

ООО «Центральный научно-исследовательский
институт лучевой диагностики»

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА

Научно-практический журнал для работников медицинской радиологической службы России

RADIOLOGY – PRACTICE

№ 6 2025



Научный рецензируемый журнал / Scientific Peer-reviewed Journal

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА / RADIOLOGY – PRACTICE

№ 6, 2025

История, периодичность, цели / History, Periodicity, Goals

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

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

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

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

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

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

Учредители журнала / Journal Founders

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

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

109431, г. Москва, ул. Авиастроителя Милей, 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. Авиастроителя Милей, д. 15/1, помещение XI, комн. 1–12.

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

E-mail: info@radp.ru

+7 (495) 980-52-38

ББК 53.6

УДК 616.71

Редакционная коллегия журнала / Editorial Board of the Journal

Главный редактор / Chief Editor

Васильев Александр Юрьевич, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», профессор кафедры лучевой диагностики с/ф 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 НПАО «АМИКО», профессор кафедры медицинской физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"», профессор кафедры лучевой диагностики с/ф 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 Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России Министерства здравоохранения Российской Федерации (Москва).

Kapustin Vladimir Viktorovich, M. D. Med., Associated Professor, Professor of Department of Radiology, Medico-Biological University of Innovation and Continuing Education of the Federal State Budgetary Educational Institution GNC FMBC named after A. I. Burnazyan FMBA 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 врач РФ, заведующий кафедрой лучевой диагностики с/ф 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 с/ф 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».

Olkhova 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 медицинский 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 с/ф 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

Отчет о работе научного рецензируемого журнала «Радиология — практика» за 2024–2025 гг. Report on the Work of a Scientific Peer-Reviewed Journal «Radiology — Practice» for 2024–2025.....	10
---	----

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ ORIGINAL RESEARCH

Применение постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике рассеянного склероза Д. С. Стегура, Р. Н. Коновалов, И. А. Бердалина, В. В. Брюхов, М. В. Кротенкова Application of Post-Contrast T2 FLAIR Imaging in the Diagnosis of Multiple Sclerosis Diana S. Stegura, Rodion N. Konovalov, Irina A. Berdalina, Vasiliy V. Bryukhov, Marina V. Krotenkova.....	13
T-slip и ASL-перфузия: новое в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени Татьяна Геннадьевна Морозова, Алина Геннадьевна Ореховская, Татьяна Давыдовна Гельт T-slip and ASL Perfusion: New in the Algorithm of Management of Patients with Liver Cirrhosis Tat'jana G. Morozova, Alina G. Orehovskaya, Tat'jana D. Gelt.....	29
Роль мультисрезовой компьютерной томографии в диагностике острой хирургической патологии у ВИЧ-инфицированных пациентов с впервые выявленной неходжкинской лимфомы Наталья Валерьевна Климова, Анастасия Олеговна Рамзина The Role of Multispiral Computed Tomography in the Diagnosis of Acute Surgical Pathology in HIV-infected Patients with Newly Diagnosed non-Hodgkin's Lymphoma Natalia V. Klimova, Anastasia O. Ramzina	43
МРТ 1,5 Тл с высоким разрешением в диагностике скрытых и явных повреждений структур области блока сухожилия длинной головки бицепса Александр Петрович Иванков, Павел Владимирович Селиверстов High resolution MRI 1.5 Tesla in Diagnostics of Hidden and Obvious Injuries of the Long Head Biceps Tendon Pulley Aleksandr P. Ivankov, Pavel V. Seliverstov	54

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ MEDICAL TECHNOLOGY

Сравнение виртуального и физического растров для цифровой маммографии

Ю. Е. Шунков, С. А. Варламов, А. В. Смирнова,
Г. П. Корженкова, А. Р. Дабагов

Comparison of Software and Physical Grids for Digital Mammography

Yury E. Shunkov, Sergey A. Varlamov, Anastasia V. Smirnova,
Galina P. Korzhenkova, Anatoliy R. Dabagov.....68

ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке вовлечения магистральных сосудов печени при воротной холангиокарциноме. Обзор литературы

Родион Александрович Скворцов, Юлия Валерьевна Кулезнева,
Михаил Германович Ефанов, Константин Александрович Лесько

The Capabilities of Multidetector Computed Tomography in Assessing Major Hepatic Vessel Involvement in Perihilar Cholangiocarcinoma

Rodion A. Skvortsov, Yuliya V. Kulezneva,
Mikhail G. Efanov, Konstantin A. Lesko80

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

Отчет о проведении научно-практической конференции

«Актуальные вопросы лучевой диагностики патологии
органов головы и шеи»

Scientific and Practical Conference Report «Radiological Actual Questions in Head and Neck Pathology».....92

Отчет о проведении научно-практической конференции

«Актуальные проблемы лучевой диагностики в северном регионе»

Scientific and Practical Conference Report «Actual problems of Radiology in the Northern Region (of Russia)».....96

Поздравления с юбилеем Кокова Леонида Сергеевича

Congratulations on the anniversary of Leonid S. Kokov100

Некролог памяти профессора Соколова Александра Анатольевича In Memory of Professor Alexander A. Sokolov	102
Некролог памяти профессора Дударева Анатолия Лукича In Memory of Professor Anatoli L. Dudarev	104
Правила подачи и оформления статей в электронный журнал «Радиология — практика» Rules for Submitting and Formatting Articles to an Electronic Journal «Radiology — Practice»	106



ОБЪЯВЛЕНИЕ

Редакция журнала «Радиология — практика» информирует научных руководителей аспирантов и соискателей о предстоящем первом образовательном вебинаре для профессоров (докторов наук) по вопросам качества оформления публикаций и новых тенденций в издательской деятельности.

**Мероприятие будет организовано [elpub-Образование](#)
совместно с журналом «Радиология — практика»
в online-формате 26 февраля 2026 года.**

Дополнительная информация о регистрации
будет размещена [на сайте журнала](#).

**Дорогие друзья,
коллеги и читатели!**

Встречаем новый год!

*Пусть он станет достойным продолжением
научного пути каждого из вас в окружении соратников,
а радость открытий, воля и профессиональная безупречность
хранят энергию и наполняют жизнь.*

*Редколлегия журнала
Радиология — практика*

2026

Дорогие коллеги!

Впервые вместо предисловия публикуем отчет, чтобы ознакомить читателей с работой журнала «Радиология — практика». Будем рады конструктивным замечаниям и предложениям.

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

Отчет о работе научного рецензируемого журнала
«Радиология – практика» за 2024–2025 гг.

Report on the Work of a Scientific Peer-Reviewed
Journal «Radiology – Practice» for 2024–2025

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).

В 2025 г. журнал вошел в Единый государственный перечень научных изданий — «Белый список».

Периодичность издания: 6 номеров в год.

Количество статей в номере: 6–7.

Время от поступления статьи в редакцию до назначения рецензентов: 5 дней.

Сроки рецензирования статьи: 30 дней.

За два года в журнал поступило 90 статей, из которых опубликовано 75 (83 %), отклонено рецензентами 15 (16,6 %) (табл. 1).

Журнал «Радиология — практика» принимает к публикации оригинальные статьи, в том числе и связанные с использованием новых медицинских технологий, клинические наблюдения и краткие сообщения, обзорные статьи, соответствующие специальности 3.1.25 — Лучевая диагностика.

Таблица 1

Публикационная активность журнала

Движение статей	2024 г.	2025 г.	Всего
Поступило статей	43 (47,8 %)	47 (52,2 %)	90 (100 %)
Отклонено рецензентами и редакционной коллегией	6 (6,6 %)	9 (10,0 %)	15 (16,6 %)
Опубликовано	37 (41,2 %)	38 (42,2 %)	75 (83,4 %)

Важно отметить, что с 2026 г. приоритетным направлением при публикации будут оригинальные статьи и клинические наблюдения. Редакция продолжит прием обзорных статей, однако планирует размещать не более 2 работ в номере. В раздел журнала «Научная информация, хроника и объявления» включаются анонсы и отчеты о научно-практических конференциях (табл. 2).

Таблица 2

Виды публикационной активности журнала

Типы статей и материалов	2024 г.	2025 г.	Всего
Оригинальные статьи	17 (15,5 %)	23 (21,1 %)	40 (36,6 %)
Обзорные статьи	5 (4,5 %)	8 (7,4 %)	13 (11,9 %)
Медицинские технологии	2 (2 %)	1 (1,0 %)	3 (3,0 %)
Клинические наблюдения, краткие сообщения	12 (11,0 %)	6 (5,5 %)	18 (16,5 %)
Отчеты о научно-практических конференциях	10 (9,2 %)	14 (12,8 %)	24 (22,0 %)
Анонсы научно-практических конференций	5 (4,5 %)	6 (5,5 %)	11 (10,0 %)
Итого	51(46,7 %)	58 (53,3 %)	109 (100 %)

Основу публикаций составляют работы из Москвы. Большинство статей представляют один город. Авторские коллективы 5 (13,5 %) статей в 2024 г. и 3 (7,8 %) статей в 2025 г. состояли из представителей разных городов и республик (табл. 3). Количество соавторов в статье преимущественно не превышает 5 человек. Исключением явился 1-й номер 2024 г., посвященный вопросам нейрорадиологии, авторские коллективы которого составляли от 5 до 11 человек.

Таблица 3

География публикаций

Город	Количество соавторов		Всего соавторов
	2024 г.	2025 г.	
Грозный	—	1 (0,4 %)	1 (0,4 %)
Донецк	—	2 (0,7 %)	2 (0,7 %)
Иркутск	3 (1,2 %)	8 (3,0 %)	11 (4,2 %)
Казань	—	4 (1,4 %)	4 (1,4 %)
Краснодар	7 (2,6 %)	6 (2,3 %)	13 (4,9 %)
Курган	1 (0,4 %)	—	1 (0,4 %)
Липецк	—	2 (0,7 %)	2 (0,7 %)
Махачкала	2 (0,7 %)	—	2 (0,7 %)
Москва	103 (39,1 %)	67 (25,7 %)	170 (64,8 %)
Нижний Новгород	3 (1,2 %)	5 (1,8 %)	8 (3,0 %)
Рязань	—	1 (0,4 %)	1 (0,4 %)
Санкт-Петербург	5 (1,8 %)	1 (0,4 %)	6 (2,3 %)
Саратов	—	5 (1,8 %)	5 (1,8 %)

Город	Количество соавторов		Всего соавторов
	2024 г.	2025 г.	
Симферополь	1 (0,4 %)	—	1 (0,4 %)
Смоленск	10 (3,7 %)	14 (5,4 %)	24 (9,1 %)
Сургут	6 (2,3 %)	4 (1,4 %)	10 (3,7 %)
Чита	—	3 (1,2 %)	3 (1,2 %)
Всего	141 (53,4 %)	123 (46,6 %)	264 (100 %)

За 2024–2025 гг. соавторами 40 (53,3 %) работ были члены редакционной коллегии (табл. 4).

Таблица 4

Публикационная активность журнала

Активность членов редакционной коллегии	2024 г., n = 37	2025 г., n = 38	Всего, n = 75
Количество опубликованных статей в соавторстве с членами редакционной коллегии	27 (72,9 %)	13 (34,2 %)	40 (53,3 %)

Отчет подготовлен ответственным секретарем журнала «Радиология — практика», д.м.н. Е. Б. Петровой.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.832-004.21

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-13-28>

Применение постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике рассеянного склероза

Д. С. Стегура¹, Р. Н. Коновалов², И. А. Бердалина³,
В. В. Брюхов⁴, М. В. Кротенкова⁵

¹⁻⁵ ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-1395-8264>

² <https://orcid.org/0000-0001-5539-245X>

³ <https://orcid.org/0009-0001-8707-180X>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-1645-6526>

⁵ <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

Автор, ответственный за переписку: Диана Сергеевна Стегура, stegura@neurology.ru

Аннотация

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является способом подтверждения диагноза рассеянный склероз (РС), она позволяет проводить дифференциальную диагностику, отслеживать эффективность лечения, а также оценивать активность процесса при использовании контрастных средств. Безусловно T1 взвешенные изображения являются золотым стандартом определения накопления контрастного средства в очагах демиелинизации. Однако в последние годы есть гипотеза о том, что применение режима T2 FLAIR с контрастным усилением может увеличить диагностический потенциал в выявлении активных очагов при РС. В настоящей работе проведена оценка возможности применения постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике рассеянного склероза.

Цель исследования. Оценить роль постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике очагов демиелинизации в веществе головного мозга при рассеянном склерозе.

Материалы и методы. В исследование вошли 60 пациентов с рассеянным склерозом в возрасте 20–59 лет. МРТ проводилась на двух томографах: Siemens Magnetom Avanto (1,5 Тл, n = 30) и Siemens Magnetom Prisma (3,0 Тл, n = 30). Протокол включал стандартные режимы сканирования, а также T1 MPRAGE и T2 FLAIR до и после контрастирования гадопентролом (0,1 ммоль/кг).

Оценка контрастного усиления проводилась по индексу контрастности (ИК) до и после введения КС с последующим расчетом прироста интенсивности сигнала (ΔИК). Также было проведено сопоставление очагов контрастирования по типам накопления контрастно-

© Стегура Д. С., Коновалов Р. Н., Бердалина И. А., Брюхов В. В., Кротенкова М. В., 2025

го средства в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR. Оценивалась возможность использования категориальной оценки накопления контрастного средства в режиме T2 FLAIR для прогнозирования наличия/отсутствия контрастного усиления в режиме T1 MPRAGE, а также возможность использования ДИК в режиме T2 FLAIR для прогнозирования наличия/отсутствия накопления в режиме T1 MPRAGE.

Результаты. В исследование включены 60 пациентов с рассеянным склерозом, у которых было выявлено 132 очага демиелинизации по данным МРТ с контрастным усилением на томографах Siemens Magnetom Avanto (1,5 Тл) и Siemens Magnetom Prisma (3,0 Тл). Из них 35 очагов (26,5 %) накапливали контраст в режиме T1 MPRAGE, который считается золотым стандартом. При этом 16,5 % очагов демонстрировали накопление контраста в режиме T2 FLAIR, несмотря на его отсутствие в T1 MPRAGE.

Анализ показал, что накопление в режиме T2 FLAIR достоверно коррелировало с таковым в T1 MPRAGE ($p < 0,001$). Вычисление индекса контрастности (ИК) и его прироста (ДИК) подтвердило различия между группами. Прогностическая способность режима T2 FLAIR при визуальной оценке для выявления очагов с накоплением в T1 MPRAGE составила: чувствительность — 94,3 %, специфичность — 83,5 %, точность — 86,4 %. ROC-анализ показал AUC (площадь под кривой) = 0,934 (95% ДИ: 0,875; 0,994), что свидетельствует о высокой диагностической ценности ДИК в T2 FLAIR для предсказания накопления контраста в T1 MPRAGE.

Выводы. Включение режима T2 FLAIR после введения контрастного средства в стандартный протокол МРТ-исследования пациентов является важным аспектом диагностики рассеянного склероза с целью получения дополнительной информации. Требуется дальнейшее изучение применения постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR и расширение оцениваемых показателей на большей когорте пациентов.

Ключевые слова: МРТ, рассеянный склероз, постконтрастный T2 FLAIR, T2 FLAIR, накопление контрастного средства, гадобутол

Для цитирования: Стегура Д. С., Коновалов Р. Н., Бердалина И. А., Брюхов В. В., Кротенкова М. В. Применение постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике рассеянного склероза // Радиология — практика. 2025;6:13-28. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-13-28>

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.

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 article

Application of Post-Contrast T2 FLAIR Imaging in the Diagnosis of Multiple Sclerosis

Diana S. Stegura¹, Rodion N. Konovalov², Irina A. Berdalina³,
Vasiliy V. Bryukhov⁴, Marina V. Krotenkova⁵

^{1–5} Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-1395-8264>

² <https://orcid.org/0000-0001-5539-245X>

³ <https://orcid.org/0009-0001-8707-180X>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-1645-6526>

⁵ <https://orcid.org/0000-0003-3820-4554>

Corresponding author: Diana S. Stegura, stegura@neurology.ru

Abstract

Magnetic resonance imaging (MRI) is one of the key tools for confirming the diagnosis of multiple sclerosis (MS). It also enables differential diagnosis, monitoring of treatment effectiveness, and assessment of disease activity using contrast agents. T1-weighted images are traditionally considered the gold standard for detecting contrast enhancement in demyelinating lesions. However, recent hypotheses suggest that post-contrast T2 FLAIR mode may increase the diagnostic yield in identifying active MS lesions. This study evaluates the potential of post-contrast T2 FLAIR imaging in the diagnosis of multiple sclerosis.

Aim. To assess the role of postcontrast T2 FLAIR imaging in detecting demyelinating lesions in the brain in patients with multiple sclerosis.

Materials and Methods. The study included 60 patients with multiple sclerosis aged 20–59 years. MRI was performed on two scanners: Siemens Magnetom Avanto (1.5 T, n = 30) and Siemens Magnetom Prisma (3.0 T, n = 30). The protocol included standard modes, as well as T1 MPRAGE and T2 FLAIR before and after administration of gadobutrol (0.1 mmol/kg). Contrast enhancement was evaluated using the contrast index (CI) before and after contrast administration, followed by calculation of the signal intensity increase (Δ CI). Lesions were also compared based on the pattern of contrast accumulation in T1 MPRAGE and T2 FLAIR modes. The study further assessed whether visual contrast enhancement in T2 FLAIR could predict enhancement in T1 MPRAGE, and whether Δ CI in T2 FLAIR could be used as a predictive marker.

Results. A total of 132 demyelinating lesions were identified in 60 patients undergoing contrast-enhanced MRI. Of these, 35 lesions (26.5 %) showed enhancement in the T1 MPRAGE mode. Notably, 16.5 % of lesions showed enhancement in T2 FLAIR despite the absence of enhancement in T1 MPRAGE. There was a statistically significant correlation between enhancement in T2 FLAIR and T1 MPRAGE ($p < 0.001$). CI and Δ CI calculations confirmed intergroup differences. The diagnostic performance of T2 FLAIR visual analysis in predicting T1 MPRAGE enhancement showed a sensitivity of 94.3 %, specificity of 83.5 %, and accuracy of 86.4 %. ROC analysis revealed an AUC of 0.934 (95 % CI: 0.875–0.994), indicating excellent predictive ability of Δ CI in T2 FLAIR for contrast accumulation in T1 MPRAGE.

Conclusion. Incorporating post-contrast T2 FLAIR into standard MRI protocols for MS patients is a valuable diagnostic tool that may provide additional information. Further studies with larger cohorts are warranted to explore the full potential of post-contrast T2 FLAIR imaging in clinical practice.

Keywords: MRI, Multiple Sclerosis, Postcontrast T2 FLAIR, T2 FLAIR, Contrast Enhancement, Gadobutrol

For citation: Stegura D. S., Konovalov R. N., Berdalina I. A., Bryukhov V. V., Krotenkova M. V. Application of post-contrast T2 FLAIR imaging in the diagnosis of multiple sclerosis. *Radiology – Practice*. 2025;6:13-28. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-13-28>

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

Магнитно-резонансная томография (МРТ) является важным инструментом диагностики, динамического наблюдения и оценки эффективности лечения рассеянного склероза (РС), позволяя выявлять активные воспалительные процессы при использовании контрастных средств (КС). Традиционно T1 взвешенные изображения (ВИ) с контрастным усилением считаются золотым стандартом для обнаружения активных очагов демиелинизации при рассеянном склерозе [2, 26]. В последние годы внимание исследователей привлекает режим T2 FLAIR с контрастным усилением, который может увеличить диагностический потенциал в выявлении активных очагов при РС [6, 20]. Также, учитывая эффективное подавление МР-сигнала от ликвора, T2 FLAIR, в том числе после введения контрастного средства, полезен в выявлении патологических изменений вблизи ликворосо-

держащих пространств головного мозга [27]. Наряду с очаговыми поражениями в белом веществе головного мозга гистопатологические и нейровизуализационные исследования демонстрируют наличие изменений в коре и оболочках мозга при рассеянном склерозе. МРТ головного мозга высокого разрешения с контрастным усилением с использованием режима T2 FLAIR является методом неинвазивной диагностики таких изменений [3, 4, 21].

Настоящее исследование направлено на оценку диагностической ценности постконтрастных МРТ-изображений в режиме T2 FLAIR у пациентов с рассеянным склерозом. Сопоставляя результаты, полученные в режимах T2 FLAIR и T1 MPRAGE, исследуются возможности качественной и количественной (на основе индекса контрастности и индекса прироста контрастности) оценки очагов демиелинизации. Дополнительно изучаются характеристики накопления

контрастного средства в зависимости от его типа, а также проводится ROC-анализ с целью оценки прогностической значимости T2 FLAIR в выявлении активных воспалительных изменений.

Цель: оценить роль постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR в диагностике очагов демиелинизации в веществе головного мозга при рассеянном склерозе.

Материалы и методы

В исследование было включено 60 пациентов в возрасте от 20 до 59 лет с подтвержденным диагнозом рассеянный склероз. Обследование пациентов осуществлялось на базе отдела лучевой диагностики ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук». МРТ-сканирование проводилось на двух томографах с различной величиной магнитной индукции: Siemens Magnetom Avanto, 1,5 Тл ($n = 30$) и Siemens Magnetom Prisma, 3,0 Тл ($n = 30$). Критериями включения были возраст более 18 лет и установленный диагноз рассеянный склероз. Критерии невключения: наличие более одной области сканирования при МРТ-исследовании, аллергическая реакция на контрастное средство. Критерии исключения: отказ пациента от участия в исследовании (в том числе наличие клаустрофобии), беремен-

ность, обнаружение другой структурной патологии в веществе головного мозга, кроме демиелинизации, повреждение МРТ-данных, наличие некорректируемых артефактов, преждевременное прекращение МРТ-исследования по инициативе пациента.

Протокол МРТ-сканирования головного мозга включал следующие режимы: T2 ВИ, T2 FLAIR, T1 MPRAGE, T2*/SWI, DWI, после введения контрастного средства выполнялись T1 MPRAGE и T2 FLAIR. Порядок получения режимов не был рандомизирован, и все постконтрастные изображения T2 FLAIR были получены после T1 взвешенных изображений. Временная задержка перед проведением режима T1 MPRAGE составляла 10 мин, перед T2 FLAIR — 20 мин. Было использовано контрастное средство гадобутрол в дозе 0,1 ммоль/кг массы тела пациента. Непосредственно анализируемыми режимами были T1 MPRAGE и T2 FLAIR до и после введения контрастного средства.

К методам количественной оценки контрастного усиления в данном исследовании относилось вычисление индекса контрастности (ИК). Сначала был рассчитан ИК в очагах демиелинизации до введения контрастного средства, затем ИК рассчитывался на изображениях, полученных после введения КС:

$$ИК(до) = \frac{ROI(очага)до - ROI(БВ)до}{ROI(БВ)до};$$

$$ИК(после) = \frac{ROI(очага)после - ROI(БВ)после}{ROI(БВ)после}.$$

Прирост интенсивности ($\Delta ИК$) был рассчитан по формуле:

$$\Delta ИК = \frac{ROI(очага)после - ROI(БВ)после}{ROI(БВ)после} - \frac{ROI(очага)до - ROI(БВ)до}{ROI(БВ)до},$$

где $\Delta ИК$ — прирост интенсивности МР-сигнала после введения контрастного средства, ROI очага до/после — значение интенсивности МР-сигнала в зоне интереса (очаге) до/после введения

контрастного средства, ROI БВ до/после — значение интенсивности МР-сигнала во внешне неизменном белом веществе до/после введения контрастного средства.

Статистическая обработка

Для статистического анализа применялся программный пакет SPSS Statistics версии 26.0 (IBM, США). Нулевая гипотеза отвергалась при уровне значимости $p < 0,05$ (в случае апостериорных попарных сравнений — при скорректированном уровне значимости $\text{padj} < 0,05$). Тип распределения количественных переменных оценивался с помощью критерия Колмогорова — Смирнова. Для описания всех количественных переменных использовались медиана и квартили. Для категориальных переменных — частота и доля. Для сравнения 2 связанных групп по количественным переменным с нормальным распределением применялся Т-тест для связанных совокупностей, с ненормальным распределением — тест Вилкоксона. Для сравнения 2 несвязанных групп по количественным переменным с ненормальным распределением применялся тест Манна — Уитни, по категориальным переменным — тест хи-квадрат Пирсона, а при наличии ограничений к его применению — точный критерий Фишера. Для сравнения более 2 несвязанных групп по количественным переменным с ненормальным распределением применялся тест Краскела — Уоллиса. Коррекция на

множественные сравнения выполнялась методом Бонферрони. Диагностическая эффективность режима T2 FLAIR оценивалась по чувствительности, специфичности, прогностической ценности и ROC-анализу с определением оптимального порога ДИК для прогнозирования накопления в режиме T1 MPRAGE.

Результаты

Были получены результаты МРТ-исследований 60 пациентов с подтвержденным диагнозом рассеянный склероз, прошедших сканирование с контрастным усилением на двух томографах с разной величиной магнитной индукции: Siemens Magnetom Avanto, 1,5 Тл и Siemens Magnetom Prisma, 3,0 Тл. Медиана временной задержки после введения КС до выполнения режима T1 MPRAGE составила 13,5 [10; 16] мин, до T2 FLAIR — 22 [20; 25,5] мин. Общая характеристика выборки представлена в табл. 1. Было выявлено 132 очага в различных отделах белого вещества обоих полушарий большого мозга без привязки к пациентам (единица наблюдения — 1 очаг). Выделено 35 (26,5 %) очагов, накапливающих контрастный препарат в режиме T1 MPRAGE — золотой стандарт. Отдельно были рассчитаны индексы контрастности в очагах

Таблица 1

Распределение выборки по демографическим показателям, применяемому контрастному средству и томографам, на которых проводилось обследование

Характеристики			Siemens Magnetom Avanto, 1,5 Тл	Siemens Magnetom Prisma, 3,0 Тл
Число участников	n участников		30	30
Возраст (лет)	Me [Q1; Q3]		41,5 [31; 43]	35,5 [27; 41]
Пол	мужской	n (%) участников	27 (90)	19 (63,3)
	женский	n (%) участников	3 (10)	11 (36,7)
Контрастное средство	гадобу-трول	n (%) участников	30 (100)	30 (100)

демиелинизации до и после введения контрастного средства, прирост ИК в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR, а также распределение очагов по типам контрастного усиления.

При качественной оценке и сравнении очагов в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR в веществе головного мозга было выделено несколько типов контрастного усиления в режиме T2 FLAIR (рис. 1).

Анализ наличия/отсутствия накопления КС очагами в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR показал, что очаги с наличием накопления КС в T1 MPRAGE значимо чаще демонстрируют накопление в T2 FLAIR по сравнению с очагами, которые не накапливают в T1 MPRAGE ($p < 0,001$) (табл. 2, рис. 2). Вместе с тем 16,5 % очагов накапливали КС в режиме T2 FLAIR (по данным рас-

чета прироста контрастности после введения КС), при этом не накапливали его в режиме T1 MPRAGE.

