечены русскими маленькими буквами — *a*, *b*, *v* и т. д., находящимися под рисунком (см. рис. 1). Буквы на иллюстрациях не ставятся!

На самой иллюстрации стрелкой или иными маркерами отмечаются выявленные изменения (см. рис. 1).

Подрисуночная подпись включает: название метода лучевой диагностики, исследуемую область, выявленные изменения. Если изображений несколько, то затем дается информация о каждом из них (см. рис. 1).

Если на изображении имеются какие-либо аббревиатуры, расчетные показатели, они должны быть расшифрованы в подрисуночной подписи (см. рис. 1).

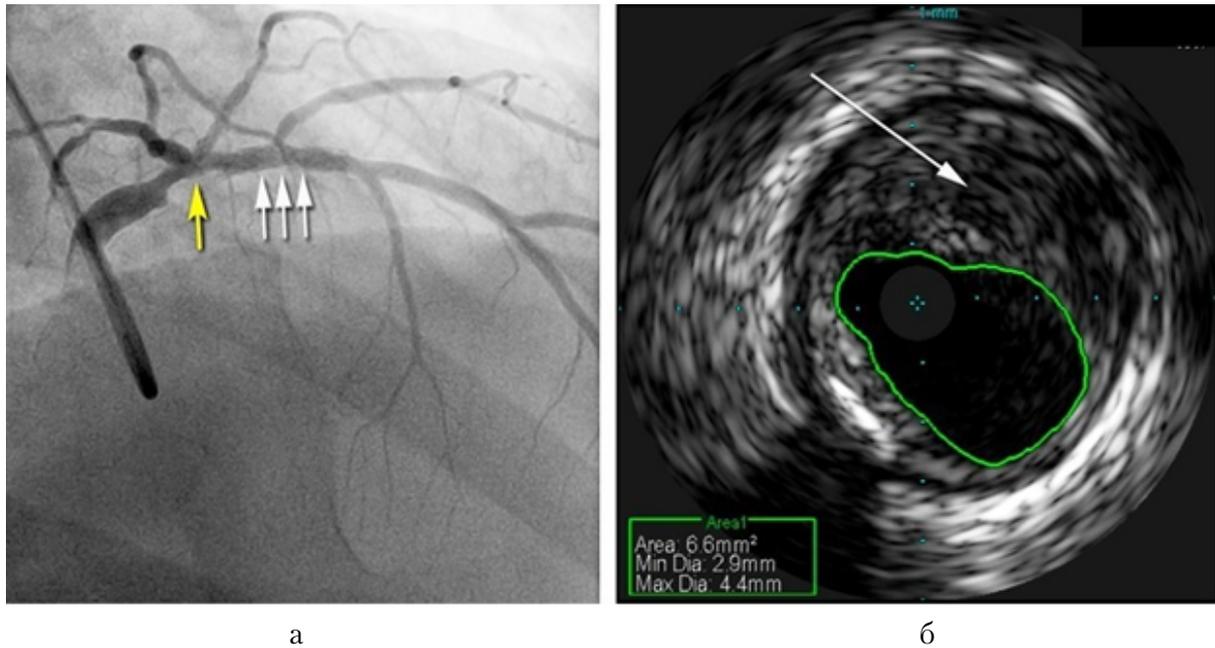


Рис. 1. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование ствола левой коронарной артерии выше зоны бифуркации: *а* – массивная атеросклеротическая бляшка в просвете ствола левой коронарной артерии (*стрелка*); *б* – «виртуальная гистология бляшки», на которой при компьютерном анализе визуализируется липидный компонент (*зеленый цвет*), кальциноз стенки сосуда (*белый цвет*) и некротический компонент бляшки (*красный цвет*). Area – площадь просвета; Min Dia – минимальный диаметр; Max Dia – максимальный диаметр