При сравнении характера накопления контрастного средства очагами РС в обоих режимах были получены следующие результаты (табл. 3, рис. 3):

- из 35 очагов, накапливающих КС в режиме T1 MPRAGE, 23 (65,7 %) очага имели однородное накопление, 12 (34,2 %) — по типу «кольца» и «полукольца»;
- из 23 очагов, однородно накапливающих КС в режиме T1 MPRAGE, 16 (69,6 %) очагов имели однородный тип накопления КС в режиме T2 FLAIR, а в 5 (21,7 %) случаях накопление КС выявлялось в центральных отделах очага в режиме T2 FLAIR;

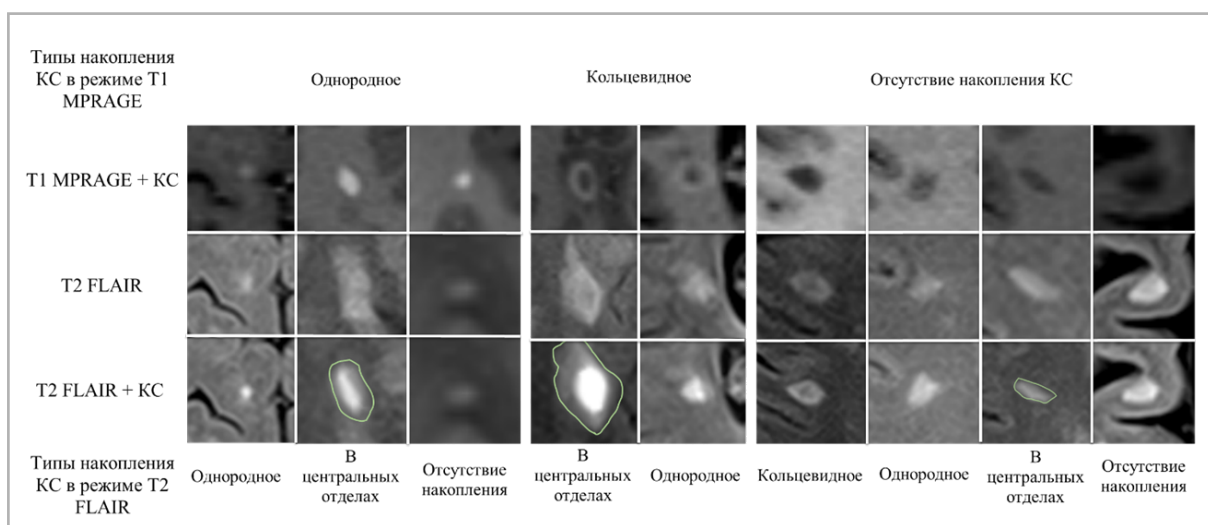


Рис. 1. Типы накопления контрастного средства в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR в очагах демиелинизации при рассеянном склерозе

Таблица 2

**Сравнение накопления контрастного средства в режимах
T1 MPRAGE и T2 FLAIR**

Оцениваемые показатели		Накопление в T1		Уровень значимости (p)
		Есть (n = 35)	Нет (n = 97)	
T2 FLAIR: наличие накопления КС	Есть, n (%)	33 (94,3)	16 (16,5)	< 0,001
	Нет, n (%)	2 (5,7)	81 (83,5)	
T2 FLAIR: ДИК, Ме [Q1; Q3]		0,02 [-0,02 ... 0,06]	0,44 [0,21 ... 0,77]	< 0,001

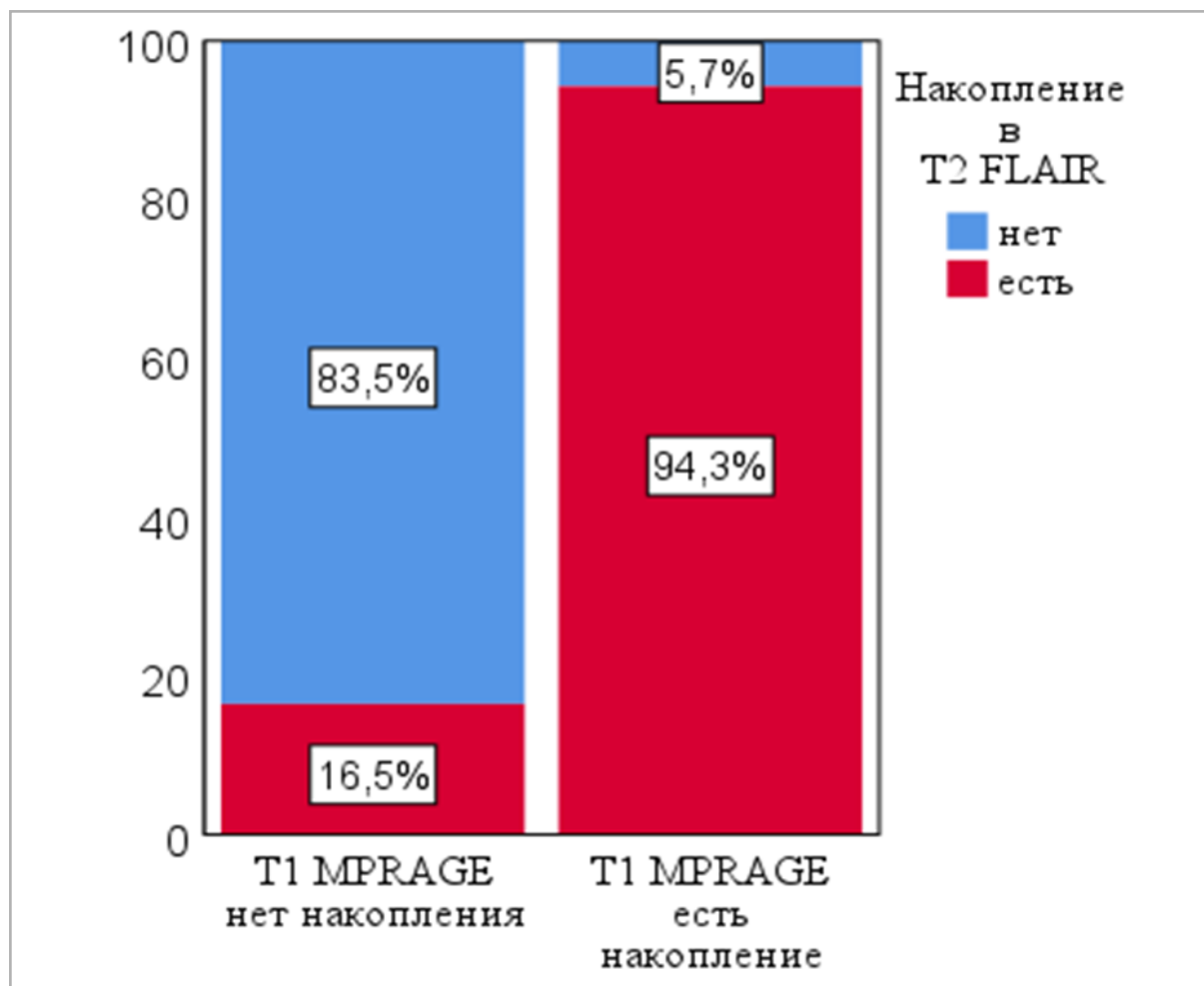


Рис. 2. Контрастное усиление в очагах в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR

Таблица 3

**Сравнение характера накопления контрастного средства в очагах РС
в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR**

		Накопление в T1 MPRAGE			Уровень значимости (p)
		Однородное (n = 23)	«Полу/кольцо» (n = 12)	Нет (n = 97)	
Накопление в T2 FLAIR	Однородное, n (%)	16 (69,6)	6 (50,0)	9 (9,3)	< 0,001
	Полу-/кольцо, n (%)	0 (0,0)	0 (0,0)	4 (4,1)	
	В центр. отделах, n (%)	5 (21,7)	6 (50,0)	3 (3,1)	
	Нет, n (%)	2 (8,7)	0 (0,0)	81 (83,5)	
T2 FLAIR: ΔИК, Ме [Q1; Q3]		0,36 [0,18 ... 0,45]	1,16 [0,66 ... 1,36]	0,02 [-0,02 ... 0,06]	< 0,001

— из 12 очагов, накапливающих КС в режиме T1 MPRAGE по типу «кольца» или «полукольца», 6 (50,0 %)

очагов имели однородный тип накопления КС в режиме T2 FLAIR, а еще в 6 (50,0 %) случаях накопление

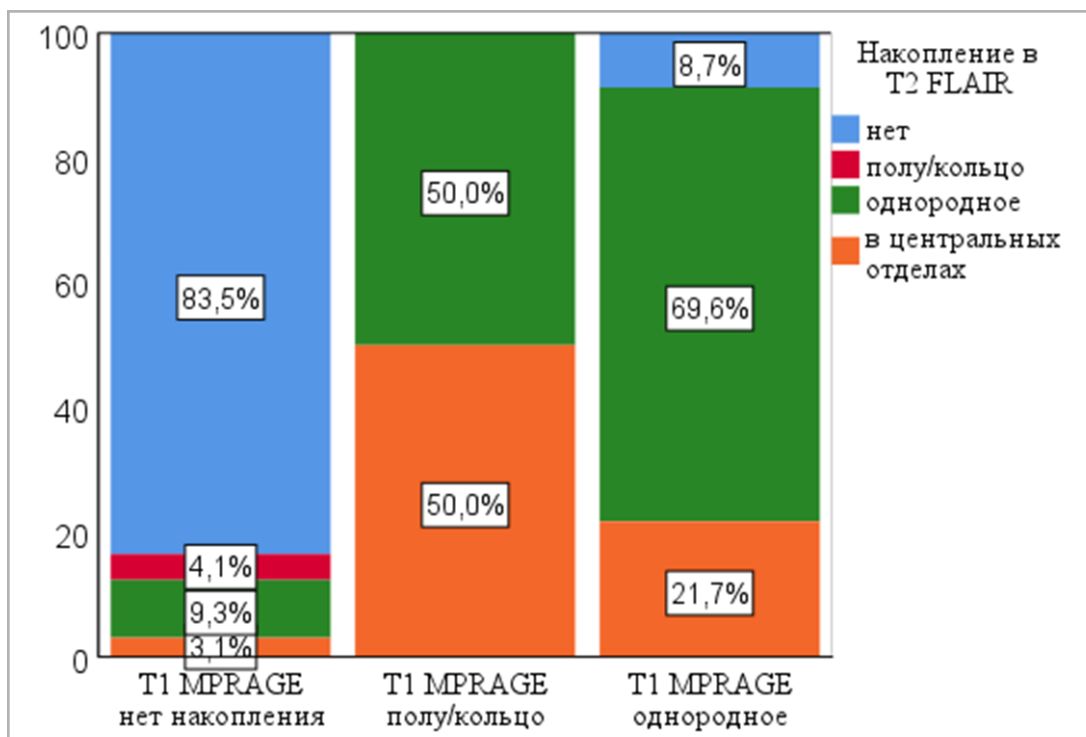


Рис. 3. Сравнение характера накопления контрастного средства очагами демиелинизации в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR

- КС наблюдалось в центральных отделах очага в режиме T2 FLAIR;
- из 97 очагов, не накапливающих КС в режиме T1 MPRAGE, 81 (83,5 %) очаг также не накапливал КС в режиме T2 FLAIR, однако, по данным ДИК, 9 (9,3 %) очагов однородно накапливали КС, 4 (4,1 %) очага – по типу «кольца» или «полукольца», а 3 (3,1 %) – в центральных отделах очага в режиме T2 FLAIR.

Таким образом, очаги с разными типами накопления КС в режиме T1 MPRAGE значимо различались между собой по характеру накопления в режи-

ме T2 FLAIR, а также по ДИК в режиме T2 FLAIR ($p < 0,001$ в обоих случаях, табл. 4, рис. 3). Вместе с тем апостериорные попарные сравнения групп показали, что значимыми были только различия между очагами, накапливающими и не накапливающими в режиме T1 MPRAGE ($p_{adj} < 0,001$ во всех случаях).

В настоящей работе была исследована возможность использования качественной оценки накопления КС в режиме T2 FLAIR для прогнозирования накопления КС в режиме T1 MPRAGE (табл. 4).

Таблица 4

Прогнозирование контрастного усиления в режиме T1 MPRAGE по наличию накопления КС в режиме T2 FLAIR

	Золотой стандарт T1 MPRAGE: есть накопление	Золотой стандарт T1 MPRAGE: нет накопления
T2 FLAIR: есть накопление	33 (true-positive, TP)	16 (false-positive, FP)
T2 FLAIR: нет накопления	2 (false-negative, FN)	81 (true-negative, TN)

- Чувствительность T2 FLAIR = $TP / (TP + FN) = 33/35 = 94,3 \%$.
- Специфичность T2 FLAIR = $TN / (TN + FP) = 81/97 = 83,5 \%$.
- Положительная прогностическая ценность T2 FLAIR = $TP / (TP + FP) = 33/49 = 67,3 \%$.
- Отрицательная прогностическая ценность T2 FLAIR = $TN / (TN + FN) = 81/83 = 97,6 \%$.
- Точность T2 FLAIR = $(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN) = 114/132 = 86,4 \%$.

С помощью ROC-анализа исследована возможность использования ДИК в режиме T2 FLAIR для прогнозирования накопления в режиме T1 MPRAGE. Отличия ROC-кривой от диагональной опорной линии оказались статистически значимыми ($p < 0,001$). Площадь под кривой [95 % доверительный интервал] составила 0,934 [0,875; 0,994], что соответствует отличной прогностической способности (рис. 4). Оптимальное пороговое значение по индексу Йодена

определено на уровне 0,10. При прогнозировании наличия накопления КС в режиме T1 MPRAGE в случае ДИК в режиме T2 FLAIR $\geq 0,10$ чувствительность и специфичность составляют 94,3 и 82,5 % соответственно.

Обсуждение

Магнитно-резонансная томография прочно вошла в ежедневную клинико-диагностическую практику и представляет собой основополагающий метод диагностики, дифференциальной диагностики и мониторинга рассеянного склероза, в том числе с использованием контрастных средств.

Механизм контрастирования с использованием гадолинийсодержащих магнитно-резонансных контрастных средств заключается в сокращении времен T1 и T2 релаксации, что увеличивает или уменьшает интенсивность МР-сигнала, повышая различия между нормальной тканью и патологическими изменениями. Контраст-

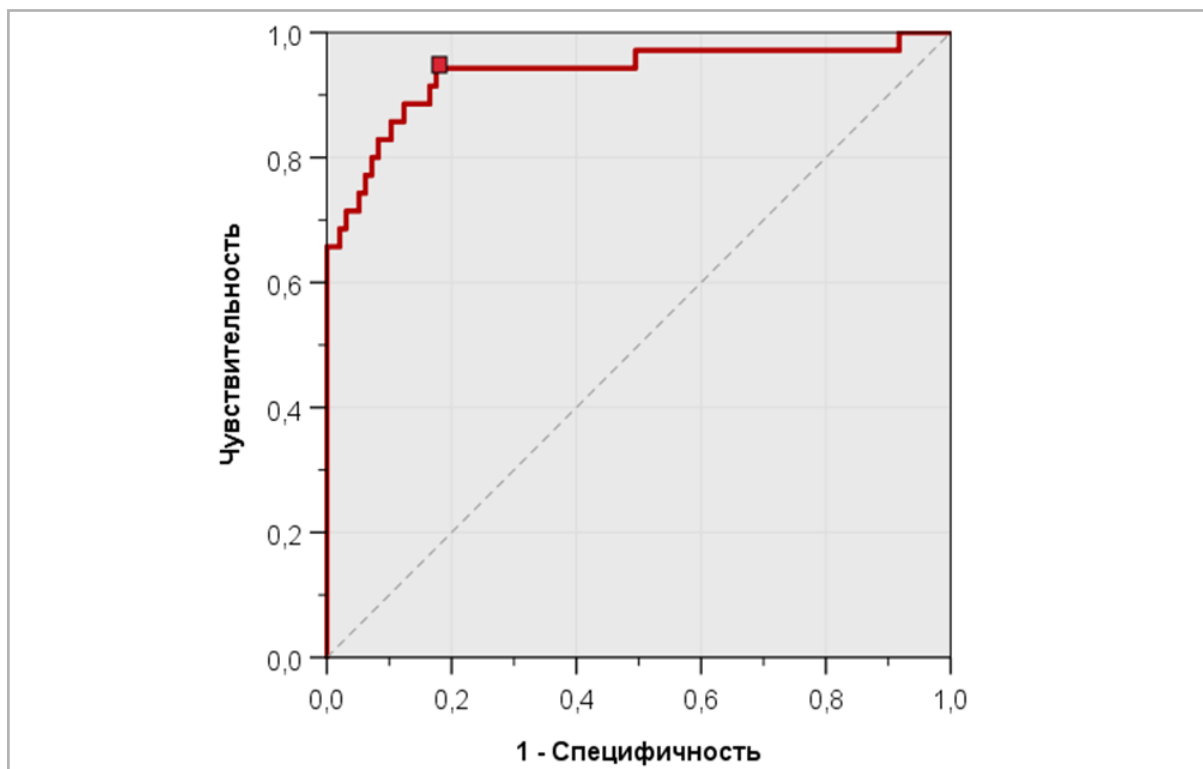


Рис. 4. ROC-кривая для ДИК в режиме T2 FLAIR при прогнозировании накопления КС в режиме T1 MPRAGE. Красная точка соответствует характеристикам выбранного порогового значения

ное усиление обусловлено патофизиологическими механизмами, такими как нарушение сосудистой проницаемости, изменение кровотока, неангиогенез, нарушение проницаемости гематоэнцефалического барьера [1]. Чувствительность к сокращению времени T1 релаксации в режиме T2 FLAIR при введении гадолинийсодержащих контрастных средств обеспечивает доступность визуализации патологически измененной интенсивности МР-сигнала, так как процессы релаксации (T1 и T2) происходят параллельно [7, 10]. Кроме того, режим T2 FLAIR обладает высокой чувствительностью к низким концентрациям контрастного средства по сравнению с T1 взвешенными изображениями (Parmar et al., 2006; Lee et al., 2016; Park et al., 2018; Ahn et al., 2022) [5, 17, 22, 23].

Накопление КС в очагах демиелинизации при РС связано с нарушением проницаемости гематоэнцефалического барьера в связи с наличием локального активного воспалительного процесса, «активность» очага ограничивается 6–8 нед. Выделяют несколько типов очагов при РС: ранние и поздние «активные» характеризуются разным типом накопления контрастного средства – однородным (ранние острые), кольцевидным (поздние острые); хронические очаги, в свою очередь, делятся на активные и неактивные, визуальные различия между которыми обусловлены потенциальным увеличением очагов со временем (хронические активные). В хронических очагах отсутствует накопление КС [8, 12, 14, 16].

Золотым стандартом оценки активности очагов демиелинизации при проведении МРТ головного мозга являются T1 взвешенные изображения. В последние десятилетия уделяется внимание постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR при различных поражениях центральной нервной системы.

Исследования показывают, что использование режима T2 FLAIR с контрастным усилением способно предоставить не только дополнительную, но иногда и основную информацию в различных диагностических ситуациях, в том числе при РС [6, 10, 18, 25].

Неоднократно в мировых исследованиях упоминается, что патологические изменения в головном мозге, накапливающие контрастное средство в режиме T1 ВИ, могут также демонстрировать подобное и в режиме T2 FLAIR (Essig et al., 1999; Tsuchiya et al., 2001; Melhem et al., 1998) [11, 19, 24]. В нашем исследовании очаги, которые накапливали КС в режиме T1 MPRAGE (n = 35), также в большинстве случаев накапливали КС и в режиме T2 FLAIR (n = 33). Отсутствие накопления КС в двух очагах в режиме T2 FLAIR может быть связано с техническими параметрами сканирования и/или малыми размерами очагов.

Нами были оценены и сопоставлены типы накопления контрастного средства в очагах демиелинизации при рассеянном склерозе в режимах T1 MPRAGE и T2 FLAIR: выделено несколько паттернов контрастного усиления в режиме T2 FLAIR относительно золотого стандарта, чего не встречалось в мировой литературе.

Среди очагов, в которых был выявлен «кольцевидный» тип накопления контрастного средства в T1 MPRAGE, отмечалось два варианта контрастного усиления в режиме T2 FLAIR: однородное и в центральных отделах очага, что может быть связано с временной задержкой. Медиана задержки перед T2 FLAIR составила 22 [20; 25,5] мин. Подобное предположение освещается в исследовании Gaitán et al. (2011), где были оценены очаги контрастирования при РС в режиме T1 ВИ в течение 30 и 65 мин. Исследователями было показано, что в очагах с кольцевидным типом накопления КС с течением времени в 82 % случаев контрастирование становилось

однородным. Но также были и те очаги, которые с течением времени не меняли характеристики накопления КС в режиме T1 ВИ (оставались кольцевидными). Представляется возможным экстраполировать эти данные на полученные нами результаты: вероятно, однородный тип накопления контрастного средства в режиме T2 FLAIR может быть связан с большей временной задержкой [13]. Наряду с этим такая диссоциация также может быть связана с высокой чувствительностью режима T2 FLAIR к низким концентрациям контрастного средства (Lee et al., 2016; Park et al., 2018; Ahn et al., 2022) [5, 17, 22]. Возможно, степень изменения интенсивности МР-сигнала и характер контрастирования в режиме T2 FLAIR может зависеть от выраженности нарушения гематоэнцефалического барьера. Для уточнения этой гипотезы потребуются экспериментальные работы, учитывающие концентрацию гадолинийсодержащих контрастных средств в веществе мозга.

Результаты настоящего исследования подтверждают высокую диагностическую ценность постконтрастных изображений в режиме T2 FLAIR при выявлении очагов рассеянного склероза. В частности, 16,5 % очагов, не демонстрировавших накопление контрастного средства в режиме T1 MPRAGE, проявляли накопление КС в T2 FLAIR (по данным ДИК). Возможно, данные изменения могут отражать возрастные характеристики очагов, связанные с завершением активного воспалительного процесса. Данный феномен требует дальнейшего изучения. Не исключено, что после прекращения контрастирования очагов в режиме T1 ВИ в режиме T2 FLAIR все еще может регистрироваться повышение интенсивности МР-сигнала после введения КС (по ДИК) ввиду его высокой чувствительности к низким концентрациям контрастного средства и нарушению проницаемости гематоэнцефалического барьера [5, 9, 17, 22].

В исследованиях, посвященных выявлению лимфоидных третичных фолликулов на поверхности головного мозга при рассеянном склерозе, была показана ведущая роль постконтрастных МРТ-изображений в режиме T2 FLAIR [15]. В нашем исследовании оценка подобных патологических изменений не проводилась.

Наш анализ также выявил, что ДИК (прирост интенсивности МР-сигнала после введения контрастного средства) в режиме T2 FLAIR является значимым предиктором наличия накопления контрастного вещества в T1 MPRAGE. Пороговое значение ДИК $\geq 0,10$ обеспечивало чувствительность 94,3 % и специфичность 82,5 % при прогнозировании накопления в T1 MPRAGE. В доступной отечественной и мировой литературе подобного анализа выявлено не было.

Выводы

Таким образом, включение режима T2 FLAIR после введения контрастного средства в стандартный протокол МРТ-исследования пациентов является важным аспектом диагностики рассеянного склероза с целью получения дополнительной информации. Для оптимизации протокола требуется дальнейшее изучение применения постконтрастной визуализации в режиме T2 FLAIR и расширение оцениваемых показателей на большей когорте пациентов.

Список источников/ References

1. Кармазановский Г. Г., Шимановский Н. Л. Контрастные средства для лучевой диагностики: руководство. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2022. 672 с.
Karamazanovsky G. G., Shimanovsky N. L. Contrast Agents for Radiological Diagnostics. Handbook. Moscow: GEOTAR-Media, 2022. 672 p. (In Russ.).
2. Кротенкова И. А., Брюхов В. В., Коновалов Р. Н., Захарова М. Н., Кротенкова М. В. Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагно-

- стике рассеянного склероза и других демиелинизирующих заболеваний // Вестник рентгенологии и радиологии. 2019;100(4):229-36.
<https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-4-229-236>
- Krotenkova I. A., Bryukhov V. V., Konovalov R. N., Zakharova M. N., Krotenkova M. V. Magnetic resonance imaging in the differential diagnosis of multiple sclerosis and other demyelinating diseases. *J. of Radiology and Nuclear Medicine*. 2019; 100(4):229-36. (In Russ.).
<https://doi.org/10.20862/0042-4676-2019-100-4-229-236>
3. Absinta M., Vuolo L., Rao A., Nair G., Sati P., Cortese I. C., Ohayon J., Fenton K., Reyes-Mantilla M. I., Maric D., Calabresi P. A., Butman J. A., Pardo C. A., Reich D. S. Gadolinium-based MRI characterization of leptomeningeal inflammation in multiple sclerosis. *Neurology*. 2015;85(1):18-28.
<https://doi.org/10.1212/WNL.00000000000001587>
4. Absinta M., Reich D. S. Imaging of meningeal inflammation should become part of the routine MRI protocol – Yes. *Multiple Sclerosis J.* 2019;25(3):330-331.
<https://doi.org/10.1177/1352458518794082>
5. Ahn S. J., Taoka T., Moon W. J., Naganawa S. Contrast-Enhanced Fluid-Attenuated Inversion Recovery in Neuroimaging: A Narrative Review on Clinical Applications and Technical Advances. *J. Magn Reson Imaging*. 2022;56(2):341-353.
<https://doi.org/10.1002/jmri.28117>
6. Bagheri M. H., Meshksar A., Nabavizadeh S. A., Borhani-Haghighi A., Ashjazadeh N., Nikseresht A. R. Diagnostic value of contrast-enhanced fluid-attenuated inversion-recovery and delayed contrast-enhanced brain MRI in multiple sclerosis. *Acad Radiol*. 2008;15(1):15-23.
<https://doi.org/10.1016/j.acra.2007.07.022>
7. Westbrook C., Talbot J. MRI in practice. Description: Fifth edition. Hoboken, NJ: Wiley, 2018. ISBN 9781119391999
8. Dal-Bianco A., Grabner G., Kronnerwetter C., Weber M., Höftberger R., Berger T., Auff E., Leutmezer F., Trattnig S., Lassmann H., Bagnato F., Hametner S. Slow expansion of multiple sclerosis iron rim lesions: pathology and 7 T magnetic resonance imaging. *Acta Neuropathol*. 2017; 133(1):25-42.
<https://doi.org/10.1007/s00401-016-1636-z>
9. Dickinson P. J., Jones-Woods S., Cissell D. D. Abrogation of fluid suppression in intracranial postcontrast fluid-attenuated inversion recovery magnetic resonance imaging: A clinical and phantom study. *Vet Radiol Ultrasound*. 2018;59(4):432-443. <https://doi.org/10.1111/vru.12605>
10. Ercan N., Gultekin S., Celik H., Tali T. E., Oner Y. A., Erbas G. Diagnostic value of contrast-enhanced fluid-attenuated inversion recovery MR imaging of intracranial metastases. *AJNR Am. J. Neuroradiol*. 2004;25(5):761-5.
11. Essig M., Knopp M. V., Schoenberg S. O., Hawighorst H., Wenz F., Debus J., van Kaick G. Cerebral gliomas and metastases: assessment with contrast-enhanced fast fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging. *Radiology*. 1999; 210(2):551-7.
<https://doi.org/10.1148/radiology.210.2.r99ja22551>
12. Frischer J. M., Weigand S. D., Guo Y., Kale N., Parisi J. E., Pirko I., Mandrekar J., Bramow S., Metz I., Brück W., Lassmann H., Lucchinetti C. F. Clinical and pathological insights into the dynamic nature of the white matter multiple sclerosis plaque. *Ann Neurol*. 2015;78(5):710-21. <https://doi.org/10.1002/ana.24497>
13. Gaitán M. I., Shea C. D., Evangelou I. E., Stone R. D., Fenton K. M., Bielekova B., Massacesi L., Reich D. S. Evolution of the blood-brain barrier in newly forming multiple sclerosis lesions. *Ann Neurol*. 2011; 70(1):22-9.
<https://doi.org/10.1002/ana.22472>
14. Harrison D. M., Li X., Liu H., Jones C. K., Caffo B., Calabresi P. A., van Zijl P.

- Lesion Heterogeneity on High-Field Susceptibility MRI Is Associated with Multiple Sclerosis Severity. *AJNR Am. J. Neuroradiol.* 2016;37(8):1447-53.
<https://doi.org/10.3174/ajnr.A4726>
15. Harrison D. M., Allette Y. M., Zeng Y., Cohen A., Dahal S., Choi S., Zhuo J., Hua J. Meningeal contrast enhancement in multiple sclerosis: assessment of field strength, acquisition delay, and clinical relevance. *PLoS One.* 2024;19(5):e0300298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0300298>
 16. Kuhlmann T., Moccia M., Coetzee T., Cohen J. A., Correale J., Graves J., Marrie R. A., Montalban X., Yong V. W., Thompson A. J., Reich D. S. International Advisory Committee on Clinical Trials in Multiple Sclerosis. Multiple sclerosis progression: time for a new mechanism-driven framework. *Lancet Neurol.* 2023;22(1):78-88.
[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(22\)00289-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(22)00289-7)
 17. Lee E. K., Lee E. J., Kim S., Lee Y. S. Importance of Contrast-Enhanced Fluid-Attenuated Inversion Recovery Magnetic Resonance Imaging in Various Intracranial Pathologic Conditions. *Korean J. Radiol.* 2016;17(1):127-41.
<https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.1.127>
 18. Mathews V. P., Caldemeyer K. S., Lowe M. J., Greenspan S. L., Weber D. M., Ulmer J. L. Brain: gadolinium-enhanced fast fluid-attenuated inversion-recovery MR imaging. *Radiology.* 1999;211(1):257-63.
<https://doi.org/10.1148/radiology.211.1.r99mr25257>
 19. Melhem E. R., Bert R. J., Walker R. E. Usefulness of optimized gadolinium-enhanced fast fluid-attenuated inversion recovery MR imaging in revealing lesions of the brain. *AJR Am. J. Roentgenol.* 1998; 171(3):803-7.
<https://doi.org/10.2214/ajr.171.3.9725320>
 20. Mustafa W., Ali S., Elgendy N., Salama S., Sorogy L., Mohsen M. Role of contrast-enhanced FLAIR MRI in diagnosis of intracranial lesions. *Egypt J. Neurol. Psychiatry Neurosurg.* 2021; 57:108.
<https://doi.org/10.1186/s41983-021-00360-x>
 21. Okar S. V., Dieckhaus H., Beck E. S., Gaitán M. I., Norato G., Pham D. L., Absinta M., Cortese I. C., Fletcher A., Jacobson S., Nair G., Reich D. S. Highly Sensitive 3-Tesla Real Inversion Recovery MRI Detects Leptomeningeal Contrast Enhancement in Chronic Active Multiple Sclerosis. *Invest Radiol.* 2024;59(3):243-251.
<https://doi.org/10.1097/RLI.0000000000001011>
 22. Park Y. W., Ahn S. J. Comparison of Contrast-Enhanced T2 FLAIR and 3D T1 Black-Blood Fast Spin-Echo for Detection of Leptomeningeal Metastases. *Investigative Magnetic Resonance Imaging.* 2018;22(2):86-93.
<https://doi.org/10.13104/imri.2018.22.2.86>
 23. Parmar H., Sitoh Y. Y., Anand P., Chua V., Hui F. Contrast-enhanced flair imaging in the evaluation of infectious leptomeningeal diseases. *Eur. J. Radiol.* 2006;58 (1):89-95.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2005.11.012>
 24. Tsuchiya K., Katase S., Yoshino A., Hachiya J. FLAIR MR imaging for diagnosing intracranial meningeal carcinomatosis. *AJR Am. J. Roentgenol.* 2001;176(6): 1585-8.
<https://doi.org/10.2214/ajr.176.6.1761585>
 25. Tsuchiya K., Katase S., Yoshino A., Hachiya J. Pre- and postcontrast FLAIR MR imaging in the diagnosis of intracranial meningeal pathology. *Radiat Med.* 2000;18 (6):363-8.
 26. Barkhof F., Reich D. S., Oh J., Rocca M. A., Li D. K. B., Sati P., Azevedo C. J., Bagnato F., Calabresi P. A., Ciccarelli O., Dwyer M. G., DeLuca G. C., De Stefano N., Enzinger C., Filippi M., Granziera C., Halper J., Henry R. G., Gasperini C., Gauthier S., Kappos L., Laule C., New-

some S. D., Montalban X., Morrow S. A., Schoonheim M. M., Sicotte N., Toosy A., Wilken J., Yousry T., Sastre-Garriga J., Traboulsee A., Ontaneda D., Rovira À. Magnetic Resonance Imaging Network in Multiple Sclerosis; Consortium of Multiple Sclerosis Centers; North American Imaging in Multiple Sclerosis Cooperative MRI guidelines working group. 2024 MAGNIMS-CMSC-NAIMS consensus recommendations on the use of MRI for

the diagnosis of multiple sclerosis. *Lancet Neurol.* 2025;24(10):866-879.

[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(25\)00304-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(25)00304-7)

27. Zurawski J., Lassmann H., Bakshi R. Use of Magnetic Resonance Imaging to Visualize Leptomeningeal Inflammation in Patients With Multiple Sclerosis: A Review. *JAMA Neurol.* 2017;74(1):100-109. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2016.4237>

Сведения об авторах / Information about the authors

Стегура Диана Сергеевна, врач-рентгенолог, аспирант отдела лучевой диагностики ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия.

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

Stegura Diana Sergeevna, radiologist, Graduate student of the Department of Neuroradiology, Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia.

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

Коновалов Родион Николаевич, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия.

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

Konovalov Rodion Nikolaevich, Ph. D. Med., radiologist, Senior researcher, Department of Neuroradiology Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia.

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

Бердалина Ирина Александровна, статистик отдела подготовки кадров высшей квалификации Института медицинского образования и профессионального развития ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия.

Вклад автора: статистический анализ данных.

Berdalina Irina Alexandrovna, Statistician, Department of Higher Qualification Training, Institute of Medical Education and Professional Development Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia.

Author's contribution: statistical analysis of the data.

Брюхов Василий Валерьевич, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, старший научный сотрудник отдела лучевой диагностики ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия.

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

Bryukhov Vasiliy Valerievich, Ph. D. Med., radiologist, Senior researcher, Department of Neuroradiology Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia.

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

Кротенкова Марина Викторовна, доктор медицинских наук, главный научный сотрудник, доцент, врач-рентгенолог, руководитель отдела лучевой диагностики ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук», Москва, Россия.

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

Krotenkova Marina Viktorovna, M. D. Med., chief researcher, associate professor, radiologist, Head of Department of Neuroradiology, Russian Center of Neurology and Neurosciences, Moscow, Russia.

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

Статья поступила в редакцию 08.08.2025;
одобрена после рецензирования 28.09.2025;
принята к публикации 29.09.2025.

The article was submitted 08.08.2025;
approved after reviewing 28.09.2025;
accepted for publication 29.09.2025.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616 – 073.788.8

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

T-slip- и ASL-перфузия: новое в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени

Татьяна Геннадьевна Морозова¹, Алина Геннадьевна Ореховская²,
Татьяна Давыдовна Гельт³

^{1–3} ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства
здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия

¹ t.g.morozova@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4983-5300>

² alina_orehovskaya@mail.ru, ² <https://orcid.org/0009-0000-6908-6605>

³ tanjageltik@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3661-3370>

Автор, ответственный за переписку: Татьяна Геннадьевна Морозова,
t.g.morozova@yandex.ru

Аннотация

Цель исследования. Определить место T-SLIP- и ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени (ЦП).

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 83 пациента с ЦП, которые находились в стационарах гастроэнтерологического и инфекционного профилей. Всем пациентам проведены ультразвуковое исследование органов брюшной полости с доплеровским исследованием сосудов и транзитная эластография печени. Магнитно-резонансная томография органов брюшной полости была выполнена на томографе Vantage Titan 1,5 Тл (Toshiba) по стандартному протоколу с дополнительным включением бесконтрастной ASL-перфузии печени и неконтрастной МР-портोगрафии (T-SLIP) артериального и венозного русла. Группа контроля была представлена 37 здоровыми лицами. Также была выделена группа пациентов ретроспективного анализа с ЦП, которым не проводились ASL-перфузия и T-Slip (n = 15).

Результаты исследования. Были выявлены статистически значимые отличия показателей перфузии печеночной паренхимы между пациентами с ЦП и здоровыми лицами ($p < 0,01$). В нашем исследовании гиперперфузионная карта при ЦП встречалась в 24 (28,9 %) случаях. Следует отметить, что пациенты с гиперперфузией по данным ASL-печени требовали коррекции врачебного мониторинга, который заключался в увеличении кратности наблюдения в соответствии с клиническими рекомендациями. По результатам T-SLIP у данной категории исследуемых по выраженности нарушения архитектоники сосудистого русла стадия F4 фиброза печени была подразделена на категории: F4a (n = 12) – нарушение архитектоники в периферических отделах; F4b (n = 5) – нарушение архитектоники в центральных отделах; F4c (n = 7) – нарушение архитектоники в периферических и центральных отделах. На основании полученных данных был составлен алгоритм ведения па-

© Морозова Т. Г., Ореховская А. Г., Гельт Т. Д., 2025

циентов с ЦП с гиперперфузией, с указанием сроков мониторинга, кратностью назначения антифибротической терапии.

Выводы. 1. Количественные показатели ASL-перфузии печени позволяют заподозрить ЦП ($p < 0,01$). 2. Гиперперфузионная карта ASL — показание к проведению T-SLIP печени и определению категории F4 стадии. 3. Включение в алгоритм МР-исследования T-SLIP печени позволяет своевременно назначить антифибротическую терапию и рекомендовать сроки мониторинга.

Ключевые слова: цирроз печени, ASL-перфузия печени, T-SLIP печени, гиперперфузия, нарушение архитектоники сосудистого русла

Для цитирования: Морозова Т. Г., Ореховская А. Г., Гельт Т. Д. T-slip и ASL-перфузия: новое в алгоритме ведения пациентов с циррозами печени // Радиология — практика. 2025;6:29-41. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

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 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.

ORIGINAL RESEARCH

Original article

T-slip and ASL Perfusion: New in the Algorithm of Management of Patients with Liver Cirrhosis

Tat'jana G. Morozova¹, Alina G. Orehovskaya², Tat'jana D. Gelt³

^{1–3} Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia, Smolensk, Russia

¹ <https://orcid.org/0009-0008-5289-4145>

² <https://orcid.org/0009-0000-6908-6605>

³ <https://orcid.org/0000-0003-3661-3370>

Corresponding author: Tat'jana G. Morozova, t.g.morozova@yandex.ru

Abstract

Objective. To determine the place of T-SLIP and ASL-perfusion in the algorithm of management of patients with liver cirrhosis.

Materials and Methods. 83 patients with liver cirrhosis who were hospitalized in the gastroenterological and infectious departments were observed. All patients underwent abdominal ultrasound with Doppler imaging and transient liver elastography. The abdominal MRI was performed on a Vantage Titan 1.5 T (Toshiba) according to the standard protocol with additional inclusion of non-contrast ASL-perfusion of the liver and non-contrast MR-portography (T-SLIP) of the arterial and venous blood flow. The reference group consisted of 37 healthy individuals. A retrospective analysis group was also selected, which did not undergo ASL-perfusion and T-Slip (n = 15).

Results. Statistically significant differences in perfusion parameters of the hepatic parenchyma were revealed in patients between liver cirrhosis and healthy individuals ($p < 0.01$). In our study, a hyperperfusion map with liver cirrhosis occurred in 24 (28.9 %) cases. It should be noted that patients with hyperperfusion according to ASL-liver data required correction of medical monitoring, which consisted in increasing the frequency of observation in accordance with clinical recommendations. According to the results of T-SLIP in this patient, according to the severity of the violation of the architectonics of the blood flow, stage F4 of liver fibrosis was divided into categories: F4a (n = 12) — disruption of architectonics in the peripheral parts; F4b (n = 5) — disruption of architectonics in the central parts; F4c (n = 7) — disruption of architectonics in the peripheral and central parts. Based on the data obtained, an algorithm was developed for managing patients with liver cirrhosis with hyperperfusion, indicating the timing of follow up, and the frequency of prescribing antifibrotic therapy.

Conclusion. Quantitative indicators of ASL-perfusion of the liver allow us to suspect liver cirrhosis ($p < 0.01$). 2. ASL hyperperfusion map is an indication for liver T-SLIP and F4-stage category determination. 3. The inclusion of liver T-SLIP in the MR examination algorithm makes it possible to prescribe antifibrotic therapy on time and recommend monitoring time.

Keywords: Liver Cirrhosis, liver ASL-perfusion, T-SLIP, Hyperperfusion, Disruption of the Architectonics of the Blood Flow

For citation: Morozova T. G., Orehovskaya A. G., Gelt T. D. T-slip and ASL Perfusion: New in the Algorithm of Management of Patients with Liver Cirrhosis. *Radiology — Practice*. 2025;6:29-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-29-41>

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).

The author, Associate professor Tat'jana G. Morozova, is a member of the Editorial Board of «Radiology —Practice». The author 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

Различные патологические состояния печени являются частой причиной смертности во всем мире [1, 5]. Данные заболевания могут привести к циррозу с риском развития острой печеночной недостаточности на фоне хронической [4, 6, 7, 9]. Поэтому ранняя диагностика и лечение подобных осложнений необходимы для улучшения качества жизни пациентов [4, 5, 7, 8].

Известно, что изменения перфузии внутренних органов играют важную роль при развитии различных заболеваний. Однако механизмы, регулирующие кровоток в печени, у пациентов с фиброзом, циррозом и острой печеночной недостаточностью известны лишь частично [9]. Кровоснабжение через систему портальной вены в основном зависит от притока крови к внутренним органам [15]. В отличие от портального венозного кровотока, артериальный кровоток подвержен зависящей от давления ауторегуляции. Второй механизм, называемый буферной реакцией печеночной артерии (БРПА), является центральным звеном внутренней регуляции печеночного кровотока [15]. БРПА заключается в способности печеночной артерии компенсировать изменения в кровотоке воротной вены за счет направленной в противоположную сторону гемодинамической регуляции ее перфузии. Данный механизм вызывает расширение артериальных сосудов за счет снижения портального кровотока и, наоборот, сужение артериальных сосудов за счет увеличения портального кровотока [5, 6]. БРПА также сохраняется у пациентов с воспалительными заболеваниями печени даже при прогрессирующем фиброзе и циррозе печени (ЦП) [15].

Ультразвуковое исследование (УЗИ) является неинвазивным, легкодоступным, недорогим методом лучевой диагностики, хорошо зарекомендовавшим себя при визуализации различных заболеваний печеночной паренхимы, таких

как фиброз печени, ЦП и портальная гипертензия (ПГ). Диагностика ЦП с помощью обычного УЗИ основана на обнаружении морфологических изменений в печеночной ткани и признаках ПГ. Кроме того, доплеровское УЗИ является важным инструментом для изучения гемодинамических нарушений в цирротической ткани печени [1, 15]. Однако мало что известно о прогностической ценности последовательных измерений печеночной гемодинамики у пациентов с тяжелыми заболеваниями печени, особенно у пациентов с декомпенсированным ЦП, у которых высок риск развития острой печеночной недостаточности на фоне хронической.

В настоящее время для качественной и количественной оценки перфузии печеночной паренхимы может быть использована бесконтрастная технология МР-перфузии (arterial spin labeling, ASL), которая заключается в способности магнитно-резонансной томографии (МРТ) наносить «метки» на молекулы воды в артериальной крови, которые, в свою очередь, являются своеобразными эндогенными маркерами [3].

МРТ-последовательность с использованием импульсно-инверсионной маркировки во временной и пространственной областях (Time-SLIP — Time-Spatial Labeling Inversion Pulse) является вариантом тегирования (маркирования) артериальных спинов и изначально разрабатывалась для бесконтрастной МР-ангиографии [10]. T-SLIP-методика может быть также применена для получения изображения тока различных сред организма: секрета поджелудочной железы, слюны, спинномозговой жидкости. Данная технология давно используется в неврологической практике при визуализации наружной гидроцефалии, мальформации Арнольда — Киари I типа и сирингомиелии [2, 11–14]. Однако достаточно мало информации о применении T-SLIP относительно отдельных клинических форм диффуз-

ных заболеваний печени. Поэтому очень важным является изучение возможностей неконтрастной МР-портोगрафии в качестве неинвазивного метода визуализации для выявления различных патологических состояний воротной вены [10]. Разработка и применение различных технологий для неинвазивной оценки фиброза, перфузии печени являются актуальной задачей.

Цель: определить место T-SLIP и ASL-перфузии в алгоритме ведения пациентов с ЦП.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 83 пациента с ЦП, которые находились в стационарах гастроэнтерологического и инфекционного профилей. Структура этиологий, распределение по классам Чайлд – Пью представлены в таблице 1.

Диагноз ЦП был установлен в соответствии с клиническими рекомендациями [1]. Всем пациентам проведены УЗИ органов брюшной полости (ОБП) с доплеровским исследованием сосудов и транзитная эластография печени (результаты указанных методов оценивались по данным истории болезни). У 22 пациентов была проведена мультиспиральная компьютерная томография ОБП с контрастным усилением (подозрение на тромбоз воротной вены по данным УЗИ, необходимость проведения дифференциальной диагностики). МРТ ОБП выполнялась на то-

мографе Vantage Titan 1,5 Тл (Toshiba) по стандартному протоколу, включающему последовательности T2 ВИ, T2 ВИ с жироподавлением (fat-saturated), in-phase and out-of-phase, диффузионно-взвешенные изображения, ASL-перфузию печени и T-SLIP артериального и венозного русла. Параметры импульсной последовательности 3D ASL: межсрезовой интервал = 3 мм, количество срезов = 26–30, поле обзора (FOV) = 24–43 см, время повторения (TR) = 6,2 м/с, время эхо (TE) = 2,4 м/с, матрица = 64 × 64. Постпроцессинговая обработка изображений проводилась в программе M-Power 4 с использованием функций Calculation и Fusion. Параметры импульсной последовательности T-SLIP: межсрезовой интервал = 3 мм, количество срезов = 24–40, поле обзора (FOV) = 37 × 37 см, TR = 5,2 м/с, TE = 2,6 м/с, матрица = 256 × 256. Получение изображений состояло в предварительной визуализации «сырых данных» с последующей 3D-реконструкцией. Представленные последовательности не требовали задержки дыхания пациентом, проводились на свободном дыхании. Исследование занимало от 15 до 20 мин. Дополнительно были проанализированы результаты аутопсийного материала печени 15 умерших больных с дальнейшим сопоставлением с результатами МРТ печени. Группа контроля была представлена 37 здоровыми лицами. Также была выделена группа паци-

Таблица 1

Структура циррозов печени в зависимости от этиологии и класса Чайлд – Пью (n = 83)

Класс по Чайлд – Пью	Этиология ЦП, абс. (%)			Всего, абс. (%)
	Вирусная (n = 38)	Алкогольная (n = 22)	Смешанная (n = 23)	
Класс А	15 (18,1)	9 (10,8)	19 (22,9)	43 (51,8)
Класс В	18 (21,7)	12 (14,5)	3 (3,6)	33 (39,8)
Класс С	5 (6,0)	1 (1,2)	1 (1,2)	7 (8,4)
Всего	38 (45,8)	22 (26,5)	23 (27,7)	83 (100)

ентов ретроспективного анализа с ЦП, которым не проводились ASL-перфузия и T-Slip ($n = 15$). Для статистической обработки полученных данных использовалось программное обеспечение Jamovi 2.3.21, Microsoft Excel 2016.

Результаты

Проанализированы количественные показатели бесконтрастной МР-перфузии печени у пациентов с циррозами различной этиологии (табл. 2).

По результатам исследования была отмечена статистическая разница при сравнении показателей перфузии печеночной паренхимы у пациентов с ЦП и здоровыми лицами ($p < 0,01$). Однако статистически значимых отличий в количественном отображении перфузии печени среди различных этиологических форм и классов ЦП выявлено не было ($p > 0,05$), что не позволяет рассматривать ASL-перфузию в качестве возможного метода определения этиологии и класса Чайлд — Пью.

83 пациентам выполнено 3D-сканирование в реальном времени с дыхательной синхронизацией в сочетании с двумя различными T-SLIP-сатураторами (один размещался в области грудной клетки для подавления артериального сигнала, а другой — в брюшной полости для подавления сигнала нижней полой вены (НПВ)). Одним из наиболее важных факторов было время инверсии (TI) абдоминального T-SLIP, и качество изображения оценивалось при четырех различных значениях TI: 800, 1200, 1600 и 2000 мсек с точки зрения относительного соотношения сигнал/шум (SNR), соотношения сигнал/контраст (CNR) и средней оценки визуализации. Наше исследование показало, что TI в 1600 мсек обеспечивает оптимальный баланс между визуализацией НПВ и подавлением сигнала воротной вены в нашем протоколе (рис. 1).

Таким образом, методика T-SLIP позволяет оценивать архитектуру

Таблица 2

Результаты количественных показателей ASL-перфузии печени у пациентов с ЦП различной этиологии ($n = 83$)

Этиология ЦП	Количественные показатели ASL-перфузии печени (мл/100г/мин)			Норма* (n = 37)
	Класс А	Класс В	Класс С	
Нормо-/гипоперфузия				
Вирусная (n = 28)	116 [102; 131]	111,2 [100; 124]	99,3 [87; 110]	166,9 [142; 187]
Алкогольная (n = 15)	119 [98; 135]	108 [90; 121]	100 [89; 120]	
Смешанная (n = 16)	110,2 [100; 124]	104,6 [88; 116]	118,4 [97; 123]	
Гиперперфузия				
Вирусная (n = 10)	499 [322; 516]	467,4 [356; 543]	452,3 [401; 541]	166,9 [142; 187]
Алкогольная (n = 7)	523 [401; 567]	520 [426; 558]	526 [444; 547]	
Смешанная (n = 7)	525,5 [453; 555]	543,9 [438; 567]	557,8 [423; 569]	

Примечание: * — $p < 0,01$.

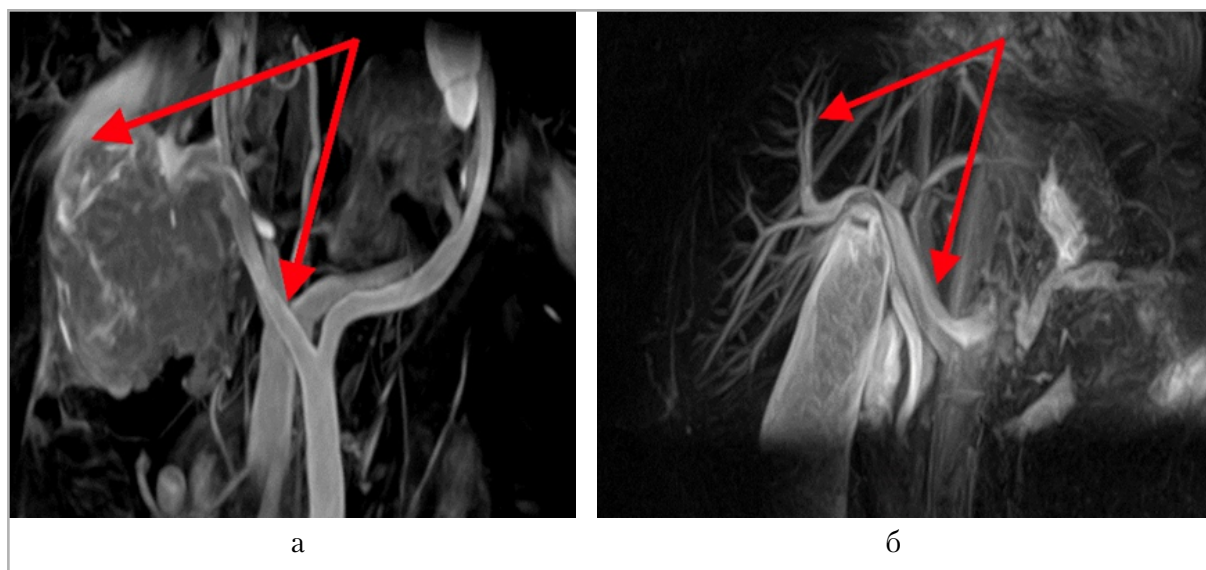


Рис. 1. МР-томография печени, T-SLIP венозного и артериального русла печени, 3D-изображения: *а* — вариант нормы. Четко прослеживаются венозное русло; *б* — цирроз печени класс А по Чайлд — Пью. Расширение воротной вены, нарушение кровотока по периферии структуры печени

сосудистого русла, по выраженности нарушений которой, в сопоставлении с данными аутопсийного материала, стадию F4 фиброза печени можно подразделить на категории: F4a — нарушение архитектоники печени в периферических отделах; F4b — нарушение архитектоники печени в центральных отделах; F4c — нарушение архитектоники печени в периферических и центральных отделах.

В нашем исследовании гиперперфузионная карта при ЦП встречалась в 24 (28,9 %) случаях. Следует отметить, что пациенты с гиперперфузией по данным ASL печени требовали коррекции врачебного мониторинга, который заключался в увеличении кратности наблюдения в соответствии с клиническими рекомендациями. Преимущество представленного выше метода оценивалось по данным ретроспективного анализа данных у 15 пациентов. Последним МРТ проводилась 1 раз в год, отмечалась отрицательная клинико-лабораторная динамика в виде прогрессирования портальной гипертензии в течение 3–6 мес, увеличения

вирусной нагрузки при ЦП вирусной этиологии.

Представленный ниже клинический пример раскрывает целесообразность комплексного применения ASL-перфузии и T-SLIP печени при поступлении и динамическом наблюдении у пациента с гиперперфузией (рис. 2).

В вышеуказанном примере продемонстрировано, что гиперперфузионная карта печени не свидетельствует о хорошем кровотоке, требуется проведение T-SLIP, по данным которой можно не только получить визуальную информацию о сосудистом русле, но и назначить своевременную антифибротическую терапию, рекомендовать сроки мониторинга.

На основании полученных данных был составлен алгоритм ведения пациентов с ЦП с гиперперфузией (табл. 3).

Таким образом, своевременное лечение и мониторинг позволят избежать прогрессирования представленной клинической формы, более эффективно оценить динамику процесса. Наше наблюдение показало, что 3 (12,5 %) пациента из категории F4b перешли в F4a; 2 (8 %) пациента — из F4c в F4b.

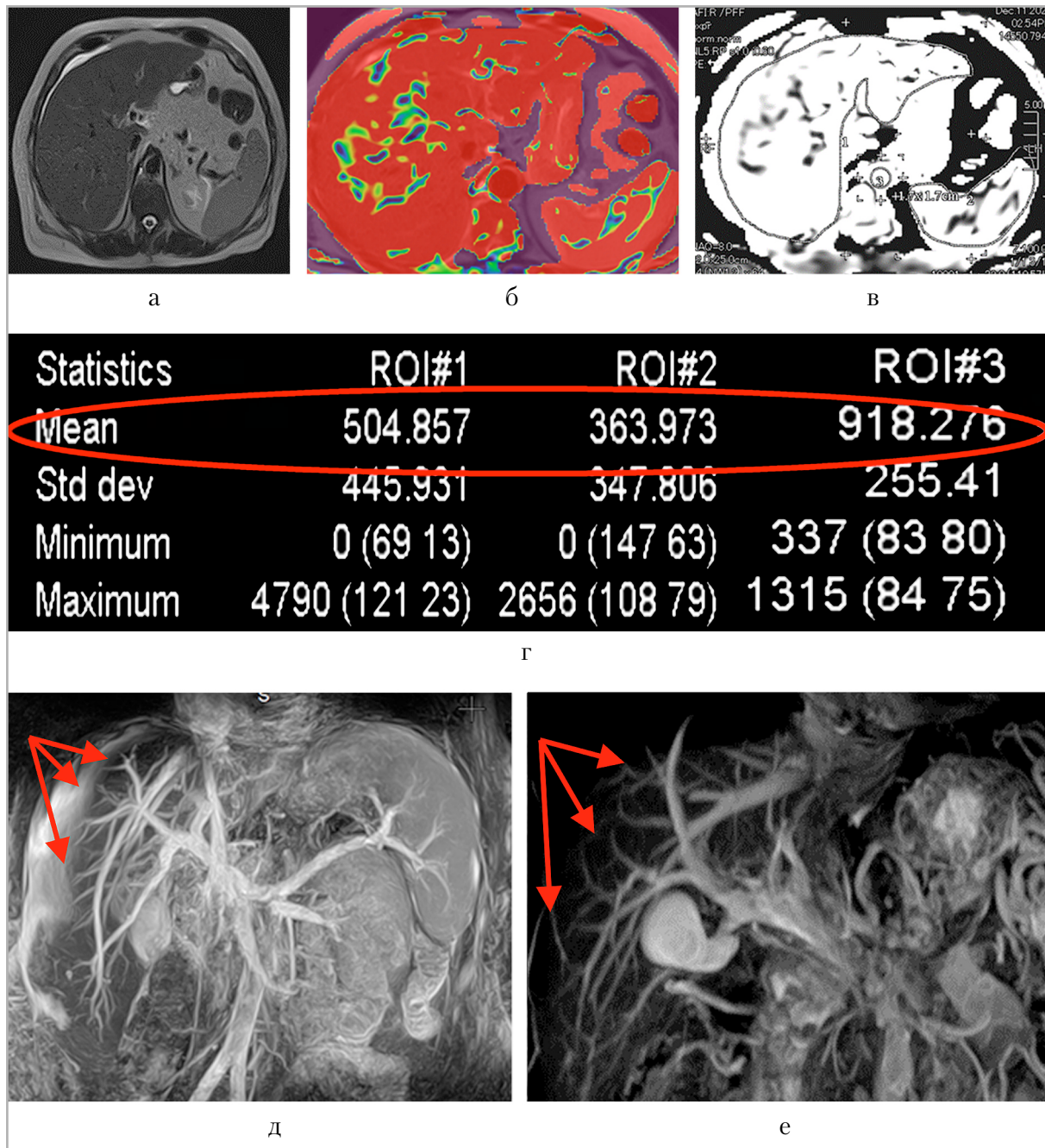


Рис. 2. МР-томография органов брюшной полости пациента с циррозом печени вирусной этиологии класс В по Чайлд – Пью: *а* – режим T2 ВИ Heavy, аксиальный срез – гепатомегалия, асцит; *б* – цветовая карта ASL-перфузии печени – преобладание красного паттерна (характерен для гиперперфузии); *в, г* – серошкалированная и цифровая карты ASL-перфузии – количественный показатель 504 мл/100/г/мин (характерен для гиперперфузии); *д* – 3D – T-SLIP печени при поступлении: определяется нарушение кровотока по периферии (указано стрелками); *е* – 3D – T-SLIP печени при мониторинге через 12 мес: кровотока по периферии восстановлен (указано стрелками)

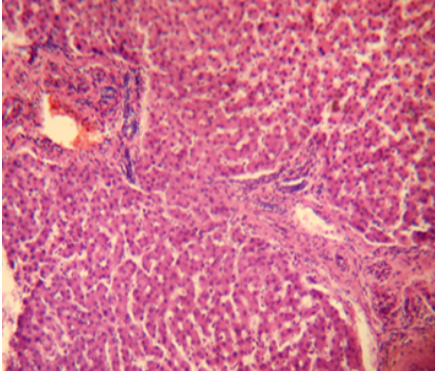
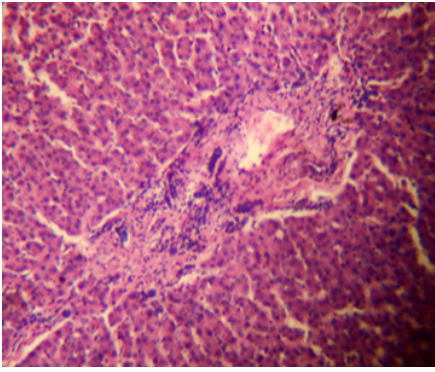
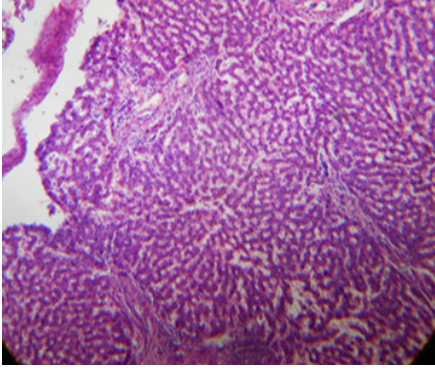
Обсуждение

Анализируя источники литературы относительно инструментальных методов исследования ЦП, следует отме-

тить, что основное внимание уделяется УЗИ с доплеровской визуализацией сосудов [1, 5]. Однако для пациентов с асцитами не всегда доплеровское ис-

Таблица 3

**Алгоритм ведения пациентов с ЦП различной этиологии
с гиперперфузионной картой кровотока**

T-SLIP (категория стадии F4)	Морфологический материал	Лечение	Мониторинг
F4a (n = 12)	 Порто-портальный фиброз	Антифибротическая терапия требуется 1 раз в год	Госпитализация не требуется, T-slip-контроль через 12 мес
F4b (n = 5)	 Портальный фиброз печени	Антифибротическая терапия требуется в течение 6 мес	Госпитализация через 6 мес, T-slip-контроль через 6 мес
F4c (n = 7)	 Порто-центральный фиброз	Антифибротическая терапия требуется в течение 3 мес	Госпитализация через 3 мес, T-slip-контроль через 3 мес

следование может дать требуемую информацию в силу своей неинформативности получения результатов. В нашей работе мы продемонстрировали возможности МРТ ОБП при ЦП различной этиологии. Эластография — метод,

направленный на диагностику наличия фибротического процесса в печеночной паренхиме [1, 5]. Но при ЦП часто возможно получение пограничных результатов в виде F3–F4 стадий; кроме того, к важным ограничениям метода относят-

ся наличие асцита, повышенная масса тела пациента. При этом иногда опция эластографии может отсутствовать в УЗ-оборудовании.

Как показано в работе Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A и др. (2019), МР-портография с применением T-SLIP стала неинвазивным инструментом визуализации воротной вены, без использования средств контрастирования, в основном при подозрении на тромбоз сосудистого русла [10]. В нашем исследовании отражены основные возможности комбинированной визуализации ASL-перфузии и T-SLIP печени в постановке стадии фиброза. При этом мы обращаем внимание на то, что T-SLIP позволяет классифицировать стадию F4 на категории, на основании которых клиницист может рекомендовать антифибротическую терапию, определить ее длительность и сроки госпитализации. Все это в конечном итоге способно улучшить качество жизни наших пациентов. Хотелось бы обратить внимание рентгенолога и на то, что он, в свою очередь, является не просто неотъемлемой частью диагностического процесса, но и лечебного, что бесценно для наших коллег-клиницистов. Например, как сказано выше, эластографической методики, необходимой для постановки стадии фиброза, может не оказаться в лечебном учреждении, но ведь и она отвечает только на один диагностический вопрос. Поэтому в своей публикации мы постарались отразить, что современные МР-технологии, новые последовательности в протоколе по исследованию печени расширяют наши возможности как рентгенологов и дают большую и комплексную информацию для врачей-инфекционистов, гастроэнтерологов, гепатологов.

Выводы

1. Количественные показатели ASL-перфузии печени позволяют заподозрить ЦП ($p < 0,01$).

2. Гиперперфузионная карта ASL – показание к проведению T-SLIP печени и определению категории F4-стадии.
3. Включение в алгоритм МР-исследования T-SLIP печени позволяет своевременно назначить антифибротическую терапию и рекомендовать сроки мониторинга.