### Пример оформления графика (схемы)

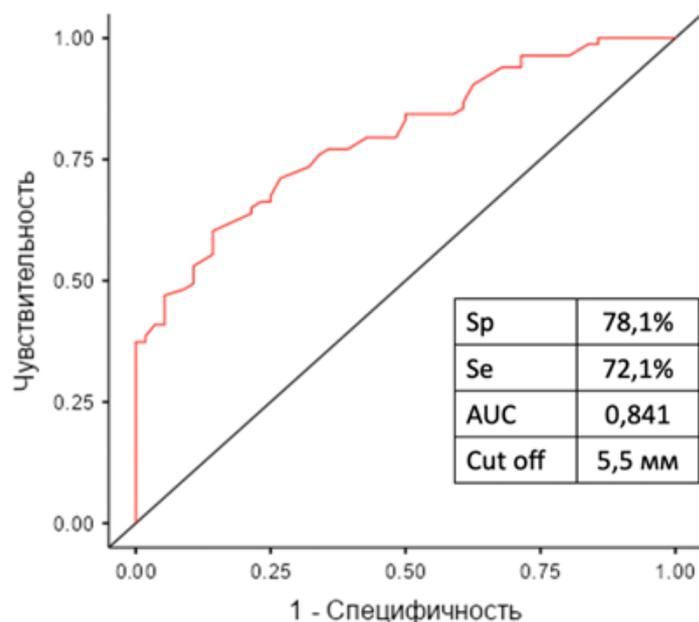


Рис. 2. ROC-анализ: сравнение размера мешотчатых аневризм и патологического контрастирования стенки аневризмы. Sp – специфичность, Se – чувствительность, AUC – площадь под кривой, Cut off – пороговое значение

## **Требования к графическим и видеоматериалам, загружаемым на сайт журнала для статьи**

Графические материалы загружаются на сайт журнала, и название файла должно представлять собой номер рисунка, как он указан в тексте статьи. Если иллюстрация состоит из нескольких фрагментов или снимков, то каждый из них присылается отдельным файлом (например: 1a.jpg, 1б.jpg, 1в.jpg; 2a.png, 2б.png; 3a.eps, 3б.eps и т. д.)

Так как журнал «Радиология — практика» — электронное издание, то требования к файлам отличаются от печатных версий. Изображения с разрешением 300 dpi и выше приниматься не будут во избежание потерь качества при сжатии.

**Векторные иллюстрации, графики, диаграммы** принимаются в исходных векторных форматах или eps. Допустима профессиональная конвертация в jpeg без потери качества с разрешением не более 120 dpi.

**Растровые иллюстрации** принимаются с разрешением 72–120 dpi при физическом размере изображения не более 16 см, в форматах jpeg, tiff, png без предварительного использования в программах с автоматическим сжатием и текстовых редакторах.

Все сопроводительные элементы иллюстрации (стрелки, любые значки, цветовые выделения) должны быть добавлены автором на изображения. А вот буквенная нумерация на самих изображениях (*a, б, в, г, д, е* и т. д.) недопустима.

**Видеоролики** диагностических исследований принимаются в форматах avi, mpeg, mov размером до 250 Мб. Наличие на видеоизображениях фамилий пациентов и врачей, выполнявших исследования, недопустимы.

Однотипные иллюстрирующие материалы должны быть одинаковыми по размеру, масштабу, характеру представления информации. Редакция оставляет за собой право проверки рисунков на плагиат через Google Images.

## **Требования к оформлению таблиц**

Таблицы должны быть наглядными, иметь название и порядковый номер, заголовки должны точно соответствовать содержанию граф.

На каждую таблицу должна быть сделана ссылка в статье (например: табл. 1). Если во всей статье всего одна таблица, то в ссылке в тексте ей не присваивается никакой номер.

Все разъяснения, включая расшифровку аббревиатур, даются в сносках под таблицами. Указываются статистические методы, использованные для представления вариабельности данных и достоверности различий. Если таблица заимствована из других литературных источников (например, в обзорной статье или лекции), необходимо указать авторство.

Данные, представленные в таблицах, не должны дублировать данные рисунков и текста и наоборот.

### **Правила оформления таблиц**

- Шрифт 14
- Таблица 1 (выравнивание по правому краю)
- Название таблицы указывается жирным шрифтом, выравнивание по центру
- Заголовки (названия) столбцов жирным шрифтом, выравнивание по центру. В названиях столбцов могут присутствовать единицы измерения, которые должны соответствовать Международной системе единиц (СИ).
- Содержимое граф таблицы выравнивается по центру, пишется без выделения.

- Статистические методы, использованные для представления вариабельности данных и достоверности различий, могут быть указаны в заголовке таблицы либо в примечании внизу таблицы (см. табл. 2).

### Примеры оформления таблиц

Таблица 1

**Распределение пациентов по полу и возрасту  
(Дьячков К. А. с соавт., 2023 г.) [4]**

Пол	Возрастные группы		
	6–11 лет	12–15 лет	16–18 лет
Мальчики	13	5	4
Девочки	6	3	4
Всего	19	18	8

*Примечание:* могут быть указаны методы статистической обработки, достоверности различий, использование диагностических методик, расшифровка аббревиатур и т. д.