Список источников

1. Ивашкин В. Т., Драпкина О. М., Маевская М. В., Жаркова М. С., Гречишников В. С., Винницкая Е. В., Деева Т. А., Жигалова С. Б., Ивашкин К. В., Малиновская Ю. О., Киценко Е. А., Манукьян Г. В., Малов С. Л., Надинская М. Ю., Островская А. С., Тихонов И. Н., Фандеев Е. Е. Цирроз и фиброз печени. Федеральные клинические рекомендации по ведению больных. М., 2025. 171 с.
2. Петрайкин А. В., Смorchкова А. К., Сергунова К. А., Ахмад Е. С., Семенов Д. С., Кудрявцев Н. Д., Блохин И. А., Морозов С. П., Владимирский А. В., Маер Р. Ю. Применение модифицированной МРТ-последовательности Time-SLIP для визуализации движения ликвора в водопроводе мозга и шейном отделе позвоночного канала // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н. Н. Бурденко. 2019. Т. 83, № 6. С. 64–71. <https://doi.org/10.17116/neiro20198306164>
3. Труфанов Г. Е., Фокин В. А., Асатурян Е. Г., Ефимцев А. Ю., Шмедык Н. Ю., Машенко И. А., Чегина Д. С., Алдатов Р. Х. Методика артериального спинового маркирования: клиническое применение // REJR. 2019. Т. 9, № 4. С. 129–147. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147>
4. Engelmann C., Tacke F. Decompensated liver cirrhosis and acute-on-chronic liver failure. Der Gastroenterologe. 2020;15:22-33. <https://doi.org/10.1007/s11377-019-00407-9>
5. Ginès P., Krag A., Abraldes J. G., Solà E., Fabrellas N., Kamath P. S. Liver cirrhosis.

- Lancet. 2021;398:1359-76. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01374-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01374-X)
6. Khanam A., Kotttilil S. Acute-on-chronic liver failure: pathophysiological mechanisms and management. *Front Med.* 2021; 8:1-18. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.752875>
7. Kumar R., Mehta G., Jalan R. Acute-on-chronic liver failure. *Clin Med.* 2020; 20:501-4. <https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0631>
8. Maiwall R., Kumar A., Pasupuleti S. S. R., Hidam A. K., Tevethia H., Kumar G., Sahney A., Mitra L. M., Sarin S. K. A randomized-controlled trial comparing 20% albumin to plasmalyte in patients with cirrhosis and sepsis-induced hypotension [ALPS trial]. *J. Hepatol.* 2022;77:670-82. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.03.043>
9. Mezzano G., Juanola A., Cardenas A., Mezey E., Hamilton J. P., Pose E., Graupera I., Ginès P., Solà E., Hernaez R. Global burden of disease: Acute-on-chronic liver failure, a systematic review and meta-analysis. *Gut.* 2022;71:148-55. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322161>
10. Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A., Dawoud M. A. E. Non-contrast MR portography using time-spatial labeling inversion pulse for diagnosis of portal vein pathology. *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med.* 2019;50:40. <https://doi.org/10.1186/s43055-019-0036-5>
11. Nakae S., Murayama K., Adachi K., Kumai T., Abe M., Hirose Y. Novel Application of Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging for Diagnosis of External Hydrocephalus. *World Neurosurgery.* 2018;109:197-201. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.175>
12. Ohtonari T., Nishihara N., Ota S., Tanaka A. Novel Assessment of Cerebrospinal Fluid Dynamics by Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chiari Malformation Type I. *World Neurosurgery.* 2018;112:e165-e171. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.01.001>
13. Takeuchi K., Ono A., Hashiguchi Y., Misawa H., Takahata T., Teramoto A., Nakahara S. Visualization of cerebrospinal fluid flow in syringomyelia through noninvasive magnetic resonance imaging with a time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP). *The Journal of Spinal Cord Medicine.* 2017;40(3):368-371. <https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1140391>
14. Takizawa K., Matsumae M., Hayashi N., Hirayama A., Sano F., Yatsushiro S., Kuroda K. The Choroid Plexus of the Lateral Ventricle As the Origin of CSF Pulsation Is Questionable. *Neurologia Medico-Chirurgica.* 2018;58(1):23-31. <https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2017-0117>
15. Vogg J., Maier-Stocker C., Munker S., Mehrl A., Schlosser S., Tews H. C., Güllow K., Müller M., Schmid S. Hepatic perfusion as a new predictor of prognosis and mortality in critical care patients with acute-on-chronic liver failure. *Front. Med.* 2022;9:1008450. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1008450>

References

1. Ivashkin V. T., Drapkina O. M., Maevskaja M. V., Zharkova M. S., Grechishnikova V. S., Vinnickaja E. V., Deeva T. A., Zhigalova S. B., Ivashkin K. V., Malinovskaja Yu. O., Kicenko E. A., Manuk'jan G. V., Malov S. L., Nadinskaja M. Yu., Ostrovskaja A. S., Tihonov I. N., Fandeev E. E. Cirroz i fibroz pecheni. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po vedeniju bol'nyh. M., 2025. 171 p. (In Russ.).
2. Petryaykin A. V., Smorchkova A. K., Sergunova K. A., Akhmad E. S., Semenov D. S., Kudryavtsev N. D., Blokhin I. A., Morozov S. P., Vladzimirskiy A. V., Maer R. Yu. Application of a modified Time-SLIP MRI sequence for visualization of

- cerebrospinal fluid movement in the cerebral aqueduct and cervical spinal canal. *Burdenko's Journal of Neurosurgery = Zhurnal voprosy neurokhirurgii imeni N. N. Burdenko*. 2019;83(6):67-74. (In Russ.).
<https://doi.org/10.17116/neiro20198306167>
3. Trufanov G. E., Fokin V. A., Asaturyan E. G., Efimtsev A. Yu., Shmedyk N. Yu., Mashchenko I. A., Chegina D. S., Aldatov R. Kh. Arterial spin labeling: clinical applications. *REJR*. 2019;9(4):129-147. (In Russ.).
<https://doi.org/10.21569/2222-7415-2019-9-4-129-147>
 4. Engelmann C., Tacke F. Decompensated liver cirrhosis and acute-on-chronic liver failure. *Der Gastroenterol*. 2020;15:22-33.
<https://doi.org/10.1007/s11377-019-00407-9>
 5. Ginès P., Krag A., Abraldes J. G., Solà E., Fabrellas N., Kamath P. S. Liver cirrhosis. *Lancet*. 2021;398:1359-76.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01374-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01374-X)
 6. Khanam A., Kotttilil S. Acute-on-chronic liver failure: pathophysiological mechanisms and management. *Front Med*. 2021;8:1-18.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.752875>
 7. Kumar R., Mehta G., Jalan R. Acute-on-chronic liver failure. *Clin Med*. 2020;20:501-4.
<https://doi.org/10.7861/clinmed.2020-0631>
 8. Maiwall R., Kumar A., Pasupuleti S. S. R., Hidam A. K., Tevethia H., Kumar G., Sahney A., Mitra L. M., Sarin S. K. A randomized-controlled trial comparing 20% albumin to plasmalyte in patients with cirrhosis and sepsis-induced hypotension [ALPS trial]. *J. Hepatol*. 2022;77:670-82.
<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2022.03.043>
 9. Mezzano G., Juanola A., Cardenas A., Mezey E., Hamilton J. P., Pose E., Graupera I., Ginès P., Solà E., Hernaez R. Global burden of disease: Acute-on-chronic liver failure, a systematic review and meta-analysis. *Gut*. 2022;71:148-55.
<https://doi.org/10.1136/gutjnl-2020-322161>
 10. Mubarak A. A., Awad G. E., Eltomey M. A., Dawoud M. A. E. Non-contrast MR portography using time-spatial labeling inversion pulse for diagnosis of portal vein pathology. *Egypt. J. Radiol. Nucl. Med*. 2019;50:40.
<https://doi.org/10.1186/s43055-019-0036-5>
 11. Nakae S., Murayama K., Adachi K., Kumai T., Abe M., Hirose Y. Novel Application of Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging for Diagnosis of External Hydrocephalus. *World Neurosurgery*. 2018;109:197-201.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.175>
 12. Ohtonari T., Nishihara N., Ota S., Tanaka A. Novel Assessment of Cerebrospinal Fluid Dynamics by Time-Spatial Labeling Inversion Pulse Magnetic Resonance Imaging in Patients with Chiari Malformation Type I. *World Neurosurgery*. 2018;112:e165-e171.
<https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.01.001>
 13. Takeuchi K., Ono A., Hashiguchi Y., Misawa H., Takahata T., Teramoto A., Nakahara S. Visualization of cerebrospinal fluid flow in syringomyelia through noninvasive magnetic resonance imaging with a time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP). *The J. of Spinal Cord Medicine*. 2017;40(3):368-371.
<https://doi.org/10.1080/10790268.2016.1140391>
 14. Takizawa K., Matsumae M., Hayashi N., Hirayama A., Sano F., Yatsushiro S., Kuroda K. The Choroid Plexus of the Lateral Ventricle As the Origin of CSF Pulsation Is Questionable. *Neurologia Medico-Chirurgica*. 2018;58(1):23-31.
<https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2017-0117>
 15. Vogg J., Maier-Stocker C., Munker S., Mehrl A., Schlosser S., Tews H. C., Gülow K., Müll-

ler M., Schmid S. Hepatic perfusion as a new predictor of prognosis and mortality in critical care patients with acute-on-chronic

liver failure. Front. Med. 2022;9:1008450. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1008450>

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.

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.

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.

Ореховская Алина Геннадьевна, аспирант кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Смоленск, Россия.

Вклад автора: сбор материала, статистическая обработка материала, работа с изображениями и подписанными надписями, поиск публикаций по теме, анализ литературы.

Orechovskaya Alina Gennad'evna, PhD-student in 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.

Author's contribution: collections of material, calculation of statistical indicators, work with images and captions, search for publication on the topic, literature analysis.

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.

Вклад автора: сбор материала, работа с изображениями и подписанными надписями, написание текста, поиск публикаций по теме, анализ литературы.

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.

Author's contribution: collections of material, work with images and captions, text writing, search for publication on the topic, literature analysis.

Статья поступила в редакцию 01.07.2025;
одобрена после рецензирования 10.08.2025;
принята к публикации 10.08.2025.

The article was submitted 01.07.2025;
approved after reviewing 10.08.2025;
accepted for publication 10.08.2025.

МТЛ – внедрение инноваций для обеспечения технологического суверенитета российской медицины



МТЛ сегодня

- Системообразующее предприятие № 1 медицинской промышленности РФ
- Компания №1 по производительности труда в радиоэлектронной промышленности РФ
- 12 000 кв.м. производственных площадей
- Сплоченная команда разработчиков, программистов и математиков
- Предприятие, соответствующее международным стандартам качества, охраны труда и окружающей среды

Реклама, АО «МТЛ», ИНН 7722134310,
www.mtl.ru, erid: 2VSb5xBvYLH



Программное обеспечение для маммологии

ДенсиМам

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ

предназначен для обогащения существующей диагностической информации путем автоматического расчета карты содержания различных видов тканей в объекте исследования

ПО обеспечивает повышение эффективности диагностического процесса.

АО «МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ Лтд»
105318, г. Москва, ул. Мировская, 25
Тел.: +7 (495) 663-95-01; E-mail: mtl@mtl.ru
www.mtl.ru





ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья. Клиническое наблюдение
УДК 616.381-002-073.756.8-089.06:616-097-022
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-43-53>

Роль мультисрезовой компьютерной томографии в диагностике острой хирургической патологии у ВИЧ-инфицированных пациентов с впервые выявленной неходжкинской лимфомой

Наталья Валерьевна Климова¹, Анастасия Олеговна Рамзина²

¹ БУ ВО «Сургутский государственный университет», Сургут, Россия

² БУ «Сургутская окружная клиническая больница», Сургут, Россия

¹ nvklm2011@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

² ramzina.ao@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6127-5775>

Автор, ответственный за переписку: Анастасия Олеговна Рамзина, ramzina.ao@gmail.com

Аннотация

Острая хирургическая патология у больных с ВИЧ-инфекцией протекает значительно тяжелее из-за иммунодефицита, оппортунистических инфекций и неопластических процессов, что значительно усложняет не только выбор тактики лечения этих пациентов, но и первичную диагностику. В нашей статье мы рассмотрели особенности первичной лучевой диагностики острой хирургической патологии на фоне ранее недиагностированной неходжкинской лимфомы и продемонстрировали собственный клинический опыт. В представленных клинических случаях острая хирургическая патология возникала в результате прогрессирования неходжкинских лимфом, а также присоединения оппортунистической инфекции, в результате это не только нивелировало общую клиническую картину, приводило к повторной релапаротомии, но и заканчивалось летальным исходом.

Ключевые слова: мультисрезовая компьютерная томография, неходжкинская лимфома, ВИЧ-инфекция, острая хирургическая патология брюшной полости

Для цитирования: Климова Н. В., Рамзина А. О. Роль мультисрезовой компьютерной томографии в диагностике острой хирургической патологии у ВИЧ-инфицированных пациентов с впервые выявленной неходжкинской лимфомой // Радиология — практика. 2025;6:43-53. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-43-53>

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.

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 article. Clinical observation

The Role of Multispiral Computed Tomography in the Diagnosis of Acute Surgical Pathology in HIV-infected Patients with Newly Diagnosed non-Hodgkin's Lymphoma

Natalia V. Klimova¹, Anastasia O. Ramzina²

¹ Surgut State University, Surgut, Russia

² The Surgut Regional Clinical Hospital, Department of Radiological, Surgut, Russia

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

² ramzina.ao@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6127-5775>

Corresponding author: Anastasiya O. Ramzina, ramzina.ao@gmail.com

Abstract

Acute surgical pathology in patients with HIV infection is much more severe due to immunodeficiency, opportunistic infections and neoplastic processes, which significantly complicates not only the choice of treatment tactics for these patients, but also the initial diagnosis. In our article, we examined the features of primary radiation diagnosis of acute surgical pathology against the background of previously undiagnosed non-Hodgkin's lymphoma and demonstrate our own clinical experience. In the presented clinical cases, acute surgical pathology occurred as a result of the progression of non-Hodgkin's lymphomas, as well as the addition of an opportunistic infection, as a result, this not only leveled the overall clinical picture, led to repeated relaparotomy, but also ended in death

Keywords: Multispiral Computed Tomography, non-Hodgkin's Lymphoma, HIV Infection, Acute Surgical Pathology of the Abdominal Cavity

For citation: Klimova N. V., Ramzina A. O. The Role of Multispiral Computed Tomography in the Diagnosis of Acute Surgical Pathology in HIV-infected Patients with Newly Diagnosed non-Hodgkin's Lymphoma. *Radiology – Practice*. 2025;6:43-53. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-43-53>

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

Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — это инфекция, поражающая иммунную систему организма. Самой поздней стадией ВИЧ-инфекции является синдром приобретенного иммунодефицита (СПИД). По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в 2023 г. в мире 37,6 млн человек были инфицированы ВИЧ, 1,5 млн заразились ВИЧ и 690 000 человек умерли в связи с ВИЧ-инфекцией [5].

Неходжкинская лимфома (НХЛ) остается наиболее распространенным типом рака и основной причиной смертности у людей, живущих с вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ).

Несмотря на заметное снижение заболеваемости ВИЧ-ассоциированной НХЛ (ВИЧ-НХЛ) после внедрения комбинированной антиретровирусной терапии (АРТ) в середине 1990-х гг. [6], НХЛ продолжает оставаться самой частой злокачественной опухолью.

Наиболее распространенными гистологическими типами ВИЧ-ассоциированных лимфом являются диффузная крупноклеточная В-клеточная лимфома, лимфома Ходжкина и лимфома Беркитта. Доступность антиретровирусной терапии (АРВТ) и своевременное ле-

чение оппортунистических инфекций позволило лицам с ВИЧ-инфекцией получать такое же лечение, как и люди без ВИЧ.

Для динамического наблюдения за стадированием лимфомы необходимо выполнение мультисрезовой компьютерной томографии с внутривенным болюсным контрастированием шеи, грудной клетки, органов брюшной полости и таза. Согласно клиническим рекомендациям, одобренным Минздравом РФ, стадирование НХЛ при помощи позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ-КТ) более чувствительно, особенно при экстранодальном заболевании [1]. Однако ПЭТ-КТ может иметь более высокий уровень ложноположительных результатов у ВИЧ-инфицированных пациентов из-за связанной с иммунодефицитом лимфоидной гиперплазии и неподавленной ВИЧ-инфекции. Кроме того, при неизвестных эпидемиологическом анамнезе и длительности ВИЧ-инфекции у больных между диагностированием заболевания и развитием клинически выраженных ВИЧ-ассоциированных состояний проходит обычно несколько лет [1, 2]. При этих обстоятельствах у хирургических больных с ВИЧ-инфекцией регистри-

руется высокий процент диагностических ошибок (9,8–22 %) и ошибочной хирургической тактики по сравнению с больными без ВИЧ-инфекции с однотипной хирургической патологией. Острая хирургическая патология у больных с ВИЧ-инфекцией протекает значительно тяжелее из-за иммунодефицита, оппортунистических и сопутствующих инфекций и неопластических процессов, что значительно усложняет не только выбор тактики лечения этих пациентов, но и первичную диагностику [4]. Острые хирургические заболевания — это патологии любых органов и тканей организма, требующие экстренной и неотложной помощи, при которой могут применяться как хирургические, так и консервативные методы лечения. Определяющими в выборе оптимальных тактических решений по лечению острых хирургических патологий являются объективные клиничко-лабораторные данные и данные лучевой диагностики. Однако в случае с ВИЧ-инфицированными клиничко-лабораторная картина крайне неспецифична, что создает значительные трудности в дооперационной диагностике [2, 3].

Цель: рассмотреть особенность первичной лучевой диагностики острой хирургической патологии на фоне ранее недиагностированной неходжкинской лимфомы и продемонстрировать собственный клинический опыт лучевой диагностики этой патологии.

Во всех представленных клинических случаях диагноз «ВИЧ-ассоциированная неходжкинская лимфома» был верифицирован как «случайная находка» в процессе экстренной первичной диагностики и лечения острой хирургической патологии.

Клиническое наблюдение № 1

Мужчина, 48 лет, поступил в приемное отделение с жалобами повышения температуры тела до 38 С° и симптомо-

комплексом «острого живота». Из анамнеза: ВИЧ-инфекция с 2020 г., АРВТ не принимает. Иммунограмма: CD4 — 154 кл/мл. Вирусная нагрузка — 175 000 копий/мл. В условиях приемного отделения проведено рентгеновское обследование в виде обзорной рентгенографии органов брюшной полости для исключения перфорации полого органа, где были выявлены признаки тонкокишечной непроходимости. Для определения этиологического фактора кишечной непроходимости, согласно клиническим рекомендациям, одобренным Минздравом РФ, пациенту проведена компьютерная томография органов брюшной полости и полости малого таза (рис. 1, а, б).

При первичном исследовании на КТ-сканах органов брюшной полости и полости малого таза был выявлен патологический процесс в полости малого таза с вовлечением петель тонкой кишки и стенки мочевого пузыря, с наличием спаечного процесса на фоне протяженного утолщения стенки, локальным расширением ее просвета и свищевым ходом на уровне прилегания к мочевому пузырю, что потребовало дифференциальной диагностики между неопластическим и воспалительным характером поражения.

Выполнено оперативное вмешательство: цистоскопия с трансуретральной резекцией для последующей биопсии. Таким образом, пациенту был впервые верифицирован диагноз «диффузная В-крупноклеточная лимфома с поражением мочевого пузыря, тонкой кишки, забрюшинных лимфатических узлов, GCB-вариант, IV стадия по Ann-Arbor».

Послеоперационный период осложнился кровотечением и перфорацией в брюшную полость с развитием асцит-перитонита, прогрессированием вторичной инфекции, как следствие — сепсис, полиорганная недостаточность, что привело к летальному исходу, несмотря на интенсивную терапию.

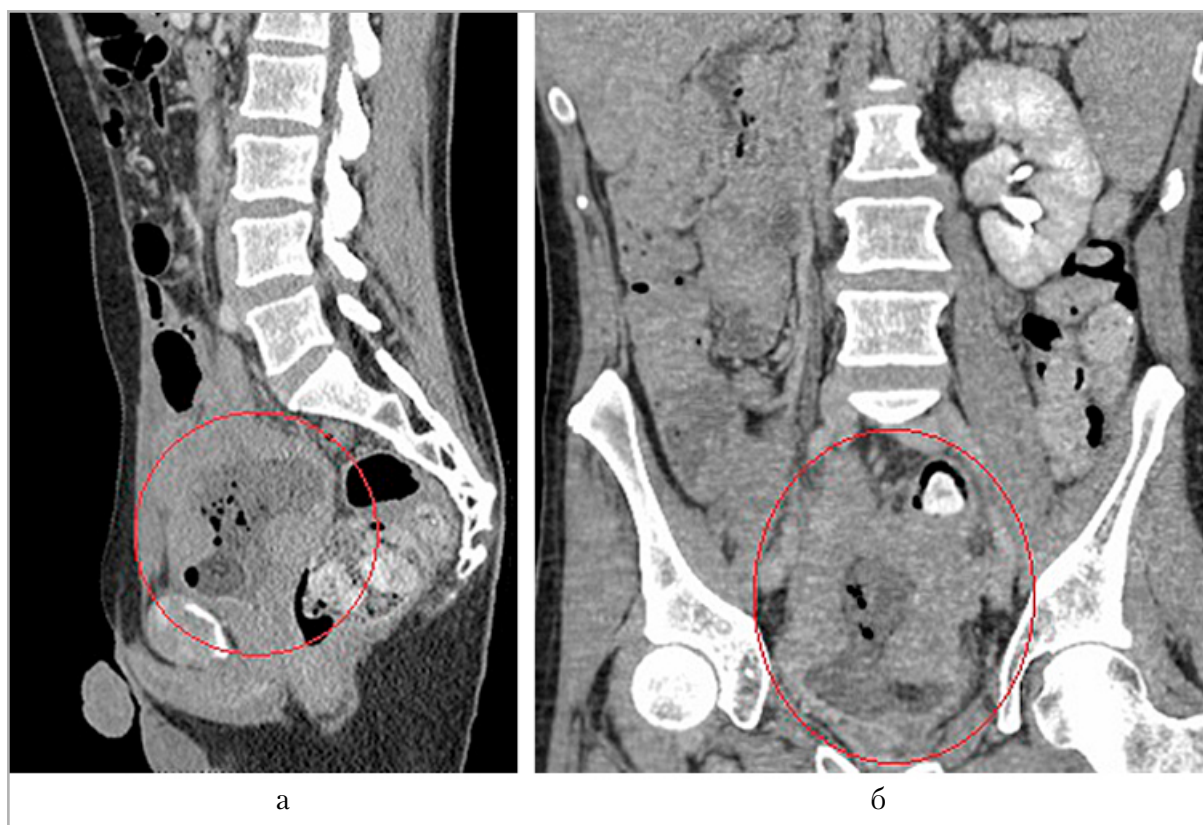


Рис. 1. Компьютерная томография органов брюшной полости и полости малого таза с внутривенным болюсным контрастным усилением, *а* — сагиттальная проекция, *б* — коронарная. В полости малого таза определяется патологический процесс с вовлечением стенок подвздошной кишки и мочевого пузыря. Отмечается сообщение между измененной стенкой кишки и недифференцируемой стенкой мочевого пузыря (*а, б* — красный круг). В отсроченную фазу контрастирования наиболее четко дифференцировались структуры в составе опухолевого конгломерата, а именно степень инвазии лимфомы в полость мочевого пузыря

Клиническое наблюдение № 2

Мужчина, 46 лет, поступил в приемное отделение с жалобами на боли в правом подреберье, желтушность кожных покровов, увеличение живота в объеме. В анамнезе ВИЧ-инфекция, гепатит С, АРВТ принимает с 2014 г. нерегулярно. Иммунограмма: CD4 — 520 кл/мл, вирусная нагрузка менее 500 копий/мл. В январе 2021 г. проведено стентирование холедоха по поводу холедохолитиаза.

В условиях приемного отделения пациенту экстренно провели комплекс диагностических мероприятий: МСКТ ОБП с внутривенным контрастированием, эзофагодуоденоскопия.

При МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием (рис. 2) было выявлено образование в панкреатодуоденальной зоне с вовлечением в патологический процесс антрального отдела желудка, нисходящей части ДПК, дистального отдела холедоха, что в результате привело к билиарной гипертензии и развитию механической желтухи. Дополнительно верифицирован инфаркт паренхимы селезенки, поддиафрагмальный абсцесс справа.

По данным ЭГДС: луковица двенадцатиперстной кишки деформирована, просвет сужен. На передней стенке определяется язвенный дефект, распространяющийся по заднемедиальной стенке на постбульбарный отдел, занимающий

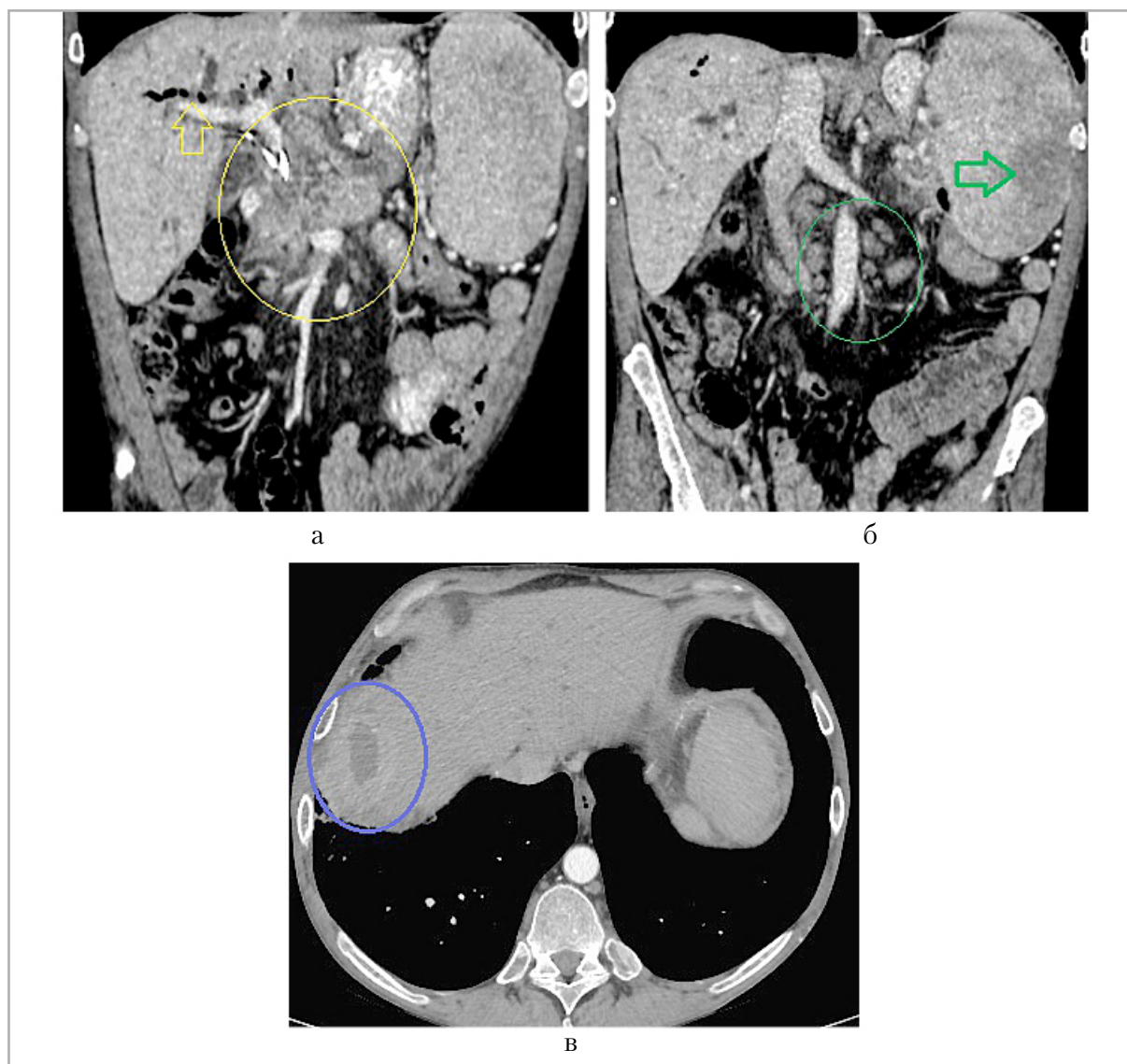


Рис. 2. Компьютерная томография органов брюшной полости с внутривенным контрастным усилением: *а, б* — коронарная проекция, *в* — аксиальная проекция. В гепатопанкреатодуоденальной зоне (*а, желтый круг*) определяется патологический инфильтративный конгломерат с накоплением контрастного препарата максимально в венозную фазу, состоящий из петли двенадцатиперстной кишки, головки поджелудочной железы, с вовлечением в патологический процесс дистального отдела холедоха и его сдавлением (состояние после стентирования). В последующем с развитием билиарной гипертензии и пневмобилией (*желтая стрелка*); *б* — спленомегалия, инфаркты селезенки (*зеленая стрелка*); парааортальная лимфаденопатия (*зеленый круг*); *в* — поддиафрагмальный абсцесс справа (*синий круг*)

около 3/4 окружности кишки. По краям язвы стенки кишки инфильтрированы, инфильтрация распространяется до продольной складки и БСДК. Выполнена щипцовая биопсия дна и краев язвы.

Биопсия — по результатам комплексной оценки морфологической картины и ИГХ исследования в объеме ис-

следованного операционного материала морфологические показатели укладываются в картину диффузной В-крупноклеточной лимфомы.

Проведенный диагностический комплекс у пациента с ВИЧ-инфекцией позволил определять безопасную траекторию дренирования, а следовательно,

применять более малоинвазивные технологии. Так, для поддиафрагмального абсцесса был установлен дренаж под УЗИ-контролем, а для устранения билиарного блока трансдуоденально под рентген-контролем установлен стент в желчевыводящие протоки, обеспечивающие отток желчи.

После стабилизации состояния пациента, регресса поддиафрагмального абсцесса пациент переведен в гематологическое отделение для последующего стадирования и выбора протокола химиотерапии лимфомы.

Клиническое наблюдение № 3

Мужчина, 46 лет, с диагнозом ВИЧ-инфекция, АРВТ принимает с 2020 г. нерегулярно. CD4 — 120 кл./мл. Вирусная нагрузка 101 270 копий/мл. Поступил в экстренном порядке с клинической картиной выраженного болевого синдрома в левых отделах живота. В экстренном порядке после консультации уролога было выполнено УЗИ-исследование почек.

По данным УЗИ — в забрюшинном пространстве слева лоцируется гипоехогенное, неоднородное образование, интимно прилежащее к левой почке, размером ~ 170 × 100 мм, контуры неровные, четкие, при ЦДК с сигналами кровотока. Клетчатка в забрюшинном пространстве инфильтрирована.

Для оценки топического расположения, протяженности и связи с другими органами пациенту была проведена КТ органов брюшной полости и забрюшинного пространства (рис. 3). Был выявлен инфильтрат левой забрюшинной области с наличием жидкостных скоплений (абсцессов) с распространением от поддиафрагмальной области слева до полости малого таза (а, б), с вовлечением в почечной фасции (в), m. iliopsoas, левой почки.

По результатам проведенной компьютерной томографии и ультразвукового исследования было принято ре-

шение о проведении малоинвазивного вмешательства, а именно пункционной биопсии под ПДКТ-навигацией. Выполнена разметка мест пункции паравертебрально на уровне тела L3 позвонка в положении пациента «лежа на животе» для взятия биопсийного материала. По результатам прижизненного патогистологического исследования: диффузная В-крупноклеточная лимфома.

В течение 4 дней проводимой интенсивной терапии, вазопрессорной поддержки гемодинамики все же прогрессировала сердечно-сосудистая недостаточность, которая привела к остановке сердца по типу асистолии.

Обсуждение

Исследования, проведенные отечественными и зарубежными учеными [3, 7, 8], показали, что острая хирургическая патология у ВИЧ-инфицированных больных имеет особенности течения в разные стадии заболевания, особенно на стадии вторичных заболеваний (СПИД). Определяющими в тактике лечения острой хирургической патологии являются точность топической диагностики, объективные данные о характере воспалительного процесса, его протяженности, связи с другими органами, а также выявление недиагностированных клинически других патологий, основным методом выбора при первичном обращении остается МСКТ с внутривенным болюсным контрастированием [2, 4]. При мультисрезовой компьютерной томографии лимфоидные опухоли наиболее точно диагностируются при внутривенном контрастном усилении, поскольку они обычно имеют более интенсивный кровоток по сравнению со здоровыми тканями, что приводит к накоплению контрастного вещества. Это позволяет более четко определить границы опухоли и ее структуру, степень инвазии в окружающие ткани, а также оценить степень поражения лимфатических узлов.

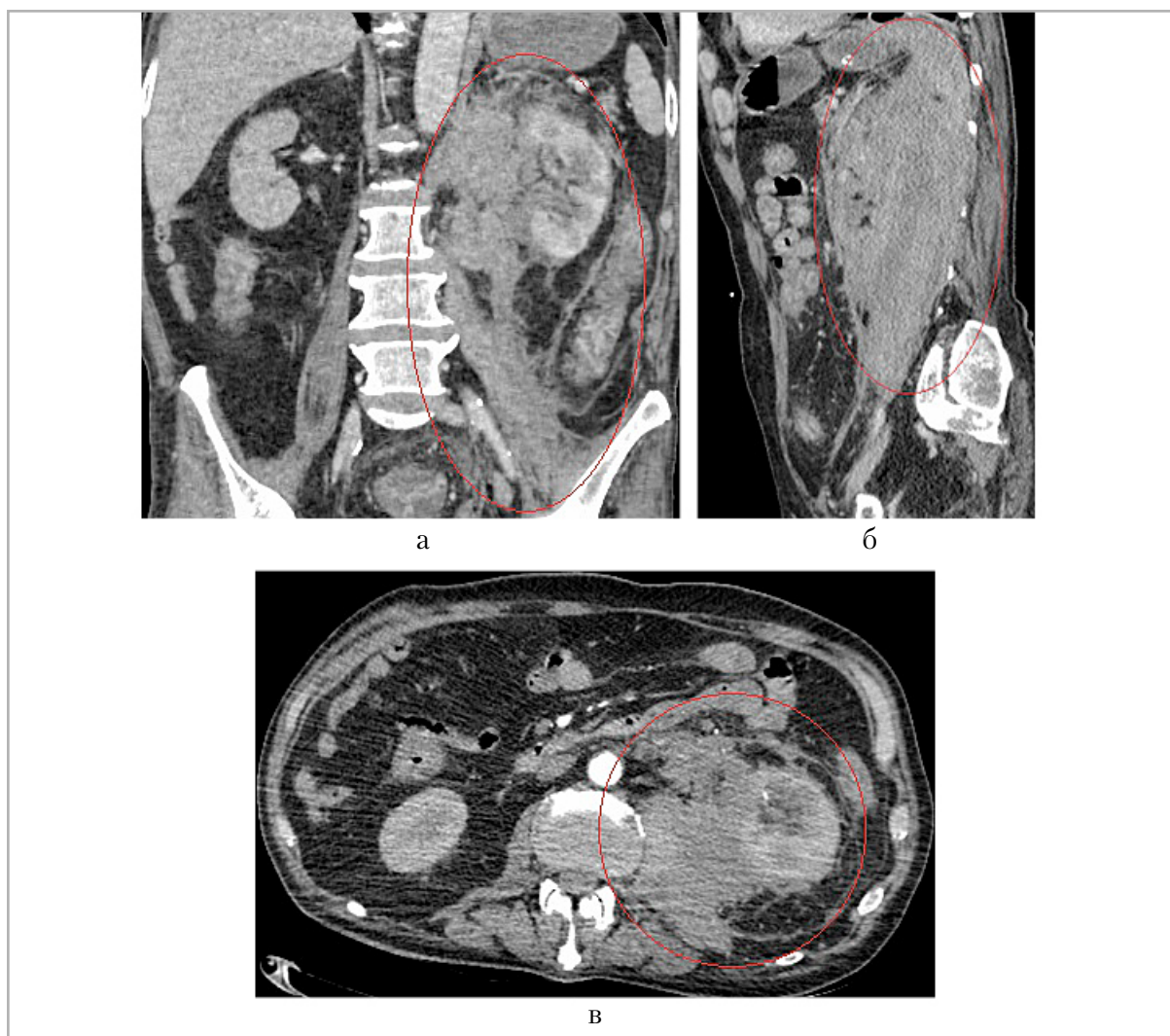


Рис. 3. Компьютерная томография органов брюшной полости с внутривенным болюсным контрастным усилением: *а* — коронарная проекция; *б* — сагиттальная проекция; *в* — аксиальная проекция. Лимфома забрюшинного пространства слева с вовлечением левой почки, почечной фасции, m. Psoas

В первом клиническом наблюдении было продемонстрировано, что на любом этапе течения лимфомы ЖКТ могут осложниться кровотечением, стенозом или перфорацией непосредственно в зоне опухолевого поражения. В большинстве работ, посвященных перфорациям органов ЖКТ при опухолях, рассматриваются два ее основных варианта: в свободную брюшную полость и в соседние анатомические структуры (пенетрация). Формирование перфоративного отверстия обусловлено деструктивно-некротическими процессами в опухоли на фоне гипотрофии ее ткани

[4]. Немаловажную роль в механизме возникновения перфорации отводят тромбозу сосудов, питающих опухоль, что ведет к нарушению кровоснабжения опухоли, ее распаду и инфицированию ишемизированных тканей гнилостной флорой из просвета органа. Перфорация может возникать как при местнораспространенных формах, так и на ранних стадиях опухолевого процесса [7]. Возможно сочетание перфорации с кровотечением и стенозом кишки, как представлено в клиническом наблюдении № 1, что затрудняет первичную диагностику и ухудшает прогноз у таких больных.

Во втором клиническом наблюдении была представлена редкая локализация НХЛ двенадцатиперстной кишки. При этой локализации высока вероятность прорастания опухоли в головку поджелудочной железы и сдавление внепеченочных желчных протоков. Диагностическое лучевое исследование используется для выявления причины желтухи, подтверждения наличия и степени выраженности механической обструкции, точная предоперационная идентификация места и степени основной причины обструктивной желтухи необходима для планирования хирургического или интервенционного лечения. Неинвазивная диагностическая визуализация, согласно последним рекомендациям различных научных сообществ, включает ультразвуковое исследование (УЗИ), компьютерную томографию. Данные исследования эффективны в различной степени и используются для оценки причины и уровня обструкции. В литературе имеется множество статей, подтверждающих эффективность всех этих методов [7, 9].

Важно отметить, что при терминальной стадии ВИЧ-инфекции наиболее частой острой хирургической патологией полагают внеорганные абсцессы с локализацией в забрюшинном пространстве, этиологическим фактором которых могут выступать не только оппортунистическая инфекция, но и ВИЧ-ассоциированная лимфома, как было представлено в третьем клиническом наблюдении. Внеорганные забрюшинные абсцессы протекают значительно тяжелее, у ВИЧ-инфицированных пациентов практически всегда наблюдаются явления сепсиса.

На поздних стадиях ВИЧ-инфекции у больных наблюдается более частое развитие осложнений, требующих проведения релапаротомии. В целом, по результатам исследований разных авторов, выявлена прямая зависимость между уровнем иммунного статуса и

частотой развития послеоперационных осложнений (флегмоны, гангрены, сепсис) [2]; полагают, что высокий риск возникновения послеоперационных осложнений возникает при количестве CD4-лимфоцитов менее 200 кл/мл [3], так как у таких больных нарушаются процессы регенерации. Считается, что на снижение послеоперационных осложнений может повлиять назначение АРВТ, так как в результате лечения количество CD4-лимфоцитов повышается, а ВН значительно снижается [4]. В представленных клинических случаях острая хирургическая патология возникала в результате прогрессирования неходжкинских лимфом, а также присоединения оппортунистической инфекции, в результате это не только стирало общую клиническую картину, приводило к осложнениям хирургической патологии, но и заканчивалась летальным исходом в двух представленных случаях.

Выводы

1. МСКТ является методом выбора у ВИЧ-инфицированных пациентов с острой хирургической патологией, позволяя диагностировать скрыто протекающие ВИЧ-ассоциированные лимфомы, которые нередко являются причиной этих состояний.
2. Проведение мультисрезовой компьютерной томографии требует обязательного внутривенного пофазного контрастного усиления, которое дает исчерпывающую информацию об объеме поражения, степени инвазии в рядом расположенные структуры и вовлечение сосудистого русла.
3. Одними из часто встречаемых ЗНО среди ВИЧ-инфицированных пациентов являются неходжкинские лимфомы, наиболее часто несвоевременно диагностируемые и являющиеся «находкой» при обследовании пациентов с острой хирургической патологией.

4. Стертая клиническая картина при коморбидных состояниях, множественность поражения, несвоевременная диагностика острой патологии являются причиной неадекватного лечения и часто приводят к летальному исходу.
5. Программы оптимальной первичной лучевой диагностики злокачественных лимфом должны иметь персонифицированный характер для ВИЧ-инфицированных пациентов и содержать междисциплинарный подход: врач инфекционист–рентгенолог–онколог–хирург.

Список источников / References

1. Паровичникова Е. Н., Поддубная И. В., Левковский О. В., Варфоломеева С. Р. Агрессивные нефолликулярные лимфомы — диффузная В-клеточная крупноклеточная лимфома, В-клеточная лимфома высокой степени злокачественности с перестройкой генов с-MYC и BCL2/BCL6, первичная медиастинальная В-клеточная лимфома, медиастинальная лимфома серой зоны, лимфома Беркитта, плазмобластная лимфома. Клинические рекомендации Минздрава России. 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru/> (дата обращения: 01.04.2025).
Parovichnikova E. N., Poddubnaya I. V., Levkovskij O. V., Varfolomeeva S. R. Aggressivny'e nefollikulyarny'e limfomy — diffuznaya V-kletochnaya krupnokletochnaya limfoma, V-kletochnaya limfoma vysokoj stepeni zlokachestvennosti s perestrojkoj genov c-MYC i BCL2/BCL6, pervichnaya mediastinal'naya V-kletochnaya limfoma, mediastinal'naya limfoma seroj zony', limfoma Berkitta, plazmoblastnaya limfoma. Klinicheskie rekomendacii Minzdrava Rossii. 2024. <https://cr.minzdrav.gov.ru/> (date of application: 04/01/2025). (In Russ.).
2. Улюкин И. М., Орлова Е. С., Болехан В. Н., Шуклина А. А., Сечин А. А. Хирургическая патология у больных на фоне инфекции, вызванной вирусом иммунодефицита человека // Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. Т. 15, № 2. С. 795–804.
Ulyukin I. M., Orlova E. S., Bolekhan V. N., Shuklina A. A., Sechin A. A. Surgical pathology in patients on the background of infection caused by the human immunodeficiency virus. *Zdorov'e — osnova chelovecheskogo potenciala: problemy i puti ix resheniya*. 2020;15(2): 795-804. (In Russ.).
3. Berhan A., Bayleyegn B., Getaneh Z. HIV/AIDS Associated Lymphoma: Review. *Blood Lymphat Cancer*. 2022;29;12:31-45. <https://doi.org/10.2147/BLCTT.S361320>
4. Cingolani A., Cozzi Lepri A., Teofili L., Galli L., Mazzotta V., Baldin G. M., Hohaus S., Bandera A., Alba L., Galizzi N., Castagna A., D'arminio Monforte A., Antinori A. Survival and predictors of death in people with HIV-associated lymphoma compared to those with a diagnosis of lymphoma in general population. *PLoS One*. 2017;31;12(10):0186549. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186549>
5. World Health Organization. HIV data and statistics [website]. — URL: <https://www.who.int/teams/global-hiv-hepatitis-and-stis-programmes> (дата обращения: 01.04.2025).
6. Wu J., Miao Y., Qian C., Tao P., Wang X., Dong X., Li X., Lou J., Liang J., Xu W., Li J., Min H. Clinical characteristics and outcomes in HIV-associated diffuse large B-cell lymphoma in China: A retrospective single-center study. *J. Cancer*. 2021;12(10):2903-2911. <https://doi.org/10.7150/jca.51027>
7. Hübel K., Bower M., Aurer I., Bastos-Oreiro M., Besson C., Brunnberg U., Cattaneo C., Collins S., Cwynarski K., Dalla Pria A., Hentrich M., Hoffmann C., Kersten M. J., Montoto S., Navarro J. T., Oksenhendler E., Re A., Ribera J.-M., Schommers P., von Tresckow B.,

- Buske C., Dreyling C., Davies A. Human immunodeficiency virus-associated lymphomas: EHA–ESMO Clinical Practice Guideline for diagnosis, treatment and follow-up. *J. Annals of Oncology*. 2024;10(35):840-859.
<https://doi.org/10.1016/j.annonc.2024.06.003>
8. Khwaja J., Burns J. E., Ahmed N., Cwynarski K. HIV-associated lymphoma — advances in clinical management. *Ann Lymphoma*. 2021;5:26.
<https://doi.org/10.21037/aol-21-16>
9. Singh M., Mane V. HIV, Intussusception, and a Hidden Malignancy Masquerading Abdominal Tuberculosis: Diffuse Large B-Cell Lymphoma. *Cureus*. 2025;17(4):83072.
<https://doi.org/10.7759/cureus.83072>

Сведения об авторах / Information about the authors

Климова Наталья Валерьевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой многопрофильной клинической подготовки Медицинского института ФГБОУ ВО «Сургутский государственный университет», заведующая рентгенологическим отделением БУ «Сургутская окружная клиническая больница», Сургут, Россия.

Вклад автора: создание концепции научного направления, утверждение окончательного варианта публикации — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант, готова подтвердить, что вопросы, относящиеся к достоверности и цельности любой части исследования, должным образом изучены и решены.

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

Author's contribution: creation of the concept of the scientific direction, 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, I am ready to confirm that issues related to the reliability and integrity of any part of the study have been properly studied and resolved.

Рамзина Анастасия Олеговна, врач-рентгенолог рентгенологического отделения Сургутской окружной клинической больницы, Сургут, Россия.

Вклад автора: поиск публикаций по теме, анализ литературы, написание текста, работа с различными изображениями и подписями, экспертная оценка обзора литературы, определение основной направленности обзора, систематизация и финальное редактирование обзора, утверждение окончательного варианта публикации — принятие ответственности за все аспекты работы, целостность всех частей статьи и ее окончательный вариант.

Ramzina Anastasiya Olegovna, Radiologist, Radiology Department, Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia.

Author's contribution: searching for publications on the topic, analyzing the literature, writing the text, working with various images and captions, peer review of the literature review, determining the main focus of the review, systematization and final editing of the review, 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 30.04.2025;
одобрена после рецензирования 07.08.2025;
принята к публикации 07.08.2025.

The article was submitted 30.04.2025;
approved after reviewing 07.08.2025;
accepted for publication 07.08.2025.

Уважаемые коллеги!

Перед вами статья, к которой я, как главный редактор, хотел написать предисловие.

Эта статья проходила много раз рецензирование, и голоса экспертов разделились в равном количестве. Статью рецензировали не просто эксперты, а ведущие специалисты нашей страны. И все же мы решили ее опубликовать. Бывает разное мнение научных школ, и авторы зачастую находятся в затруднительном положении. Публикуем и будем рады любой конструктивной дискуссии и/или замечаниям.

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



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.727.2

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

МРТ 1,5 Тл с высоким разрешением в диагностике скрытых и явных повреждений структур области блока сухожилия длинной головки бицепса

Александр Петрович Иванков¹, Павел Владимирович Селиверстов²

^{1,2} ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1» Минздрава России, Иркутск, Россия

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

¹ <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

Автор, ответственный за переписку: Александр Петрович Иванков,
ivankovar16@gmail.com

Аннотация

Цель исследования. Определить информативность нативной высокоразрешающей МРТ плечевого сустава с использованием опции глубокого машинного обучения (Reson

© Иванков А. П., Селиверстов П. В., 2025

DL) в диагностике различных вариантов повреждений мягкотканых структур блока сухожилия длинной головки бицепса.

Материалы и методы. Проведено исследование 39 пациентов, страдающих дегенеративными и травматическими повреждениями мягких тканей в области блока сухожилия длинной головки бицепса. Всем пациентам была проведена МРТ плечевого сустава (Signa Artist 1,5 Тл) с тонкими срезами (2,0 мм) и матрицей 288×384 в трех плоскостях — аксиальной, косых коронарной и сагиттальной. Вычислены показатели информативности метода МРТ для различных вариантов повреждений структур блока сухожилия длинной головки бицепса.

Результаты. Выявлено 67,6 % случаев медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса на уровне его блока, 20,6 % случаев внутрисуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса и 5,9 % случаев внесуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса. Два случая (5,9 %) незначительного медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса на МРТ не было выявлено. Ни в одном случае на нативной МРТ не обнаружен разрыв верхней плече-лопаточной связки. Показатели чувствительности и специфичности метода МРТ следующие: при медиальном подвывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность — 92,0 %, специфичность — 77,8 %, при внутрисуставном вывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность — 100,0 %, при внесуставном вывихе сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность — 100,0 %.

В 84,0 % случаев отмечено незначительное медиальное смещение сухожилия длинной головки бицепса, в 16,0 % случаев — умеренное медиальное смещение сухожилия бицепса.

Дегенеративные изменения сухожилия длинной головки бицепса диагностированы в 100,0 % случаев, дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы в 67,6 %, разрыв сухожилия подлопаточной мышцы в 26,5 % случаев. В 5,9 % случаев дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы на МРТ не была распознана.

Выводы. Метод нативной МРТ с использованием опции глубокого машинного обучения (Reson DL) обладает высокими показателями информативности при явных медиальных подвывихах и вывихах сухожилия длинной головки бицепса в зоне его блока, но не всегда позволяет достоверно выявлять более тонкие скрытые и мелкие повреждения сопровождающих сухожилие бицепса связок в области его блока.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, сухожилие длинной головки бицепса, плечевой сустав, блок сухожилия бицепса

Для цитирования: Иванков А. П., Селиверстов П. В. МРТ 1,5 Тл с высоким разрешением в диагностике скрытых и явных повреждений структур области блока сухожилия длинной головки бицепса // Радиология — практика. 2025;6:54-67. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

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.

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 article

High Resolution MRI 1.5 Tesla in Diagnostics of Hidden and Obvious Injuries of the Long Head Biceps Tendon Pulley

Aleksandr P. Ivankov¹, Pavel V. Seliverstov²

^{1,2} Regional State Institution of Healthcare «Irkutsk City Clinical Hospital No. 1», Irkutsk, Russia

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

¹ <https://orcid.org/0000-0002-2383-6359>

² <https://orcid.org/0000-0002-4050-9157>

Corresponding author: Aleksandr P. Ivankov, ivankovap16@gmail.com

Abstract

Aim. To determine the informativeness of native high resolution MRI of the shoulder joint with use Recon DL option in the diagnostics of various variants of hidden soft tissues injuries of the biceps tendon pulley structures.

Materials and methods. A study of 39 patients suffering from degenerative and traumatic injuries of the biceps tendon pulley structures was conducted. All patients underwent MRI of the shoulder joint (Signa Artist 1.5 T) with thin slices (2.0 mm) and a 288 × 384 matrix, in three planes — axial, oblique coronal and sagittal. The informativeness of the MRI method for various variants of injuries of the biceps tendon pulley structures were calculated.

Results. The cases of medial subluxation of the long head biceps tendon at the level of its pulley were revealed in 67.6 % of cases, 20.6 % intra-articular dislocation of the long head biceps tendon and 5.9 % of cases of extra-articular dislocation of the long head biceps tendon. Two cases (5.9 %) of minor medial subluxation of the long head biceps tendon were not revealed by MRI. There was not a single case of superior glenohumeral ligament rupture detected on native MRI.

The sensitivity and specificity indices of the MRI method are: for medial subluxation biceps tendon the sensitivity is 92.0 %, specificity is 77.8 %, for intra-articular dislocation biceps tendon the sensitivity and specificity are 100.0 %, for extra-articular dislocation of the biceps tendon the sensitivity and specificity are 100.0 %.

In 84.0 % of cases, a slight medial displacement of the long head biceps tendon was noted, in 16.0 % of cases — moderate medial displacement of the biceps tendon. Degenerative changes in the long head biceps tendon were diagnosed in 100.0 %, degeneration of the subscapularis tendon in 67.6 %, rupture of the subscapularis tendon in 26.5 % of cases. In 5.9 % of cases degeneration of the subscapularis tendon was not recognized on MRI.

Conclusions. The method of native MRI with use Recon DL option has very high information content only in the cases of obvious medial subluxations and dislocations of the long head biceps tendon pulley, but does not always allow for the reliable detection of more subtle hidden and minor injuries of the ligaments accompanying the biceps tendon pulley.

Keywords: Magnetic Resonance Imaging, Long Head Biceps Tendon, Shoulder Joint, Biceps Tendon Pulley

For citation: Ivankov A. P., Seliverstov P. V. High-resolution MRI 1.5 Tesla in Diagnostics of Hidden and Obvious Injuries of the Long Head Biceps Tendon Pulley. *Radiology – Practice*. 2025;6:54-67. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-54-67>

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

Болевой синдром в области плечевого сустава является довольно частой медицинской проблемой, встречающейся как у мужчин, так и у женщин трудоспособного возраста [1, 4, 9, 18]. Один из вариантов болевого синдрома в плечевом суставе связан с повреждениями мягких тканей в зоне перехода сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в область интервала вращателей и полость сустава — так называемой петле (блоке) бицепса [8, 10, 14].

Зона перехода изгибающегося сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в область интервала вращателей, именуемая блоком бицепса, состоит из нескольких поддерживающих бицепс небольших анатомических образований, включающих сухожилие длинной головки бицепса, клювовидно-плечевую и верхнюю плече-лопаточную связки, прикрепляющиеся к малому бугорку плечевой кости конечные волокна сухожилия подлопаточной мышцы, верхний край поперечной связки [8, 11, 16, 17, 19].

Блок сухожилия длинной головки бицепса — очень уязвимая область для повреждения, как дегенеративного, так и травматического. Кроме того, малые размеры мягкотканых структур блока сухожилия длинной головки бицепса создают предпосылки для едва видимого (скрытого) повреждения, которое часто упускается из виду, особенно на фоне «диагностически явного» повреждения других основных структур плечевого сустава, чаще сухожилия надостной мышцы [9, 14, 16].

Истинная доля скрытых и явных повреждений мягких тканей блока сухожилия длинной головки бицепса неизвестна, но, по данным разных авторов, на совместное повреждение структур блока бицепса и сухожилия надостной мышцы приходится 31–56 % от всех повреждений плечевого сустава [1, 7].

По данным некоторых авторов, распространенность повреждений зоны блока сухожилия длинной головки бицепса (по результатам артроскопических вмешательств) по всему миру составляет более 7 % [15].

Клинически повреждения структур блока сухожилия длинной голов-

ки бицепса (как дегенеративные, так и травматические) относятся к так называемой передней нестабильности плечевого сустава. Особенности анатомии данных структур заключаются в обильной их иннервации, что определяет выраженность болевого синдрома и, следовательно, высокую частоту обращений пациентов за помощью, даже при незначительной степени повреждения [1, 3].

Зона перехода сухожилия длинной головки бицепса из межбугорковой борозды в полость плечевого сустава и область интервала вращателей, известная как блок бицепса (англ. — *biceps pulley*), как и «манжета вращателей», являются функциональным и клиническим понятиями, ведь с анатомической точки зрения такого термина не существует [19].

На МР-томограммах структуры блока сухожилия длинной головки бицепса имеют общий вид, подобный «шкиву», и представлены входящими в межбугорковую борозду тонкими тяжами клювовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной связок (на нативной МРТ отчетливо видны не всегда и часто сливаются между собой), терминальными волокнами сухожилия подлопаточной мышцы (рис. 1) [2, 5].

К основным методам инструментальной диагностики повреждений структур блока сухожилия длинной головки бицепса относятся методы УЗИ и МРТ. Однако МРТ позволяет более точно диагностировать как явные, так и скрытые повреждения мягкотканых структур блока бицепса [8, 16, 20].

МР-диагностика дегенеративных и травматических изменений тканей блока сухожилия бицепса значительно затруднена в связи с малыми их размерами и сложностью анатомии, особенно если речь идет о тонких плоских клювовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной связках [6].

Из всей совокупности повреждений в области блока сухожилия длинной головки бицепса в практике рентгенолога на МРТ чаще всего встречается вариант в виде медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса с отслаивающимися дегенеративно измененными или поврежденными конечными волокнами прилежащего к бицепсу сухожилия подлопаточной мышцы (рис. 2) [19].

Следует отметить, что тонкие и почти плоские клювовидно-плечевая и верхняя плече-лопаточная связки в области

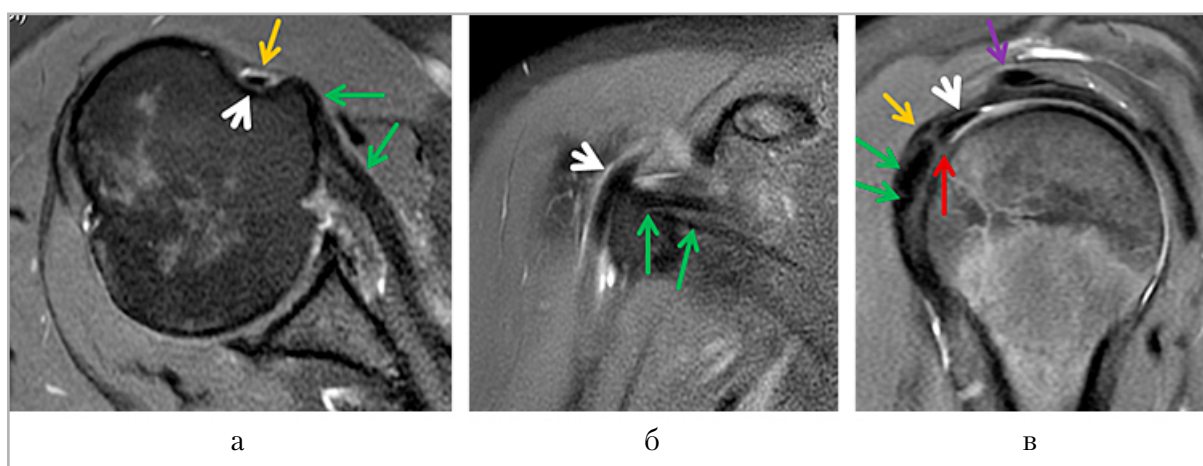


Рис. 1. МР-анатомия области блока сухожилия длинной головки бицепса, *а* — режим PD-FS-ВИ аксиально; *б* — режим PD-FS-ВИ косокоронально; *в* — режим PD-FS-ВИ кососагитально. *Головка белой стрелки* — сухожилие длинной головки бицепса, *зеленая стрелка* — сухожилие подлопаточной мышцы, *фиолетовая стрелка* — сухожилие надостной мышцы, *желтая стрелка* — клювовидно-плечевая связка, *красная стрелка* — верхняя плече-лопаточная связка (частично сливается с сухожилием длинной головки бицепса)

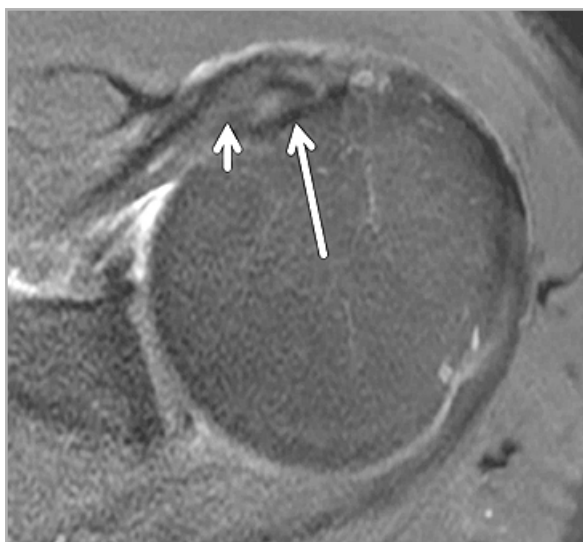


Рис. 2. МРТ, режим PD-FS-VI аксиально, МР-картина медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (*длинная стрелка*) с дегенеративным повреждением волокон прилежащего сухожилия подлопаточной мышцы (*короткая стрелка*)

блока бицепса истончаются и даже на высокоразрешающих МР-томограммах часто практически не видны, т. к. сливаются с окружающими мягкотканными структурами, а также между собой. В данном случае внимание рентгенолога должно быть сосредоточено на положении сухожилия длинной головки бицепса на аксиальных МР-томограммах (в зоне выхода из межбугорковой борозды) и на состоянии сухожилия подлопаточной мышцы, что является «ключом» к выявлению скрытых повреждений структур блока бицепса [12, 19].

Оценка скрытых и явных повреждений структур в зоне блока сухожилия длинной головки бицепса проводится посредством разных классификаций (обычно артроскопических), но чаще в литературе упоминаются классификации Беннетта (Bennett) и Хабермейера (Habermeyer), более развернутая, на наш взгляд, последняя — рис. 3 [14, 15, 19].