Таблица 2

**Средние значения  $\pm$  стандартные отклонения фракции жира для трех групп исследуемых пациентов для регионов интереса в костях таза справа (Ilium R) и слева (Ilium L) и поясничных позвонках (L4 и L5) [Г. В. Терещенко с соавт., 2023]**

Группа	n	Фракция жира (%)			
		Ilium L	Ilium R	L4	L5
Здоровые добровольцы	24	52 $\pm$ 11	50 $\pm$ 12	31 $\pm$ 9	32 $\pm$ 12
Острая фаза заболевания	20	3,2 $\pm$ 2,7	3,7 $\pm$ 3,3	2,6 $\pm$ 1,9	2,9 $\pm$ 2,5
На химиотерапии	20	78 $\pm$ 9	78 $\pm$ 7	64 $\pm$ 13	66 $\pm$ 13
Статистическая значимость различий между группами		*p < 0,01 **p < 0,01 ***p < 0,01			

*Примечание:* \* — разница между группой здоровых добровольцев и пациентами в острой фазе заболевания; \*\* — разница между группой здоровых добровольцев и пациентами на химиотерапии; \*\*\* — разница между группой пациентов в острой фазе заболевания и на химиотерапии.

### Требования к оформлению списка источников

Данный этап работы (оформление библиографической части рукописи) включает:

- использование цитат и ссылок из современных литературных источников, давность издания которых не превышает 5-7 лет. Рекомендуется не использовать источники литературы многолетней давности (> 10 лет), за исключением случаев первого упоминания методики/заболевания, или фундаментальные работы, не имеющие современных аналогов. Статьи с большим количеством литературы многолетней давности (более 10 %) могут быть не допущены к публикации;

- не рекомендуется включать в список источников ссылки на авторефераты, диссертации, учебники, учебные пособия, ГОСТы, распоряжения и т. д.;
- список формируется с приведением фамилий и инициалов всех авторов (что позволяет исключить потерю индексации авторов и снижение уровня цитирования их работ);
- 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;
- указывается DOI статьи (<https://doi.org/xxxxxx>). Проверить наличие DOI статьи можно на сайте: <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>
- ссылки на неопубликованные работы не допускаются;
- в тексте ссылки на номера источников даются в квадратных скобках [1–3].

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

Каждое слово, кроме предлогов, в названии статьи на английском языке должно быть с прописной (заглавной) буквы (см. раздел примеры статей в списке).

Русскоязычные работы в References приводятся на английском языке согласно тому переводу, который представлен в оригинальной версии, опубликованной в соответствующем издании. В конце ссылки в круглых скобках указывается страна. (In Russ.).

Транслитерация (в программе <http://www.translit.ru>) допускается только в том случае, если перевода названия и выходных данных статьи на английский язык не было.

## **Примеры оформления списка источников**

### **Статьи на русском языке**

Топольник М. В. Ультразвуковая диагностика тестикулярной ишемии без перекрута яичка у детей. Редкие клинические наблюдения // Радиология – практика. 2023. № 5. С. 60–68. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-60-68>

Юсуфов А. А., Румянцева Г. Н., Горшков А. Ю., Казаков А. Н., Галахова Д. Г., Каргашев В. Н. Малоинвазивное лечение абсцессов брюшной полости у детей с использованием ультразвуковой навигации // Радиология – практика. 2023. № 5. С. 45-59. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-45-59>

Краснов А. С., Кабанов Д. О., Терещенко Г. В. Основы дозиметрии и оптимизации дозовой нагрузки при проведении мультиспиральной компьютерной томографии // Вопросы гематологии/онкологии и иммунопатологии в педиатрии. 2018. Т. 17, № 3. С. 127–132. <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2018-17-3-127-132>

### **Те же статьи в списке источников на английском языке**

Topolnik M. V. Ultrasound Diagnostic of Testicular Ischemia without Torsion in Children. Rare Clinical Observations. *Radiology – Practice*. 2023;5:60-68. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-60-68>

Yusufov A. A., Rumyantseva G. N., Gorshkov A. Yu., Kazakov A. N., Galakhova D. G., Kartashev V. N. Minimally Invasive Treatment of Abdominal Abscesses in Children Using Ultrasound Navigation. *Radiology – Practice*. 2023;5:45-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2023-5-45-59>