До настоящего времени в литературных источниках РФ нами не найдено ни одного исследования, посвя-

щенного изучению МРТ при патологии мягкотканых структур области блока бицепса.

Целью нашего исследования явилось изучение эффективности высокоразрешающей нативной МРТ с опцией глубокого машинного обучения (Reson DL) при скрытых и явных повреждениях структур области блока сухожилия длинной головки бицепса.

Материалы и методы

Проведено исследование 39 пациентов в возрасте от 28 до 79 лет (медиана 60 лет), 20 мужчин и 19 женщин, страдающих дегенеративными и травматическими повреждениями мягкотканых структур в области блока сухожилия длинной головки бицепса.

Критериями включения пациентов в исследование стали: клиническая симптоматика передней нестабильности плечевого сустава и МР-признаки патологии мягкотканых структур области блока бицепса.

Критерии исключения: пациенты, не прошедшие полностью все этапы исследования; пациенты, отказавшиеся участвовать в исследовании; больные с другой патологией структур плечевого сустава.

У 5 больных интраоперационно достоверно патологии структур области блока бицепса обнаружено не было, и данные пациенты не были включены в исследование. Таким образом, только 34 пациентам (17 мужчин и 17 женщин) интраоперационно были верифицированы патологические изменения структур блока бицепса — данная группа пациентов и была включена в окончательное исследование.

После клинического осмотра 100,0 % пациентов было проведено нативное высокоразрешающее МРТ-исследование плечевого сустава (Signa Artist 1,5 Тл, GE) с использованием мягкой 16-канальной катушки для суставов и применением опции глубокого машинного обу-

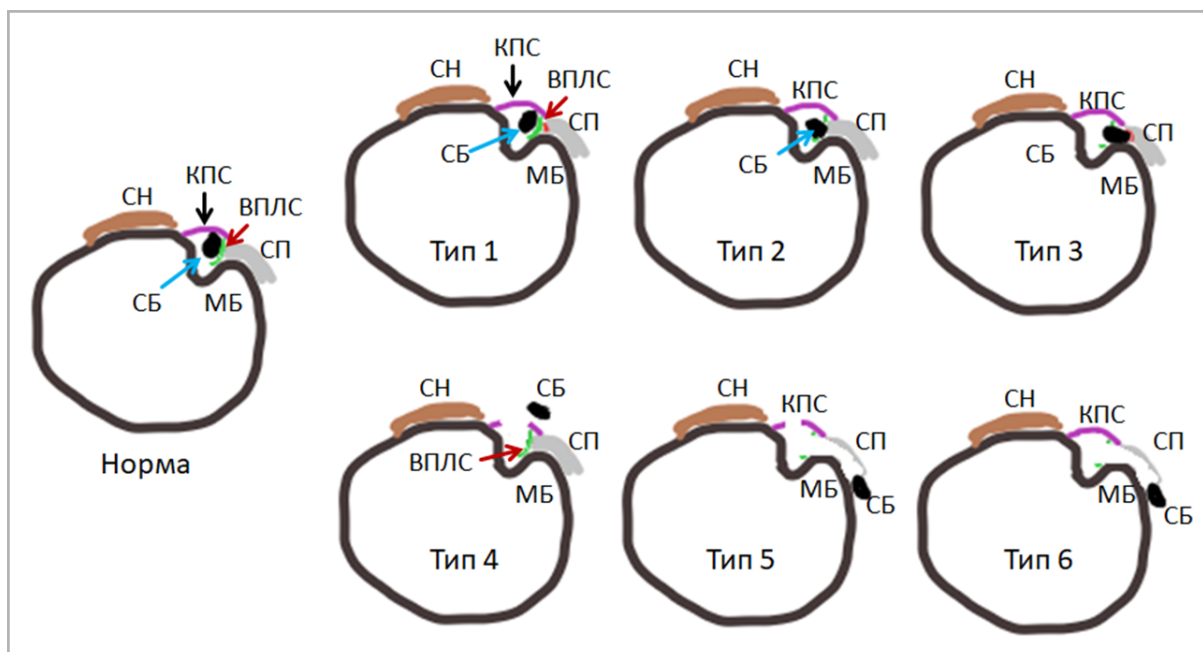


Рис. 3. Аксиальная схема 6 основных вариантов повреждений мягких тканей в области блока сухожилия длинной головки бицепса (по Хабермейеру). СБ — сухожилие бицепса (длинная головка); МБ — малый бугорок; СП — сухожилие подлопаточной мышцы; СН — сухожилие надостной мышцы; КПС — клювовидно-плечевая связка (сливается с волокнами поперечной связки); ВПЛС — верхняя плече-лопаточная связка

чения на основе сверточной нейросети для более качественной реконструкции изображений (Recon DL GE). МР-исследование проводилось в положении лежа на спине при соблюдении нейтрального положения кисти пациента (ребро ладони перпендикулярно столу томографа).

Параметры сканирования: 2 сбора данных, поле обзора 140 мм, основной режим 2D-PD-FS-БИ_TSE (TR-3000, TE-40) с толщиной среза 2,0 мм (шаг 0,0 мм) и матрицей 288 × 384, дополнительные режимы — T1-БИ_TSE (TR-500, TE-12) с толщиной среза 3,0 мм (шаг 0,3 мм), матрицей 256 × 384, T2-БИ_TSE (TR-3000, TE-90) с толщиной среза 3,0 мм (шаг 0,0 мм), матрицей 256 × 384. Основной режим 2D-PD-FS-БИ (PD-БИ с жироподавлением) был проведен в трех плоскостях — аксиальной, косых коронарной и сагиттальной, режим T1-БИ в аксиальной плоскости, режим T2-БИ в косой коронарной плоскости.

Главными для выявления скрытой и явной патологии мягкотканых структур области блока бицепса считали аксиальные 2D-PD-FS-БИ_TSE с толщиной среза 2,0 мм, дополнительными — сагиттальные PD-FS-БИ_TSE 2,0 мм.

У всех пациентов на аксиальных PD-FS-БИ_2,0 мм отмечали величину медиального смещения сухожилия длинной головки бицепса (от минимального в 1–2 мм и до полного вывиха). Измерение проводили от верхнемедиального края межбугорковой борозды до медиального края смещенного сухожилия бицепса. Также определяли наличие скрытых повреждений сухожилия подлопаточной мышцы и связочных структур в зоне блока бицепса.

Пациентам в соответствии с требованиями CONSORT вычисляли диагностическую эффективность MPT (с включенной опцией Recon DL) при патологии мягких тканей области блока сухожилия длинной головки бицепса с определением чувствительности и спе-

цифичности метода по стандартным формулам. Осуществлялся подсчет информативности МРТ при каждом отдельном типе повреждений (пользовались выборкой для малых групп).

Результаты и их обсуждение

По данным нативной высокоразрешающей МРТ (согласно классификации Хабермейера) достоверно было выявлено 23 случая медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (3-й тип повреждения) — 67,6 %, 7 случаев внутрисуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса (5-й и 6-й типы) — 20,6 % и 2 случая внесуставного вывиха сухожилия длинной головки бицепса (4-й тип) — 5,9 %.

Два случая минимального (на 1–2 мм) медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса (5,9 %) (3-й тип повреждения) оказались скрытыми (на МРТ отчетливо не определялись) и были обнаружены только интраоперационно. Чувствительность МРТ при 3-м типе повреждения составила 92,0 %, специфичность — 77,8 %.

У 25 пациентов (73,5 %) скрытое повреждение верхней плече-лопаточной связки в области блока бицепса (2-й тип

повреждения) ввиду малых размеров связки и собственно зоны ее повреждения на нативных МР-томограммах даже с высоким разрешением (288×384 , пиксел $0,4 \times 0,3$ мм) и тонкими срезами (2,0 мм) не было достоверно распознано (выявлено интраоперационно).

По данным МРТ в 7 случаях (20,6 %) удавалось обнаружить сопутствующее повреждение латеральной порции клювовидно-плечевой связки (при 3–5-м типах повреждений) — чувствительность составила 38,9 %, специфичность — 26,4 %.

У 23 пациентов (67,6 %) на МРТ диагностирована краевая дегенерация (разволокнение) ткани сухожилия подлопаточной мышцы, у 9 больных (26,5 %) — явный дефект (повреждение) волокон сухожилия подлопаточной мышцы (1-й тип повреждения), в двух случаях (5,9 %) краевая дегенерация сухожилия подлопаточной мышцы на МРТ не была распознана (обнаружена интраоперационно). Чувствительность МРТ при 1-м типе повреждения составила 94,1 %, специфичность — 77,8 %.

При каждом вышеперечисленном типе повреждений были определены показатели чувствительности и специфичности метода МРТ (табл.).

Эффективность МРТ при повреждениях структур области блока бицепса

Повреждения в зоне блока бицепса	Мед. подвывих СБ (тип 3)	Поврежд. сухожилия подлопат. мышцы (тип 1)	Скрытые повреждения связок* (типы 2–6)	Внутрисуставной вывих СБ (типы 5 и 6)	Внесуставной вывих СБ (тип 4)
Чувствит., %	92,0	94,1	38,9	100,0	100,0
Специфич., %	77,8	77,8	26,4	100,0	100,0

Примечание. Чувствит. — чувствительность; специфич. — специфичность; мед. — медиальный; поврежд. — повреждение; подлопат. — подлопаточной; СБ — сухожилие бицепса (длинная головка); * — верхней плече-лопаточной и клювовидно-плечевой связок.

Третий тип повреждения (по Хабермейеру), как наиболее часто диагностированный нами, следует описать более подробно.

Из 25 пациентов с выявленным на МРТ медиальным подвывихом сухожилия длинной головки бицепса в области его блока у 21 из них (84,0 %) встречалось незначительное медиальное смещение сухожилия длинной головки бицепса на 2–4 мм от медиального края межбугорковой борозды (при измерении на одном из срезов аксиального режима PD-FS-ВИ_2,0 мм), в 4 случаях (16,0 %) было обнаружено медиальное смещение сухожилия бицепса более 4–5 мм (рис. 4).

Однако даже варианты слабовыраженного медиального смещения (от 2,0 мм) сухожилия длинной головки бицепса на высокоразрешающих аксиальных МР-томограммах визуализировались отчетливо.

Следует добавить, что при 3-м типе повреждения практически во всех случаях происходит повреждение терминального отдела тонкой верхней плече-лопаточной связки (2-й тип) в зоне блока бицепса, что было подтверждено в нашем исследовании.

По данным проведенной нами работы 2-й тип повреждений (разрыв только верхней плече-лопаточной связки) на МРТ вообще не был диагностирован изолированно от других типов (1, 3, 5, 6), но выявлялся интраоперационно у всех пациентов с медиальным подвывихом сухожилия бицепса.

Нужно понимать, что на практике все вышеперечисленные типы повреждений (1–6) очень часто сочетаются, что усложняет достоверное определение эффективности МРТ при каждом отдельном типе.

Помимо вышеперечисленных повреждений, у 100,0 % больных по данным МРТ также были диагностированы сопутствующие линейные и диффузные дегенеративные изменения внутрисуставного сегмента сухожилия длинной головки бицепса (рис. 5).

Общеизвестно, что на стандартных 1,5 Тл томографах при выполнении 2D МР-томограмм высокого разрешения с тонкими срезами в 2,0 мм падает соотношение сигнал/шум (на 20–30 %) и качество изображений значительно снижается — томограммы становятся «зернистыми» и непригодными для полноцен-

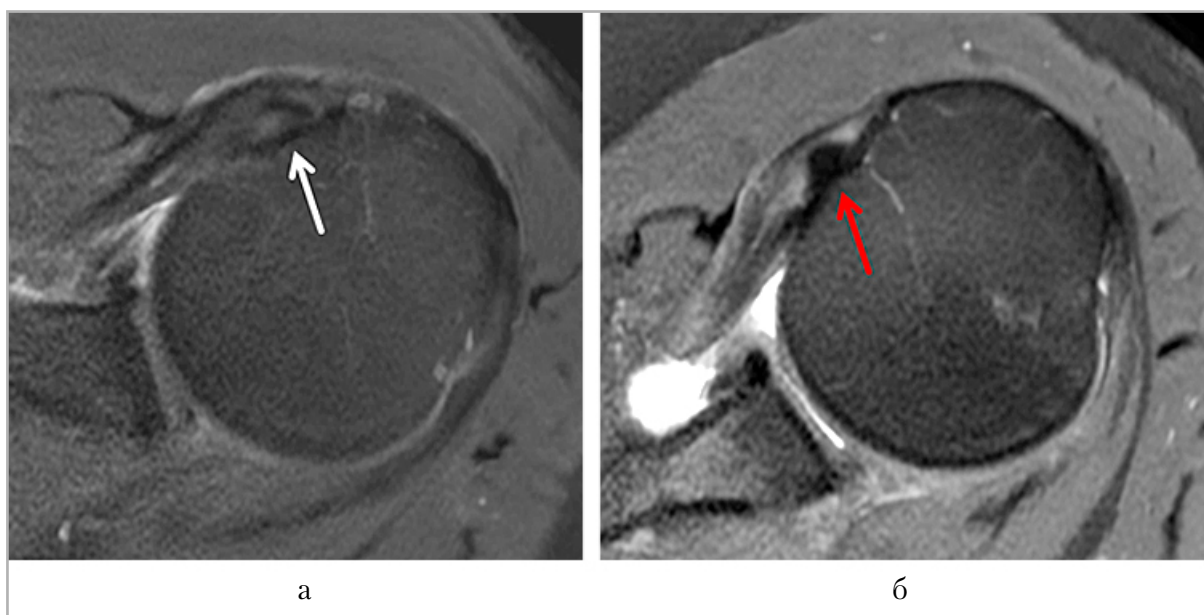


Рис. 4. МРТ (PD-FS-ВИ аксиально). Варианты медиального подвывиха сухожилия длинной головки бицепса: *а* — подвывих на 2–4 мм (белая стрелка); *б* — подвывих более чем на 4–5 мм (красная стрелка)

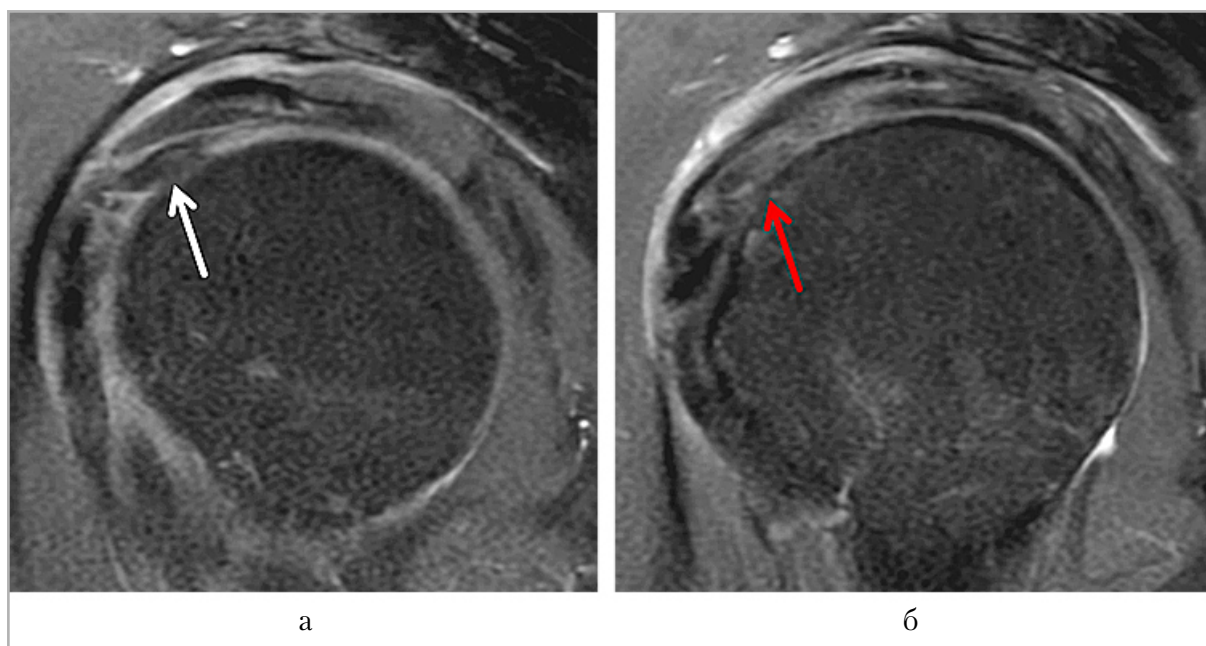


Рис. 5. МРТ, PD-FS-ВИ сагиттально. Варианты дегенеративных изменений сухожилия длинной головки бицепса: *а* — линейная дегенерация сухожилия (белая стрелка); *б* — диффузная дегенерация (красная стрелка)

ной и качественной детализации патологии мелких мягкотканых структур.

Использованная нами на МРТ 1,5 Тл опция глубокого машинного обучения (Reson DL) позволяла достичь более качественной визуализации мягких тканей области блока бицепса при толщине среза 2,0 мм, малом поле обзора 14 см и матрице сканирования 288×384 (пиксел $0,4 \times 0,3$ мм) с сохранением оптимального соотношения сигнал/шум, что практически недостижимо на стандартных 1,5 Тл МР-томограммах при аналогичных параметрах сканирования.

Выводы

Метод нативной высокоразрешающей МРТ обладает следующими показателями информативности при исследованной патологии мягких тканей в зоне блока бицепса: при медиальных подвывихах сухожилия длинной головки бицепса чувствительность — 92,0 %, специфичность — 77,8 %; при вывихах сухожилия длинной головки бицепса чувствительность и специфичность МРТ по 100,0 %; при повреждении свя-

зок (ключовидно-плечевой и верхней плече-лопаточной) — чувствительность МРТ — 38,9 %, специфичность — 26,4 %.

Заключение

Нативная высокоразрешающая МРТ с опцией глубокого машинного обучения (Reson DL) обладает высокими показателями информативности при медиальных подвывихах и вывихах сухожилия длинной головки бицепса в зоне его блока, но не позволяет достоверно выявлять более тонкие скрытые и мелкие повреждения сопровождающих сухожилие бицепса связок в области его блока.

Список источников

1. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р., Леонард С. В. Нестабильность сухожилия длинной головки бицепса // Медицинский журнал. 2018. № 3 (65). С. 64–73.
2. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р. Повреждения ротаторно-бицепсального комплекса при хронической посттравматической нестабильности плечевого сустава // Кафедра травматологии

- и ортопедии. 2018. № 4 (34). С. 51–58.
<https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.4.51-58>
3. Даниленко О. А., Макаревич Е. Р., Линник С. А. Хирургическое лечение нестабильности сухожилия длинной головки бицепса // Профилактическая и клиническая медицина. 2019. № 3 (72). С. 73–78.
4. Крылюк Н. П., Колокольникова А. Е. Диагностические возможности МРТ при повреждении сухожилия длинной головки бицепса // Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2017. Т. 7, № 5. С. 709.
5. Страфун С. С., Сергиенко Р. О., Негря Н. М. Роль нестабильности сухожилия длинной головки бицепса в развитии ротаторной артропатии плечевого сустава // Травма. 2020. Т. 21, № 1. С. 1608–1706.
<https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.21.2020.197792>
6. Almeida G. G., Graf N., Wildermuth S., Fischer T., Waelti S., Jaxsens M., Leschka S., Dietrich T. J. Diagnostic Performance of Long Head of Biceps Tendon Tears on MRI: Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2024; 34(7):4309-4320.
<https://doi.org/10.1007/s00330-023-10521-6>
7. Canavan K., Zai Q., Bruni D., Alexander J., Nijhuis K. D. O., Ring D. Long Head of Biceps Tendinopathy Is Associated With Age and Cuff Tendinopathy on MRI Obtained for Evaluation of Shoulder Pain. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2025;483(5): 869-877.
<https://doi.org/10.1097/CORR.00000000000003342>
8. Chae S. H., Jung T. W., Lee S. H., Kim M. J., Park S. M., Jung J. Y., Yoo J. C. Hidden Long Head of the Biceps Tendon Instability and Concealed Intratendinous Subscapularis Tears. *Orthop. J. Sports Med.* 2020;8(1):2325967119898123.
<https://doi.org/10.1177/2325967119898123>
9. Diplock B., Hing W., Marks D. The Long Head of Biceps at the Shoulder: a Scoping Review. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2023;24(1):232.
<https://doi.org/10.1186/s12891-023-06346-5>
10. Duman N., Özer M. Radiological and Clinical Evaluation of Long Head of Biceps Tendon Function in the Glenohumeral Joint. *J. Dis. Relat. Surg.* 2023;34(1):98-107.
<https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.838>
11. Feger J., Walizai T. Long Head of Biceps Tendon. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/long-head-of-biceps-tendon.rID:95439>
<https://doi.org/10.53347/rID-95439>
12. Feuerriegel G. C., Lenhart N. S., Leonhardt Y., Gassert F. T., Biberthaler P., Siebenlist S., Kirchhoff C., Makowski M. R., Woertler K., Gersing A. S., Neumann J., Wurm M. Assessment of Acute Lesions of the Biceps Pulley in Patients with Traumatic Shoulder Dislocation Using MR Imaging. *Diagnostics (Basel).* 2022;12(10):2345.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics12102345>
13. Fischetti M., Romano A. M., Albano D., Di Salvatore M. G., Sconfienza L. M., Zappia M. Imaging of Anatomical Variants of the Long Head Biceps Tendon. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2023;27(2):153-162.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-1761210>
14. Macori F., Baba Y. Biceps Pulley Injury. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/biceps-pulley-injury?lang=us>.
<https://doi.org/10.53347/rID-41682>
15. Martetschläger F., Zampeli F., Tauber M., Habermeyer P. Lesions of the Biceps Pulley: a Prospective Study and Classification Update. *JSES Int.* 2020;4(2):318-323.
<https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.02.011>

16. McKean D., Teh J. Imaging of the Long Head of Biceps Tendon and Rotator Interval. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2022;26(5):566-576.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-1758850>
17. Nada M. G., Almalki Y. E., Basha M. A., Libda Y. I., Zaitoun M. M., Abdalla A. A., Almolla R. M., Hassan H. A., Dawoud T. M., Eissa A. H., Alduraibi S. K., Eldib D. B., Ziada Y. M. A. A. Biceps Pulley Lesions: Diagnostic Accuracy of Nonarthrographic Shoulder MRI and the Value of Various Diagnostic Signs. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2024;59(4):1299-1311.
<https://doi.org/10.1002/jmri.29004>
18. Savarese E., Aicale R., Torsiello E., Bernardini G., Maffulli N. Long Head of Biceps Tendon Augmentation for Massive Rotator Cuff Tears Improves Clinical Results Regardless of the Number of Tendons Involved. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2024;32(7):1843-1853.
<https://doi.org/10.1002/ksa.12184>
19. Stadnick M. Pathology of the Long Head of the Biceps Tendon. 2014. Text: electronic. Transformational platform [Radsourc.org.].
URL: <https://radsourc.us/pathology-of-the-long-head-of-the-biceps-tendon/>
20. Zappia M., Ascione F., Di Pietto F., Fischetti M., Romano A. M., Castagna A., Brunese L. Long Head Biceps Tendon Instability: Diagnostic Performance of Known and New MRI Diagnostic Signs. *Skeletal Radiol.* 2021;50(9):1863-1871.
<https://doi.org/10.1007/s00256-021-03710-1>
3. Danilenko O. A., Makarevich E. R., Linnik S.A. Surgical Treatment of Long Head of the Biceps Tendon Instability. *Preventive and clinical medicine.* 2019;3(72):73-78. (In Russ.).
4. Krylyuk N. P., Kolokolnikova A. E. Diagnostic Capabilities of MRI for Damage to the Tendon of the Long Head of the Biceps. *Bulletin of medical Internet conferences.* 2017;5(7):709. (In Russ.).
5. Strafun S. S., Sergienko R. A., Negrya N. M. The Role of the Biceps Tendon Instability in the Development of Rotator Cuff Arthropathy of the Shoulder Joint. *Trauma.* 2020;21(1):1608-1706. (In Ukr.).
<https://doi.org/10.22141/1608-1706.1.21.2020.197792>
6. Almeida G. G., Graf N., Wildermuth S., Fischer T., Waelti S., Jacxsens M., Leschka S., Dietrich T. J. Diagnostic Performance of Long Head of Biceps Tendon Tears on MRI: Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Radiol.* 2024;34(7):4309-4320.
<https://doi.org/10.1007/s00330-023-10521-6>
7. Canavan K., Zai Q., Bruni D., Alexander J., Nijhuis K. D. O., Ring D. Long Head of Biceps Tendinopathy Is Associated With Age and Cuff Tendinopathy on MRI Obtained for Evaluation of Shoulder Pain. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2025;483(5):869-877.
<https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000003342>
8. Chae S. H., Jung T. W., Lee S. H., Kim M. J., Park S. M., Jung J. Y., Yoo J. C. Hidden Long Head of the Biceps Tendon Instability and Concealed Intratendinous Subscapularis Tears. *Orthop. J. Sports Med.* 2020;8(1):2325967119898123.
<https://doi.org/10.1177/2325967119898123>
9. Diplock B., Hing W., Marks D. The Long Head of Biceps at the Shoulder: a Scoping Review. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2023; 24(1):232.
<https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.4.51-58>

References

1. Danilenko O. A., Makarevich E. R., Leonard S. V. Instability of the Tendon of the Long Head of the Biceps. *Medical J.* 2018;3(65):64-73. (In Russ.).
2. Danilenko O. A., Makarevich E. R. Damages of the Rotator and Wicket Complex in Chronic Post-traumatic of the Shoulder. *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2018;4(34):51-58. (In Russ.).

- <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06346-5>
10. Duman N., Özer M. Radiological and Clinical Evaluation of Long Head of Biceps Tendon Function in the Glenohumeral Joint. *J. Dis. Relat. Surg.* 2023;34(1): 98-107.
<https://doi.org/10.52312/jdrs.2023.838>
 11. Feger J., Walizai T. Long Head of Biceps Tendon. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org.].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/long-head-of-biceps-tendon.rID:95439>
<https://doi.org/10.53347/rID-95439>
 12. Feuerriegel G. C., Lenhart N. S., Leonhardt Y., Gassert F. T., Biberthaler P., Siebenlist S., Kirchhoff C., Makowski M. R., Woertler K., Gersing A.S., Neumann J., Wurm M. Assessment of Acute Lesions of the Biceps Pulley in Patients with Traumatic Shoulder Dislocation Using MR Imaging. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12(10):2345.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics12102345>
 13. Fischetti M., Romano A. M., Albano D., Di Salvatore M. G., Sconfienza L. M., Zappia M. Imaging of Anatomical Variants of the Long Head Biceps Tendon. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2023;27(2):153-162.
<https://doi.org/10.1055/s-0043-1761210>
 14. Macori F., Baba Y. Biceps Pulley Injury. Reference article. 2024. Text: electronic. Transformational platform [Radiopaedia.org.].
URL: <https://radiopaedia.org/articles/biceps-pulley-injury?lang=us>
<https://doi.org/10.53347/rID-41682>
 15. Martetschläger F., Zampeli F., Tauber M., Habermeyer P. Lesions of the Biceps Pulley: a Prospective Study and Classification Update. *JSES Int.* 2020;4(2):318-323.
<https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.02.011>
 16. McKean D., Teh J. Imaging of the Long Head of Biceps Tendon and Rotator Interval. *Semin. Musculoskelet. Radiol.* 2022;26(5):566-576.
<https://doi.org/10.1055/s-0042-1758850>
 17. Nada M. G., Almalki Y. E., Basha M. A., Libda Y. I., Zaitoun M. M., Abdalla A. A., Almolla R. M., Hassan H. A., Dawoud T. M., Eissa A. H., Alduraibi S. K., Eldib D. B., Ziada Y. M. A. A. Biceps Pulley Lesions: Diagnostic Accuracy of Nonarthrographic Shoulder MRI and the Value of Various Diagnostic Signs. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2024;59(4):1299-1311.
<https://doi.org/10.1002/jmri.29004>
 18. Savarese E., Aicale R., Torsiello E., Bernardini G., Maffulli N. Long Head of Biceps Tendon Augmentation for Massive Rotator Cuff Tears Improves Clinical Results Regardless of the Number of Tendons Involved. *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2024;32(7):1843-1853.
<https://doi.org/10.1002/ksa.12184>
 19. Stadnick M. Pathology of the Long Head of the Biceps Tendon. 2014. Text: electronic. Transformational platform [Radsourc.org.].
URL: <https://radsourc.us/pathology-of-the-long-head-of-the-biceps-tendon/>
 20. Zappia M., Ascione F., Di Pietto F., Fischetti M., Romano A. M., Castagna A., Brunese L. Long Head Biceps Tendon Instability: Diagnostic Performance of Known and New MRI Diagnostic Signs. *Skeletal Radiol.* 2021;50(9):1863-1871.
<https://doi.org/10.1007/s00256-021-03710-1>

Сведения об авторах / Information about the authors

Иванков Александр Петрович, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, 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; врач-рентгенолог рентгеновского отделения Областного государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Иркутская городская клиническая больница № 1» Министерства здравоохранения России, Иркутск, Россия.

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, PhD, radiologist, 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; 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.

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

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

Seliverstov Pavel Vladimirovich, M.D. Med. Sciences, radiologist, 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

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

Статья поступила в редакцию 31.05.2025;
одобрена после рецензирования 06.08.2025;
принята к публикации 06.08.2025.

The article was submitted 31.05.2025;
approved after reviewing 06.08.2025;
accepted for publication 06.08.2025.



МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Оригинальная статья

УДК 616-71

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-68-79>

Сравнение виртуального и физического растров для цифровой маммографии

Ю. Е. Шунков¹, С. А. Варламов², А. В. Смирнова³,
Г. П. Корженкова⁴, А. Р. Дабагов⁵

^{1-3,5} АО «МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛТд» (АО «МТЛ»), Москва, Россия

⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н. Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-9015-3822>

² <https://orcid.org/0009-0007-2621-6300>

³ <https://orcid.org/0009-0003-4406-6036>

⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9485-2834>

⁵ <https://orcid.org/0000-0001-6684-2591>

Автор, ответственный за переписку: Юрий Евгеньевич Шунков, shue@mtl.ru

Аннотация

Цель исследования. Оценить возможность использовать программу цифровой обработки изображений для маммографии «СиГрид» (виртуальный растр) вместо традиционного подвижного отсеивающего растра.

Материалы и методы. На базе маммографа Маммо-4МТ-Плюс (АО «МТЛ», Москва) проведено сравнение виртуального растра «СиГрид» (АО «МТЛ», Москва) со штатным подвижным растром. На лабораторном этапе использовались фантомы CDMAM и CIRS 010D. На этапе работы в клинике сравнивались дозы в выборках из 1063 исследований с физическим растром и 1132 исследований с виртуальным растром. Для сравнения качества изображений по 200 случайным исследованиям из каждой выборки были независимо вслепую оценены тремя рентгенологами.

Результаты. При одинаковых дозах метрики качества, посчитанные на фантомах CDMAM и CIRS 010D с виртуальным растром, были не ниже, чем с физическим растром. Рентгенологи в среднем значительно выше оценили качество снимков с виртуальным растром, чем с физическим. Средняя доза в выборке с виртуальным растром оказалась на 22 % ниже, чем в выборке с физическим растром.

Заключение. Виртуальный растр «СиГрид» может применяться вместо подвижного физического растра для маммографии.

Ключевые слова: цифровая маммография, рассеянное излучение, лучевая нагрузка, качество изображения

© Шунков Ю. Е., Варламов С. А., Смирнова А. В., Корженкова Г. П., Дабагов А. Р., 2025

Для цитирования: Шунков Ю. Е., Варламов С. А., Смирнова А. В., Корженкова Г. П., Дабагов А. Р. Сравнение виртуального и физического растров для цифровой маммографии // Радиология — практика. 2025;6:68-79. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-68-79>

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.

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.

MEDICAL TECHNOLOGY

Original article

Comparison of Software and Physical Grids for digital Mammography

Yury E. Shunkov¹, Sergey A. Varlamov², Anastasia V. Smirnova³,
Galina P. Korzhenkova⁴, Anatoliy R. Dabagov⁵

^{1–3, 5} MEDICAL TECHNOLOGIES Ltd, Moscow, Russia

⁴ Federal State Budgetary Institution «National Medical Research Center of Oncology named after N.N. Blokhin» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-9015-3822>

² <https://orcid.org/0009-0007-2621-6300>

³ <https://orcid.org/0009-0003-4406-6036>

⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9485-2834>

⁵ <https://orcid.org/0000-0001-6684-2591>

Corresponding author: Yury E. Shunkov, shue@mtl.ru

Abstract

Objective. To evaluate the possibility of using the «SyGrid» digital image processing program for mammography (software grid) instead of the traditional movable grid.

Materials and methods. On the basis of the mammograph Mammo-4MT-Plus (JSC «MTL», Moscow), the «SyGrid» software grid was compared with a standard movable grid. At the laboratory stage, CDMAM and CIRS 010D phantoms were used. At the clinical stage, doses were compared in samples of 1063 studies with a physical grid and 1132 studies with a software grid. To compare the image quality, 200 random studies from each sample were independently blindly evaluated by three radiologists.

Results. At equal doses, the quality metrics calculated with CDMAM and CIRS 010D phantoms with a software grid were no lower than with a physical grid. Radiologists, on average, rated the quality of images with a software grid significantly higher than with a physical one. The average dose in the sample with a software grid was 22 % lower than in the sample with a physical grid.

Conclusion. The «SyGrid» software grid can be used instead of a movable physical grid for mammography.

Keywords: Digital Mammography, Scatter Radiation, Radiation Exposure, Image Quality

For citation: Shunkov Yu. E., Varlamov S. A., Smirnova A. V., Korzhenkova G. P., Dabagov A. R. Comparison of Software and Physical Grids for Digital Mammography. *Radiology – Practice*. 2025;6:68-79. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-68-79>

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

При формировании рентгеновского снимка детектор регистрирует смесь первичной и рассеянной составляющих рентгеновского излучения. Первичная составляющая дает информативную теневую картину, а рассеянная является паразитной, т. к. размывает контуры, уменьшает контраст, привносит неравномерность и дополнительный фотонный шум [2]. Традиционно для борьбы с рассеянной составляющей перед детектором ставят физический отсеивающий растр (ФР), который, однако, задерживает не все паразитное рассеянное излучение и не пропускает часть полезного первичного. В маммографии используют детекторы с малым (до 50 мкм) размером пикселей, из-за чего ламели ФР

изображаются на снимке в виде полос и ФР делают подвижным, чтобы ламели «размазывались». В результате в конструкцию добавляется сравнительно дорогой и способный выходить из строя узел.

В последние годы в рентгенографии и маммографии проводится много работ [4, 6, 8, 10] по замене традиционных ФР программами цифровой обработки изображений — виртуальными растрами (ВР). Нужно так управлять экспозицией, чтобы без ФР получать на детекторе достаточно первичного (нерассеянного) излучения для формирования информативного снимка. Затем со снимка необходимо удалять фоновую подложку и дополнительный фотонный шум от рассеянной составляющей. В результате ВР

должен без увеличения лучевой нагрузки обеспечивать не худшее, чем с ФР, качество снимков.

Цель: оценить возможность использовать ВР для цифровой маммографии «СиГрид» (АО «МТЛ», Москва) вместо традиционного ФР.

Материалы и методы

Оценка проводилась на базе маммографа Маммо-4МТ-Плюс (АО «МТЛ», Москва), который штатно комплектуется подвижным ФР с карбоновым наполнителем, частотой 36 л/см и с отношением 6 : 1. При работе с ВР из маммографа извлекался ФР, а с полученных снимков по приведенной схеме (рис. 1) удалялись шум и составляющая от рассеянного излучения. Более подробно принцип работы ВР изложен в [1, 3].

На этапе лабораторных испытаний использовались широко применяемые в маммографии фантомы деталь-контраст CDMAM (рис. 2, а) и CIRS 010D (рис. 2, б), которые дают воспроизводимые численные результаты. CDMAM представляет собой алюминиевую пластину в оболочке из ПММА, расчерченную сеткой на ячейки с золотыми дисками переменных толщин и диаметров. Различение более мелких и малоконтрастных дисков выражается в виде более

высокого значения индекса качества изображения IQF_{inv} , вычисляемого с помощью CDMAM 4.0 Analyser Software по формуле:

$$IQF_{inv} = \frac{100}{\sum_{i=1}^{16} C_{i,th} \cdot D_i},$$

где $C_{i,th}$ — минимальная (пороговая) толщина различного золотого диска в столбце с диаметром дисков D_i [9]. Требования к условиям получения и качеству снимков CDMAM регламентируются документом «European guidelines for quality assurance in breast cancer screening and diagnosis» (European guidelines). Съемка CDMAM проводилась с дополнительными листами ПММА при общей толщине стопки от 20 до 70 мм (эквивалентно 21–90 мм компрессированной молочной железы [5]), и для каждой толщины использовалась соответствующая доза achievable, т. е. самая низкая, рекомендуемая в European guidelines. Для набора диаметров золотых дисков European guidelines регламентирует два значения пороговых толщин диска. Значение acceptable является необходимым, ниже которого опускаться нельзя, а значение achievable является достаточным и соответствует высокому качеству визуализации.

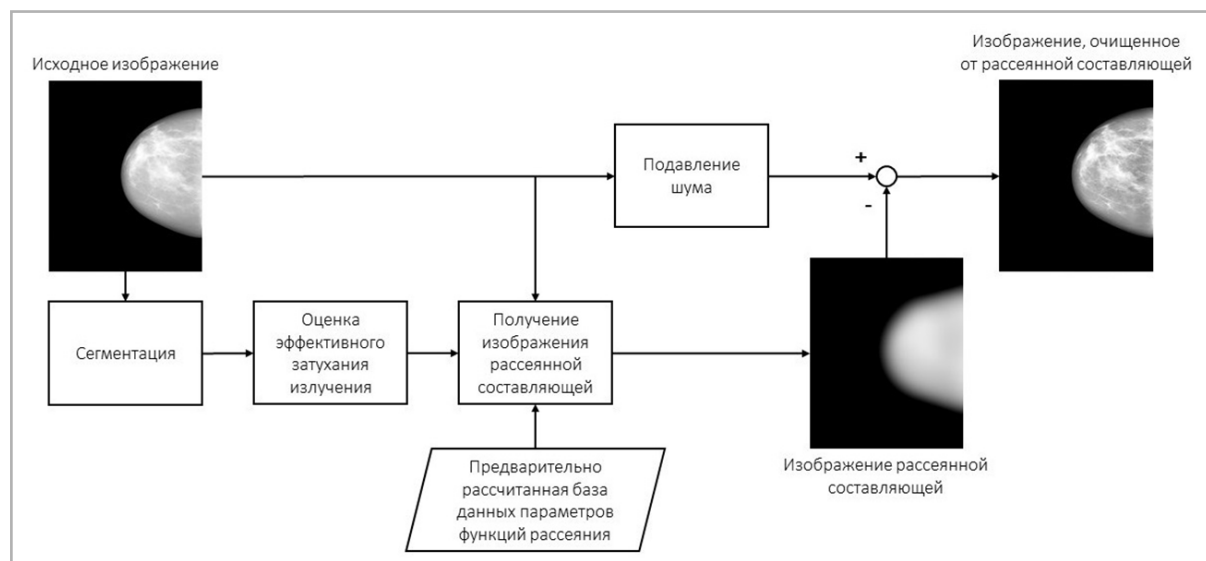


Рис. 1. Схема алгоритма виртуального раstra

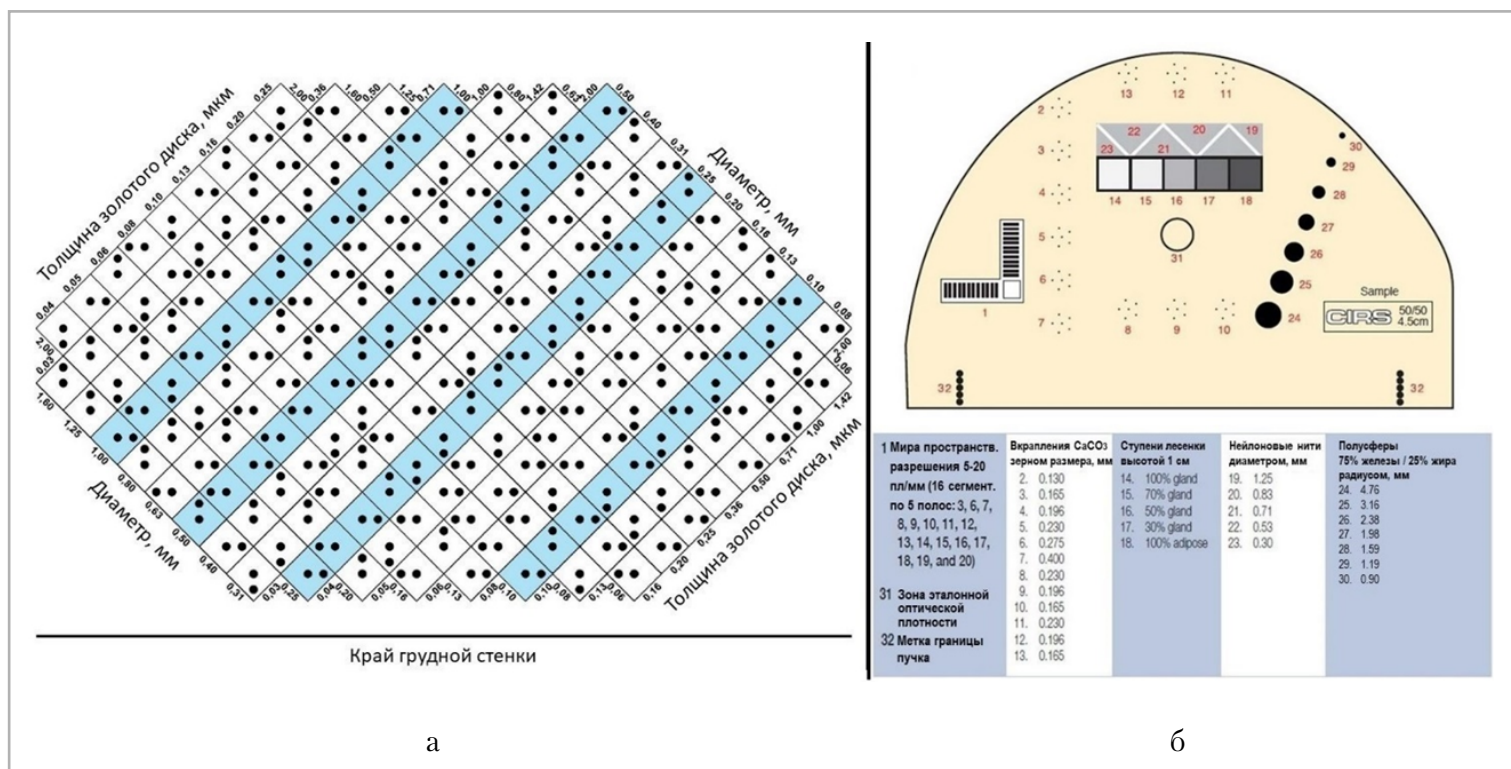


Рис. 2. Фантомы деталь-контраст: а – CDMAM; б – CIRS 010D

Фантом CIRS 010D имитирует компрессированную молочную железу толщиной 50 мм с объемной плотностью 50 % и содержит внутри набор тест-объектов (рис. 2, б). Из European guidelines были взяты режимы съемки, соответствующие дозам achievable и acceptable. Анализ изображений проводился по методике, аналогичной изложенной в работе [8]. Для каждой ступеньки лесенки (рис. 2, б, 14–18) рассчитывалось отношение контраст/шум:

$$CNR_L = \frac{\overline{x_D} - \overline{x_{BG}}}{\sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_{BG}^2}},$$

где $\overline{x_D}$ и σ_D – среднее значение и СКО яркостей пикселей соответствующей ступеньки, а $\overline{x_{BG}}$ и σ_{BG} – среднее значение и СКО яркостей пикселей фона (рис. 2, б, 31). Для каждой полусферы (рис. 2, б, 24–30) тоже рассчитывалось отношение контраст/шум, но видоизмененное из-за неоднородности яркости в пределах тени полусферы:

$$CNR_{HS} = \frac{\overline{x_D} - \overline{x_{BG}}}{\sigma_{BG}^2}.$$

Для каждой группы кальцинатов (рис. 2, б, 2–13) рассчитывалось отношение дисперсий, которое тем выше, чем сильнее кальцинаты контрастируют с фоном:

$$VR = \frac{\sigma_D^2}{\sigma_{BG}^2}.$$

Затем был проведен VGC-анализ [7] изображений из клиники, для чего ВР был установлен в шести ЛПУ. Для сравнения лучевых нагрузок были получены подряд и проанализированы две обезличенные выборки: 1063 исследования с ФР и 1132 с ВР. Из этих выборок случайно были сформированы и обработаны идентичным алгоритмом постпроцессинга две подвыборки, включавшие по 200 исследований с ФР и ВР. Полученные 400 исследований по критериям из таблицы 1 независимо, вслепую, в случайном порядке оценивали 3 рентге-

Таблица 1

Критерии визуальной оценки исследования

Критерий	0 баллов	1 балл	2 балла	—
Визуализация кожи на протяжении всего контура, визуализация соска и ареолы	Не визуализируется	Визуализируется частично (местами теряется) или качество визуализации неоднородно	Четкая визуализация на всем протяжении	Не уверен в оценке
Визуализация подкожно-жировой клетчатки, Куперовых связок и сосудов на ее фоне	Визуализируется некорректно	Визуализируются не все структуры или качество визуализации неоднородно	Четко визуализируется с возможностью дифференцировать ткани	Не уверен в оценке
Тип плотности по АСР	А – преимущественно жировая ткань	В – рассеянные участки фиброзно-железистой ткани	С – неоднородная плотность с возможностью маскирования малых образований	Д – очень высокая плотность, что снижает чувствительность маммографии
Визуализация собственной ткани молочной железы, включая сосудистую структуру	Нечеткая визуализация (отсутствие резкости, контрастности)	Визуализируются не все структуры или качество визуализации неоднородно	Визуализация четкая	Не уверен в оценке
Зернистость изображения	Избыточная зернистость, непригодно для диагностики (градации серого сливаются из-за зернистости)	Зернистость присутствует, но диагностика возможна	Зернистость визуализируется минимально	Не уверен в оценке
Продольная / поперечная исчерченность	Избыточная исчерченность по всему полю изображения, непригодно для диагностики	Исчерченность присутствует в виде единичных линий, но диагностика возможна	Исчерченность не визуализируется	Не уверен в оценке
Отображение структуры кальцинатов	Кальцинаты видны плохо (требуются дополнительные снимки с увеличением)	Кальцинаты визуализируются, но плохо дифференцируются от других плотных структур	Визуально четкое отображение всех кальцинатов, в т. ч. на фоне плотных тканей	Кальцинаты отсутствуют

ногола с опытом работы по специальности не менее 6 лет.

По каждому критерию рассчитывался средний балл в выборке с ФР и с ВР:

$$VGAS_C = \frac{\sum_{o,i} S_C(o,i)}{N_i N_o},$$

где $S_C(o,i)$ – балл по критерию С от о-го рентгенолога i-му исследованию, N_i – количество исследований, N_o – количество рентгенологов. Выборочные средние сравнивались по t-критерию Уэлча. Аналогично были рассчитаны средние и проведено сравнение для выборок с ФР и ВР по всем критериям совместно:

$$VGAS = \frac{\sum_{c,o,i} S(c,o,i)}{N_c N_i N_o}.$$

Результаты и их обсуждение

По параметру IQFinv, полученному на фантоме CDMAM (рис. 3, а), ВР и ФР показали сопоставимый и при этом приемлемый уровень качества. Зависимости пороговой толщины диска диаметром 0,1 мм (минимальный в European guidelines) от толщины ПММА в стопке приведены на рис. 3, б, из которого видно, что и с ФР, и с ВР получены результаты лучше уровня achievable при всех толщинах ПММА. Зависимости пороговых толщин дисков от их диаметров при фиксированной толщине ПММА 50 мм показаны на рис. 3, в. Видно, что и с ФР, и с ВР достигнут уровень achievable во всем диапазоне диаметров.

По CNR ступенек лестницы фантома CIRS 010D снимки с ВР превзошли снимки с ФР на обоих уровнях дозы – achievable и acceptable (рис. 4, а, б соответственно). CNR полусфер, полученные с ВР, оказались не ниже значений, полученных с ФР (рис. 4, в, г). Анало-

гичное соотношение результатов получено и для отношений вариаций VR (рис. 4, д, е).

Результаты экспертной оценки представлены в таблице 2. Положительная разность означает, что средний балл по критерию оказался выше в выборке с ВР, а отрицательный — что в выборке с ФР. Видно, что существенные по величине и при этом статистически значимые различия между ФР и ВР получены по критериям зернистости (визуализация фотонного шума) и продольной/поперечной исчерченности. При этом по зернистости врачи в среднем отдавали предпочтение ВР, а по исчерченности — немного меньшее по величине предпочтение ФР. По всем критериям совместно значимое, но незначительное по величине предпочтение (0,06 балла) было отдано исследованиям, выполненным с ВР.

Подавляющая часть пациенток были возрастом от 40 до 75 лет (рис. 5, а) со средним $57,3 \pm 0,4$ года в выборке с ФР и $56,1 \pm 0,4$ года в выборке с ВР. Из рис. 5, б видно, что в обеих выборках представлен весь диапазон толщин компрессированных молочных желез, в среднем соста-

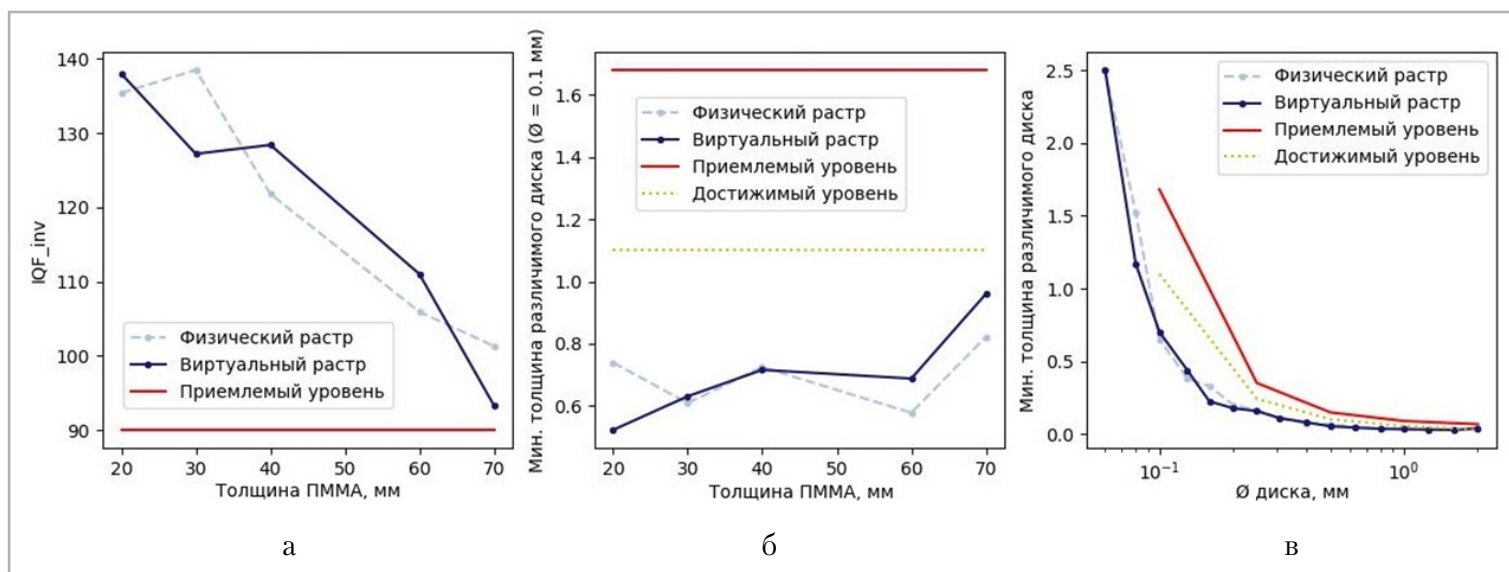


Рис. 3. Результаты анализа снимков CDMAM: а — зависимость IQFinv от толщины ПММА; б — зависимость пороговой толщины диска диаметром 0,1 мм от общей толщины ПММА в стопке; в — зависимость пороговой толщины диска от диаметра при общей толщине стопки ПММА 50 мм

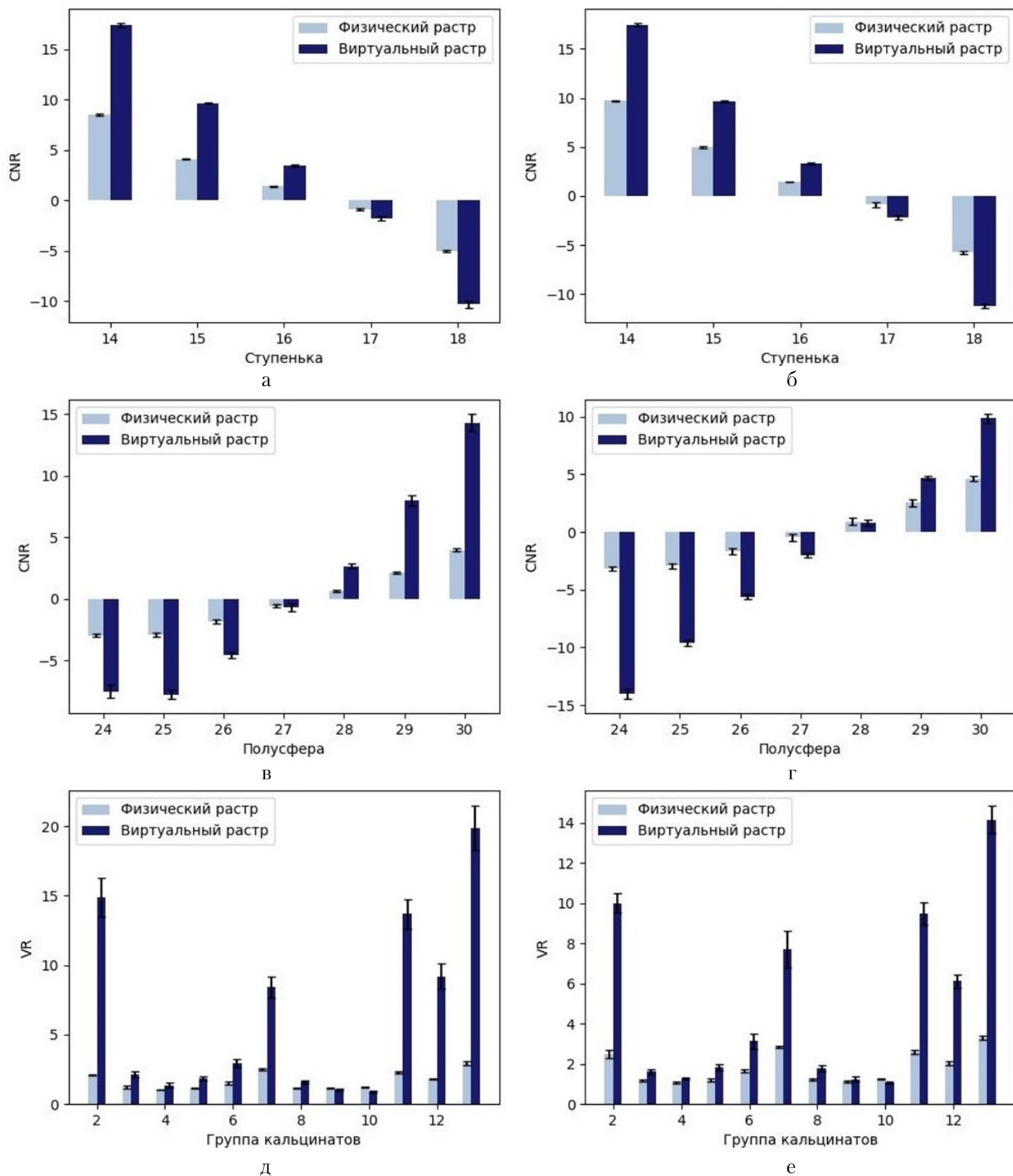


Рис. 4. Результаты анализа снимков CIRS 010D при 103 мАс (achievable доза): а — CNR ступенек тест-объекта «лесенка»; в — CNR полусфер различного диаметра; д — отношение дисперсий различных групп кальцинов. Аналогичные зависимости при 128 мАс (acceptable доза): б, г, е — соответственно

Таблица 2

Результаты визуальной оценки исследований

Критерий	Ср. балл ФР	Ср. балл ВР	Разность	р-уровень
Визуализация кожи на протяжении всего контура, визуализация соска и ареолы	$1,997 \pm 0,002$	$2,0 \pm 0,0$	0,003	0,16
Визуализация подкожно-жировой клетчатки, Куперовых связок и сосудов на ее фоне	$1,825 \pm 0,020$	$1,890 \pm 0,015$	0,06	8×10^{-3}
Визуализация собственной ткани молочной железы, включая сосудистую структуру	$1,765 \pm 0,022$	$1,855 \pm 0,016$	0,09	9×10^{-4}
Зернистость изображения	$1,392 \pm 0,027$	$1,792 \pm 0,019$	0,4	$1,2 \times 10^{-31}$
Продольная/поперечная исчерченность	$1,669 \pm 0,024$	$1,438 \pm 0,022$	-0,23	6×10^{-12}
Отображение структуры кальцинатов	$1,961 \pm 0,010$	$1,973 \pm 0,008$	0,012	0,3
Среднее по всем критериям	$1,762 \pm 0,009$	$1,820 \pm 0,007$	0,06	5×10^{-7}

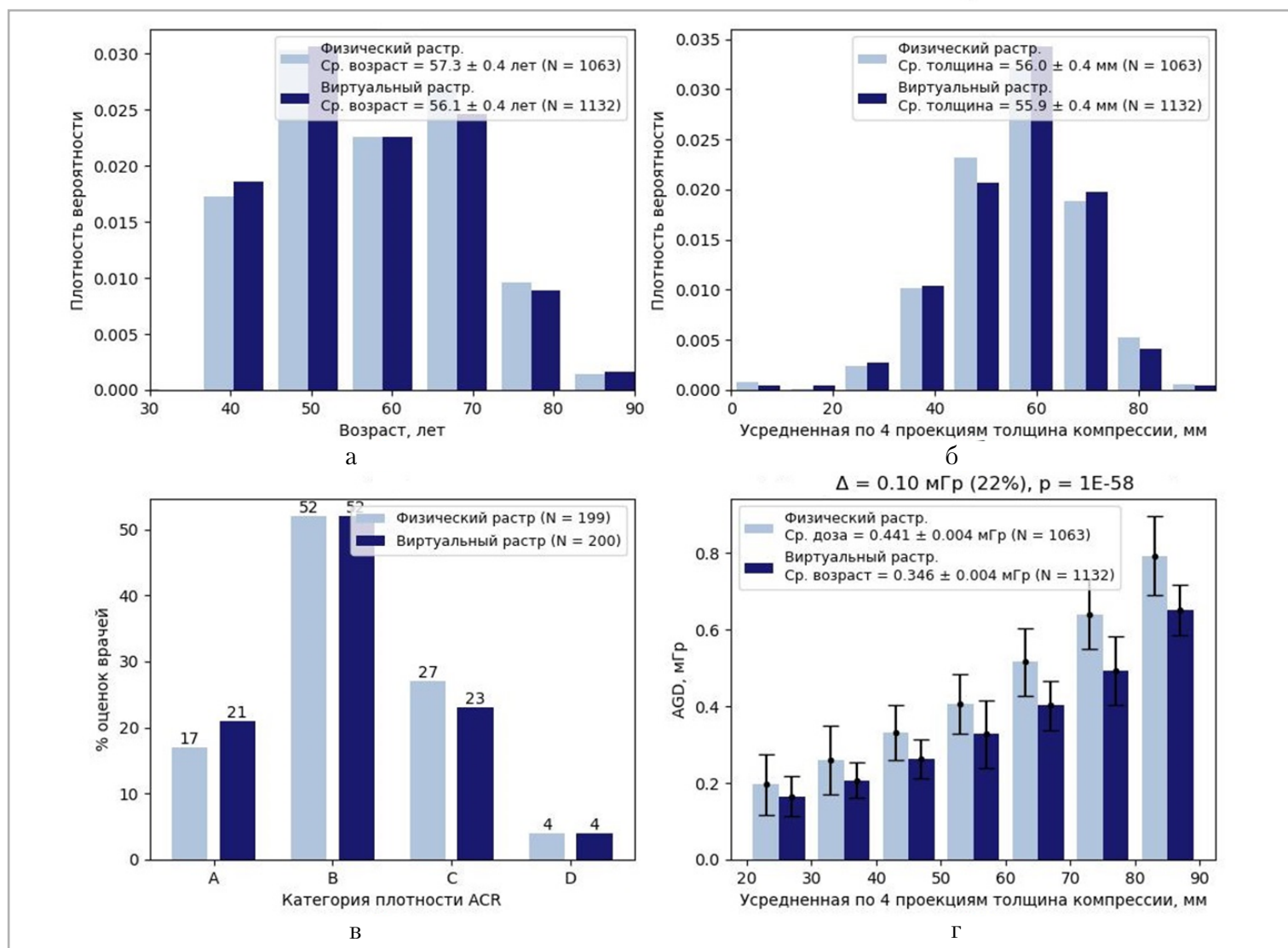


Рис. 5. Параметры выборок из ЛПУ: а – распределения возрастов; б – распределения толщин компрессии; в – распределения категорий плотности; г – зависимости дозы от толщины компрессии

вивших $56,0 \pm 0,4$ мм в выборке с ФР и $55,9 \pm 0,4$ мм в выборке с ВР. Из рис. 5, в видно, что в выборках представлены все 4 категории плотности.