Krasnov A. S., Kabanov D. O., Tereshchenko G. V. Fundamentals of Dosimetry and Optimization of Dose Load during Multislice Computed Tomography. *Voprosy gematologii/onkologii i immunopatologii v pediatrii*. 2018;17(3):127-132. (In Russ.). <https://doi.org/10.24287/1726-1708-2018-17-3-127-132>

### **Англоязычные статьи**

Calandrelli R., Pilato F., Massimi L., Onesimo R., D'Apolito G., Tenore L., Leoni C., Zampino G., Colosimo C. Thoracolumbar Stenosis and Neurologic Symptoms: Quantitative MRI in Achondroplasia. *J. Neuroimag*. 2022;5(32):884-893. <https://doi.org/10.1111/jon.13015>

Nadeem A. M., Wahla A. S., Al-Tarifi A. Invasive Mediastinal Mucormycosis with Pulmonary and Cardiac Involvement in an Adult with Chronic Granulomatous Disease: Case Report and Review of the Literature. *Eur. J. Case Rep. Intern. Med*. 2021;8(5):002435. Clinical reviews and short reports. [https://doi.org/10.12890/2021\\_002435](https://doi.org/10.12890/2021_002435).

Проверить наличие DOI статьи можно на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>

### **Ссылки на электронные ресурсы**

Любимова З. В. Возрастная анатомия и физиология в 2 т. Т. 1. Организм человека, его регуляторные и интегративные системы. 2-е изд. М.: Юрайт, 2016. 447 с. ISBN 978-5-534-18025-1. Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/535734> (дата обращения: 23.03.2024).

Lyubimova Z. V. Age-related Anatomy and Physiology in 2 Volumes. Vol. 1 The Human Body, its Regulatory and Integrative Systems. 2nd ed. M.: Yurayt, 2016. P. 447. (In Russ.). Text: electronic // Transformational platform [website]. URL: <https://urait.ru/bcode/535734> (date of application: 03/23/2024). ISBN 978-5-534-18025-1.

### **Требования к оформлению дополнительных сведений об авторах в конце статьи**

Вначале указываются данные на русском языке, затем на английском:

- Фамилия, имя, отчество автора, ученая степень, ученое звание, занимаемая должность, полное название организации, город, страна.
- Адрес.
- Контактный телефон
- Вклад автора в публикацию.

*Например:*

**Иванов Иван Иванович**, врач-рентгенолог, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики Федерального государственного бюджетного учреждения высшего профессионального образования «Полное название учреждения» Министерства здравоохранения Российской Федерации (или России), город, Россия.

Индекс, город, название улицы, дом, корпус.  
+7 (951) xxx-xx-xx

Вклад автора: формирование концепции, написание текста статьи.

**Ivanov Ivan Ivanovitsh**, radiologist, PhD, associate of professor, Department of radiology. «...Medical University» of the Ministry of Healthcare of Russia, город (на английском языке), Russia.

Номер дома, название улицы, город, индекс, Russia.  
+7 (951) xxx-xx-xx

Author's contribution: conceptualization, writing the text draft.

### **Завершающий этап работы авторов**

Перед публикацией готового выпуска редакция рассылает авторам готовые гранки их статей (pdf) для утверждения. Это дает возможность осуществить окончательную проверку статьи. Согласовываются все возникшие вопросы и принимаются остаточные правки, не предполагающие замену больших объемов текста или иллюстраций, значительно отличающихся по пропорциям от первоначальных.

После утверждения автором, ответственным за переписку, статья публикуется в новом выпуске [на сайте «Радиология — практика»](#).

**ВСЁ ДЛЯ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ**



**НПАО «АМИКО» — один из ведущих российских разработчиков и производителей медицинского рентгенодиагностического оборудования и аксессуаров для рентгенодиагностики.**

**1994**  
год  
основания

**6**  
производственных  
площадок

**25**  
стран  
экспорта

**30+**  
медицинских выставок  
и научных конференций  
в год

**ISO**  
международные  
стандарты  
качества

  
поставки  
во все регионы  
России



**amico.ru**

#### **УЧРЕДИТЕЛИ ЖУРНАЛА**

© ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики» (ЦНИИЛД), Москва

© НПАО «АМИКО», Москва

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

#### **АДРЕС ИЗДАТЕЛЬСТВА**

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