Из рис. 5, г видно, что суммарная доза за 4 снимка снизилась для каждой из когорт по толщинам компрессии. Величина снижения составила от 16 до 23 %, при среднем 22 % — с $0,441 \pm 0,004$ мГр до $0,346 \pm 0,004$ мГр.

Заключение

На базе маммографа Маммо-4МТ-Плюс проведено сравнение ВР «Си-Грид» со штатным подвижным ФР. На фантомах CDMAM и CIRS 010D показано, что при одинаковых дозах качество изображений с ВР не хуже, чем с ФР. После установки ВР в ЛПУ доза снизилась в среднем на 22 %. При этом в слепой рандомизированной оценке данных из клиники эксперты в среднем оценили качество снимков с ВР выше, чем с ФР. Следовательно, «СиГрид» можно использовать вместо штатного ФР.

Список источников

1. Виноградов И. В., Шунков Ю. Е., Прохоров А. В. Способ подавления шума на рентгеновском изображении с помощью искусственной нейронной сети // Патент России № 2822515. 2024. Бюл. № 14.
2. Мазуров А. И., Потрахов Н. Н. Влияние рассеянного рентгеновского излучения на качество изображения и методы его подавления // Медицинская техника. 2014. № 5. С. 12–15.
3. Поздняков Д. В., Шунков Ю. Е., Касюк Д. М., Дабагов А. Р. Способ удаления составляющей от фонового рассеяния с рентгенографического изображения // Патент России № 2810896. 2023. Бюл. № 1.
4. Angelone F., Ponsiglione A. F., Grassi R., Amato F., Sansone M. A general framework for the assessment of scatter correction techniques in digital mammography. *Bio-medical Signal Processing and Control*. 2024;89(6):1-12.

<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105802>

5. Dance D. R., Skinner C. L., Young K. C., Beckett J. R., Kotre C. J. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Phys. Med. Biol.* 2000; 45(11):3225-3240. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/45/11/308>
6. Fieselmann A., Fischer D., Hilal G., Dennerlein F., Mertelmeier T., Uhlenbrock D. Full-field digital mammography with grid-less acquisition and software-based scatter correction: Investigation of dose saving and image quality. *Proceedings of SPIE Medical Imaging 2013: Physics of Medical Imaging*. 2013;8668:86685Y. <https://doi.org/10.1117/12.2007490>
7. Ludewig E., Richter A., Frame M. Diagnostic imaging — Evaluating image quality using visual grading characteristic (VGC) analysis. *Vet. Res. Commun.* 2010;34(5): 473-479. <https://doi.org/10.1007/s11259-010-9413-2>
8. Marimon E., Marsden P. A., Nait-Charif H., Diaz O. A semi-imperical model for scatter field reduction in digital mammography. *Phys. Med. Biol.* 2021;66(4):045001. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/abd231>
9. Sharma R., Sharma S. D., Sarkar P. S., Datta D. Imaging and Dosimetric Study on Direct Flat-Panel Detector-Based Digital Mammography System. *J. Med. Phys.* 2018;43(4):255-263.
10. Sayed M., Knapp K. M., Fulford J., Heales C., Alqahtani S. J. The principles and effectiveness of X-ray scatter correction software for diagnostic X-ray imaging: A scoping review. *European J. Radiol.* 2023; 158:110600. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110600>

References

1. Vinogradov I. V., Shunkov Yu. E., Prokhorov A. V. Sposob podavleniya shuma na rentgenovskom izobrazhenii s pomoshh'ju

- iskusstvennoj nejronnoj seti/ Patent RU № 2822515. 2024. № 14. (In Russ.).
2. Mazurov A. I., Potraxov N. N. Vliyanie rasseyannogo rentgenovskogo izlucheniya na kachestvo izobrazheniya i metody ego podavleniya. *Medicinskaya texnika*. 2014;5:12-15. (In Russ.).
 3. Pozdnyakov D. V., Shunkov Yu. E., Kasiuk D. M., Dabagov A. R. Sposob udaleniya sostavljajushhej ot fonovogo rassejaniya s rentgenograficheskogo izobrazheniya/ Patent RU № 2810896. 2023. № 1. (In Russ.).
 4. Angelone F., Ponsiglione A. F., Grassi R., Amato F., Sansone M. A general framework for the assessment of scatter correction techniques in digital mammography. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2024;89(6):1-12.
<https://doi.org/10.1016/j.bspc.2023.105802>
 5. Dance D. R., Skinner C. L., Young K. C., Beckett J. R., Kotre C. J. Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol. *Phys. Med. Biol.* 2000;45(11):3225-3240.
<https://doi.org/10.1088/0031-9155/45/11/308>
 6. Fieselmann A., Fischer D., Hilal G., Dennerlein F., Mertelmeier T., Uhlenbrock D. Full-field digital mammography with grid-less acquisition and software-based scatter correction: Investigation of dose saving and image quality. *Proceedings of SPIE Medical Imaging 2013: Physics of Medical Imaging*. 2013;8668:86685Y.
<https://doi.org/10.1117/12.2007490>
 7. Ludewig E., Richter A., Frame M. Diagnostic imaging — Evaluating image quality using visual grading characteristic (VGC) analysis. *Vet. Res. Commun.* 2010; 34(5):473-479.
<https://doi.org/10.1007/s11259-010-9413-2>
 8. Marimon E., Marsden P. A., Nait-Charif H., Diaz O. A semi-empirical model for scatter field reduction in digital mammography. *Phys. Med. Biol.* 2021;66(4): 045001.
<https://doi.org/10.1088/1361-6560/abd231>
 9. Sharma R., Sharma S.D., Sarkar P. S., Datta D. Imaging and Dosimetric Study on Direct Flat-Panel Detector-Based Digital Mammography System. *J. Med. Phys.* 2018;43(4):255-263.
 10. Sayed M., Knapp K. M., Fulford J., Heales C., Alqahtani S. J. The principles and effectiveness of X-ray scatter correction software for diagnostic X-ray imaging: A scoping review. *European J. Radiol.* 2023; 158:110600.
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2022.110600>

Сведения об авторах / Information about the authors

Шунков Юрий Евгеньевич, кандидат технических наук, ведущий инженер-исследователь в группе компаний АО «МТЛ», Москва, Россия.

Вклад автора в публикацию: анализ литературы, дизайн исследования, анализ и обобщение результатов исследования, написание текста статьи.

Shunkov Yuriy Evgen'evich, Ph. D., Lead Research Engineer in MEDICAL TECHNOLOGIES Ltd group, Moscow, Russia.

Author's contribution: literature analysis, research design, analysis and generalization of research results, writing of the article text.

Варламов Сергей Андреевич, ведущий инженер-интегратор в группе компаний АО «МТЛ», Москва, Россия.

Вклад автора: разработка методологии лабораторного исследования, проведение исследований.

Varlamov Sergey Andreevich, Lead Laboratory Integrator Engineer in MEDICAL TECHNOLOGIES Ltd group, Moscow, Russia.

Author's contribution: development of laboratory assessment methodology, conducting research.

Смирнова Анастасия Владимировна, врач-аппликатор, АО «МТЛ», Москва, Россия.

Вклад автора в публикацию: проведение исследований.

Smirnova Anastasia Vladimirovna, application specialist (radiologist), MEDICAL TECHNOLOGIES Ltd, Moscow, Russia.

Author's contribution: conducting research.

Корженкова Галина Петровна, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина» Минздрава России, Москва, Россия.

Вклад автора: разработка методологии клинической оценки.

Korzhenkova Galina Petrovna, M. D. Med., Senior Researcher, the N. N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia.

Author's contribution: development of a clinical assessment methodology.

Дабагов Анатолий Рудольфович, доктор технических наук, президент АО «МТЛ», Москва, Россия.

Вклад автора в публикацию: создание концепции, формулирование целей и задач.

Dabagov Anatoliy Rudol'fovich, Ph. D., President of MEDICAL TECHNOLOGIES Ltd, Moscow, Russia.

Author's contribution: creation of a concept, formulation of goals and objectives.

Статья поступила в редакцию 11.06.2025;
одобрена после рецензирования 13.09.2025;
принята к публикации 13.09.2025.

The article was submitted 11.06.2025;
approved after reviewing 13.09.2025;
accepted for publication 13.09.2025.



ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзорная статья

УДК 616-006.66

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-80-91>

Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке вовлечения магистральных сосудов печени при воротной холангиокарциноме. Обзор литературы

Родион Александрович Сковрцов¹, Юлия Валерьевна Кулезнева²,
Михаил Германович Ефанов³, Константин Александрович Лесько⁴

¹⁻⁴ ГБУЗ «Московский клинический научный Центр имени А. С. Логина» Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-8300-9363>

² <https://orcid.org/0000-0001-5592-839X>

³ <https://orcid.org/0000-0003-0738-7642>

⁴ <https://orcid.org/0000-0001-9814-0172>

Автор, ответственный за переписку: Родион Александрович Сковрцов,
skvorcovrodion2@gmail.com

Аннотация

Цель исследования. Анализ отечественной и иностранной литературы для оценки возможностей мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) в определении вовлечения магистральных сосудов гепатобилиарной зоны при воротной холангиокарциноме (ВХК).

Материалы и методы. Для обзора литературы были отобраны наиболее цитируемые научные публикации, размещенные в научных базах данных в открытом доступе.

Результаты. В исследованиях, приведенных в обзорной статье, рассматривают вопросы об использовании различных КТ-критериев и соответствующей терминологии для оценки взаимоотношения ВХК с магистральными сосудами гепатобилиарной зоны.

Заключение. МСКТ с внутривенным (в/в) контрастированием остается методом выбора для предоперационной оценки резектабельности ВХК. Несмотря на использование критериев сосудистого вовлечения, аналогичных раку поджелудочной железы, сохраняется значительная вариабельность их интерпретации и диагностической точности. Оценка вовлечения магистральных сосудов печени остается сложной задачей, что подчеркивает необходимость дальнейшего уточнения терминологии и стандартов описания.

Ключевые слова: воротная холангиокарцинома, опухоль Клацкина, вовлечение сосудов, КТ, печеночная артерия, воротная вена

© Сковрцов Р. А., Кулезнева Ю. В., Ефанов М. Г., Лесько К. А., 2025

Для цитирования: Скворцов Р. А., Кулезнева Ю. В., Ефанов М. Г., Лесько К. А. Возможности мультиспиральной компьютерной томографии в оценке вовлечения магистральных сосудов печени при воротной холангиокарциноме. Обзор литературы // Радиология — практика. 2025;6:80-91. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-80-91>

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.

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.

THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Review article

The Capabilities of Multidetector Computed Tomography in Assessing Major Hepatic Vessel Involvement in Perihilar Cholangiocarcinoma

**Rodion A. Skvortsov¹, Yuliya V. Kulezneva²,
Mikhail G. Efanov³, Konstantin A. Lesko⁴**

¹⁻⁴The Loginov Moscow Clinical Scientific Center, Moscow, Russia

¹<https://orcid.org/0000-0002-8300-9363>

²<https://orcid.org/0000-0001-5592-839X>

³<https://orcid.org/0000-0003-0738-7642>

⁴<https://orcid.org/0000-0001-9814-0172>

Corresponding author: Rodion A. Skvortsov, skvorcovrodion2@gmail.com

Abstract

Aim. Analysis of domestic and international literature to evaluate the capabilities of multidetector computed tomography (MDCT) in assessing major vascular involvement of the hepatobiliary region in perihilar cholangiocarcinoma (PHC).

Materials and Methods. The literature review included the most cited scientific publications available in open-access databases.

Results. The reviewed studies address the use of various CT criteria and corresponding terminology for evaluating the relationship between PHC and the major vessels of the hepatobiliary region.

Conclusion. MDCT with intravenous contrast remains the method of choice for preoperative assessment of PHC resectability. Despite the use of vascular involvement criteria similar to those

applied in pancreatic cancer, considerable variability persists in their interpretation and diagnostic accuracy. Evaluation of major hepatic vessel involvement remains a challenging task, emphasizing the need for further clarification of terminology and standardization of descriptive criteria.

Keywords: Perihilar Cholangiocarcinoma, Klatskin Tumor, Vascular Involvement, CT, Hepatic Artery, Portal Vein

For citation: Skvortsov R. A., Kulezneva Yu. V., Efanov M. G., Lesko K. A. The Capabilities of Multidetector Computed Tomography in Assessing Major Hepatic Vessel Involvement in Perihilar Cholangiocarcinoma. *Radiology – Practice*. 2025;6:80-91. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-6-80-91>

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

Воротная холангиокарцинома (ВХК) это редкое злокачественное заболевание желчных протоков в области конfluence-са долевых протоков с частотой менее 1 : 100 000 человек в год и низкой однолетней выживаемостью около 41 % [14, 20]. Прогноз заболевания неблагоприятный из-за позднего появления симптомов, поэтому точная и ранняя диагностика помогает выявить данное заболевание, а своевременное хирургическое лечение остается единственным способом, чтобы достичь выздоровления пациента [13, 15].

Более 70 % случаев ВХК представлены перидуктально-инфильтративным типом, для которого характерно сужение желчных протоков без узлового компонента, утолщение их стенок и повышенное накопление контрастного препарата в отсроченную фазу [8, 17].

Реже встречаются узловая форма с опухолевым образованием, распространяющимся на печень, и интрадуктальная – с внутрипросветным компонентом и дилатацией протоков [17].

Мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) является стандартом диагностики, стадирования и оценки резектабельности ВХК [4, 18]. Она позволяет оценить взаимоотношения опухоли с печеночной артерией (ПА) и воротной веной (ВВ), вовлечение которых влияет на прогноз, риск рецидива и возможность радикального удаления опухоли [1, 19].

По аналогии с раком поджелудочной железы (РПЖ), оценка сосудистого вовлечения преимущественно основана на критериях, связанных со степенью контакта опухоли с сосудом. В литературе в настоящее время используются

два термина: abutment ($< 180^\circ$) и encasement ($> 180^\circ$), причем последний обычно трактуется как «сосудистое вовлечение» [3, 6, 10, 18]. Кроме того, к признакам сосудистого вовлечения относят стеноз, окклюзию и деформацию контуров сосудов. Однако диагностическая ценность этих критериев ограничена: отмечаются вариабельность интерпретации результатов разными специалистами, различия в методах и доступности технологий [1, 19]. До сих пор не существует единых диагностических критериев и общепринятой терминологии для описания сосудистого вовлечения, что вызывает дискуссии о необходимости применения количественных показателей [3].

На сегодняшний день примерно у 40 % пациентов с потенциально резектабельной холангиокарциномой ворота печени при КТ-исследовании обнаруживается нерезектабельность на этапе лапаротомии, что часто связано с недооценкой вовлечения магистральных сосудов печени. Это приводит не только к ненужным операциям, но также влияет на стоимость лечения, выбор тактики и качество жизни пациента [1, 2, 16].

Цель: анализ отечественной и иностранной литературы для оценки возможностей МСКТ в определении вовлечения магистральных сосудов гепатобилиарной зоны при ВХК.

Материалы и методы

Проведен поиск научных публикаций, посвященных оценке вовлечения магистральных сосудов при ВХК с помощью МСКТ в информационно-аналитических системах PubMed, Google Scholar, Cochrane Library и eLIBRARY.RU по сочетанию ключевых слов: perihilar cholangiocarcinoma («воротная холангиокарцинома»), Klatskin tumor («опухоль Клацкина»), computed tomography («компьютерная томография»), hepatic artery («печеночная артерия»), portal vein («воротная вена»), vascular in-

volvement («вовлечение сосудов»). В обзорную статью вошли исследования, соответствующие следующим критериям:

- 1) дата выхода публикаций за период с 2018 по 2025 г.;
- 2) наличие данных об оценке вовлеченности ПА и/или ВВ, включая статистические показатели, такие как чувствительность, специфичность и другие;
- 3) исследования, оценивающие вовлеченность магистральных сосудов билиарно-панкреатической зоны при раке поджелудочной железы. Кроме того, упоминаются публикации по раку поджелудочной железы, послужившие основой для модифицированных критериев сосудистого вовлечения при ВХК.

Обзор литературы и его обсуждение

С широким внедрением МСКТ в клиническую практику, особенно в гепатобилиарной хирургии, возникла необходимость оценки ее возможностей по неинвазивному прогнозированию распространения ВХК на желчные протоки и окружающие структуры, а также определения резектабельности опухоли для выбора тактики лечения.

Анатомическая локализация ВХК при инфильтративном росте обуславливает частое вовлечение магистральных сосудов ворот печени [5]. Выделяют следующие критерии нерезектабельности ВХК [11]:

- полное вовлечение и/или окклюзия ствола ВВ проксимальнее ее бифуркации;
- полное вовлечение и/или окклюзия ствола собственной ПА;
- атрофия доли печени при контралатеральном полном вовлечении и/или окклюзии ветвей магистральных сосудов;
- унилатеральное распространение опухоли на желчные протоки второго порядка при контралатеральном

полном вовлечении и/или окклюзии ветвей магистральных сосудов.

Таким образом, очевидна важность предоперационного анализа печеночных сосудов на самых ранних этапах лечения пациента с помощью МСКТ с контрастированием.

Среди последних исследований внимание привлекают работы Zhou Q. и соавт. (2018, 2021), посвященные оценке вовлечения ПА и ВВ с использованием критериев Loyer, Lu и Li, ранее предложенных при раке поджелудочной железы (табл. 1) [9, 10, 21, 22].

При анализе вовлечения ПА Zhou Q. и соавт. (2021) предложили модифицированные критерии Loyer, согласно которым сосуд считается вовлеченным при тесном контакте с опухолью, сопровождающемся вогнутостью стенки сосуда, частичным или полным ее охватом опухолевой тканью, а также возможной окклюзией просвета (типы С–Е по Loyer) [21]. Критерии Lu и Li оставили без изменений. По критериям Lu вовлечение ПА определяется при контакте опухоли с артерией более чем на 180° с возможным сужением просвета (3–4-я степень). Согласно критериям Li — при окклюзии или сужении ПА, охвате опухоли более половины окружности или неровности ее стенки.

Из-за низкой чувствительности при оценке ствола ВВ Zhou Q. и соавт. (2018) дополнительно модифицировали критерии Loyer и Lu: тип В по Loyer (плотное прилегание опухоли с выпуклостью стенки ствола ВВ) и степень 2 по Lu (охват ствола опухолью от 90° до более 180°) были отнесены к признакам вовлечения.

При анализе поражения ПА Zhou Q. и соавт. (2021) дополнительно рассматривают каждый ее сегмент, а также вводят два новых признака: длину контакта опухоли с сосудом и артериальную извитость, ранее не упоминавшуюся в литературе. Наибольшую точность показали критерии Loyer и Lu, особенно при оценке собственной ПА благодаря ее прямому ходу. Для правой ПА точность была минимальной. Длина контакта более 6,73 мм продемонстрировала высокую диагностическую ценность, а артериальная извитость благодаря высокой специфичности может использоваться для снижения числа ложноположительных результатов (табл. 2).

В исследовании вовлечения ВВ применялись модифицированные критерии Loyer и Lu, а также стандартный Li [22]. Дополнительно учитывалась длина контакта опухоли и сосуда. Наибольшую точность (92 %) показали

Таблица 1

Критерии Loyer, Lu и Li, используемые для оценки вовлечения сосудов при ВХ по сравнению с использованием их при раке поджелудочной железы [9, 10, 21, 22]

	Критерии Loyer	Критерии Lu	Критерии Li
Печеночная артерия	Модифицированы, 5 типов взаимодействия артерии и опухоли (при раке поджелудочной железы — 6 типов), С–Е типы соответствуют вовлечению	Не изменены. 3–4-я степень соответствуют вовлечению	Не изменены
Воротная вена	Модифицированы, 5 типов, при оценке ствола воротной вены В–Е типы соответствуют вовлечению	Модифицированы, при оценке ствола воротной вены 2–4-й степени соответствуют вовлечению	Не изменены

Таблица 2

**Диагностическая способность МСКТ с в/в контрастированием
в оценке вовлечения печеночной артерии в работе Zhou Q. и соавт. (2021) [21]**

	Чувствительность	Специфичность	Точность
Модифицированный критерий Loyer	92 %	94 %	93 %
Критерий Lu	90 %	94 %	93 %
Критерий Li	72 %	96 %	89 %
Артериальная извитость	37 %	98 %	81 %
Длина контакта $\geq 6,73$ мм	96 %	91 %	92 %

модифицированные критерии Lu, что связано с их систематичностью и количественным подходом. Наилучшие результаты получены при оценке левой ветви ВВ, худшие — при анализе ствола из-за его неправильной формы. Авторы предложили комбинированную модель (Lu-критерий + длина контакта сосуда и опухоли), продемонстрировавшую чувствительность 95,0 %, специфичность 96,5 % и точность 96,0 % (табл. 3).

Неоднозначные результаты представляют Franken L.C. и соавт. (2021) в исследовании оценки вовлечения ПА и ВВ при МСКТ [1]. Авторы используют стандартные критерии вовлечения (окклюзия, стеноз, неровность контура, контакт $> 180^\circ$), а также анализируют длину контакта и прогностическую ценность положительного и отрицательного результата (ППЦ и ОПЦ) для каждого критерия (табл. 4). Показано, что

окклюзия просвета ПА и ВВ обладает 100 % ППЦ, но низкой чувствительностью (15 и 31 %). Отсутствие контакта опухоли с сосудах, напротив, демонстрирует высокую ОПЦ. Другие критерии показали вариабельные результаты. На основе наиболее точных признаков составлены комбинированные критерии с чувствительностью/специфичностью: для ВВ — 67 / 94 %, для ПА — 40 / 86%.

Авторы делают вывод, что оценка вовлечения магистральных сосудов печени при ВХК остается сложной задачей [1]. Визуализация окклюзии, стеноза и неровности стенок ВВ свидетельствует о ее вовлечении, тогда как критерии ПА, кроме окклюзии и стеноза, менее надежны и не должны исключать хирургическое обследование.

Итоги работы отличаются от большинства ранних исследований, показав меньшую точность МСКТ в прогнози-

Таблица 3

**Диагностическая способность МСКТ с в/в контрастированием
в оценке вовлечения воротной вены в работе Zhou Q. и соавт. (2018) [22]**

	Чувствительность	Специфичность	Точность
Модифицированный критерий Loyer	87 %	89 %	89 %
Модифицированный критерий Lu	83 %	96 %	92 %
Критерий Li	70 %	96 %	88 %
Длина контакта $\geq 7,3$ мм	90 %	89 %	90 %

Таблица 4

**Значения положительной прогностической ценности (ППЦ)
и отрицательной прогностической ценности (ОПЦ)
КТ-критериев вовлечения воротной вены и печеночной артерии
в работе Franken L. С. и соавт. (2021) [1]**

Критерии	ППЦ	ОПЦ
Воротная вена		
Контакт более 180°	0,8	—
Отсутствие контакта	—	1
Длина контакта более 20 мм	0,5	—
Нерегулярность стенок	0,75	—
Сужение просвета	0,8	—
Окклюзия просвета	1	—
Комбинированный критерий	0,85	—
Печеночная артерия		
Контакт с двух сторон	0,5	—
Отсутствие контакта	—	0,94
Длина контакта более 20 мм	0,67	—
Нерегулярность стенок	0,6	—
Стеноз просвета	1	—
Окклюзия просвета	1	—
Комбинированный критерий	0,5	—

ровании сосудистого поражения, особенно ПА. В частности, данные о длине контакта не совпадают с высокими показателями точности, описанными Zhou Q. и соавт. (2018, 2021) [21, 22]. Авторы также впервые отмечают ограничения морфологической верификации из-за особенностей подготовки материала при ВХК и отсутствие четкого понимания, какой слой сосудистой стенки определяет вовлечение [12].

В исследовании Lee D. Н. и соавт. (2022), в котором участвовали рентгенологи с различным уровнем профессионального опыта (трое со стажем работы 6–10 лет и один со стажем 2 года), использовались критерии сосудистого вовлечения, аналогичные приведенным в ранее опубликованных работах: контакт опухоли с сосудом более 180°, окклюзия, деформация контуров сосуда и опухо-

левый тромбоз [7]. Критерий контакта опухоли с сосудом более 180° продемонстрировал высокую диагностическую надежность: чувствительность и специфичность у опытных рентгенологов составили 70–71,4 % и 77,5–98,1 % соответственно. При этом авторы не проводили отдельного анализа данного критерия для ПА и ВВ. Показатели чувствительности, специфичности и точности в оценке вовлечения ПА и ВВ с помощью МСКТ с в/в контрастированием представлены в таблице 5. Следует отметить, что у менее опытного рентгенолога отмечено наименьшее значение чувствительности при оценке вовлечения ВВ.

Исследование Lee D. Н. и соавт. (2022) имеет ряд ограничений. Во-первых, авторы рассматривают одновременно вовлечение конfluence долевых желчных протоков, общего желчного

Таблица 5

**Показатели чувствительности, специфичности и точности
в оценке вовлечения печеночной артерии и воротной вены
с помощью МСКТ с в/в контрастированием в работе Lee D. H.
и соавт. (2022) [7]**

	Чувствительность	Специфичность	Точность
Печеночная артерия	30–70 %	77,5–99,0 %	76,8–92,9 %
Воротная вена	28,6–71,4 %	97,1–99,0 %	94,6–96,4 %

протока и его дистальных отделов как единый вариант внепеченочного рака желчных протоков, что потенциально может искажать окончательные показатели вовлечения ПА и ВВ при сравнении с вышеперечисленными работами. Во-вторых, согласованность между рентгенологами при оценке сосудистого вовлечения была слабая, особенно в отношении ВВ.

В исследовании Yoo J. и соавт. (2023), в котором сравнивались возможности МСКТ с в/в контрастированием и МРТ с мультирезонансной холангиопанкреатографией при оценке резектабельности внепеченочного рака желчных протоков, были включены пациенты с ВХК и дистальной холангиокарциномой, у которых анализировали вовлечение ПА и ВВ [18].

Показатели чувствительности, специфичности и точности при оценке вовлечения ПА и ВВ по данным МСКТ с в/в контрастированием представлены в таблице 6.

Авторы сообщили о высоких значениях точности при использовании критерия контакта опухоли с сосудом более 180°, составляющих 88,2–97,8 %. При этом отмечено, что точность снижалась, если за вовлечение принимался контакт менее 180°, однако не уточняется, какие именно сосуды оценивались.

Исследование Yoo J. и соавт. (2023) имеет похожие ограничения с работой Lee D. H. и соавт. (2022): в анализ включены пациенты как с ВХК, так и с дистальной холангиокарциномой. Кроме того, авторы также отметили слабую согласованность между рентгенологами при оценке вовлечения воротной вены ($\kappa = 0,365$).

В работе Zhang J. Z. и соавт. (2023) оценивалась точность трехмерной визуализации (ТВ) в определении резектабельности ВХК по сравнению с МСКТ с в/в контрастированием [19]. Авторы также анализировали сосудистое вовлечение по критериям, сходным с ранее упомянутыми исследованиями [7].

Таблица 6

**Показатели чувствительности, специфичности и точности
в оценке вовлечения печеночной артерии и воротной вены
с помощью МСКТ с в/в контрастированием в работе Yoo J. и соавт. (2023) [18]**

	Чувствительность	Специфичность	Точность ¹
Печеночная артерия	91,7 %	46,9 %	47,5 %
Воротная вена	50 %	97,3 %	96,0 %

Примечание: ¹ – показатели чувствительности, специфичности и точности представлены в виде объединенных значений по данным нескольких рентгенологов.

Показано, что точность оценки вовлечения ПА при использовании ТВ была выше, чем при МСКТ, — 84,4 и 79,8 % соответственно, что авторы объясняют возможностью свободного вращения реконструированных изображений. В то же время точность оценки вовлечения ВВ при ТВ оказалась несколько ниже, чем при МСКТ, — 81,8 и 83,6 % соответственно, вероятно, вследствие большего диаметра ВВ, затрудняющего точную визуализацию контакта опухоли с сосудом.

Значимые исследования также представлены в оценке вовлечения магистральных сосудов при РПЖ. Среди последних работ интерес представляет работа Habib J. R. и соавт. (2020), где предложены два КТ-признака вовлечения верхней брыжеечной артерии (ВБА): halo и string [3]. Первый характеризуется контактом опухоли более чем на 180° с сохранением стенок и просвета артерии, что трактуется как отсутствие вовлечения. Второй, напротив, сопровождается сужением просвета и указывает на поражение ВБА. Авторы отмечают, что при признаке halo возможна резектабельность и выполнение R0-резекции, что отличается от традиционного подхода, при котором контакт более 180° считается критерием вовлечения сосуда.

В отечественных исследованиях тема вовлечения магистральных сосудов при ВХК освещена ограниченно, преимущественно в виде отдельных тезисов и постерных докладов на научных конференциях, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований.

Заключение

МСКТ с в/в контрастированием остается методом выбора в предоперационной оценке резектабельности ВХК, позволяя избежать неоправданных операций.

В большинстве исследований применяются критерии сосудистого вовлечения, разработанные для РПЖ, что обусловлено сходством морфологиче-

ских характеристик этих опухолей: стеноз, окклюзия, деформация контуров и контакт опухоли с сосудом более 180°. Однако в вышеперечисленных исследованиях отмечается вариабельность диагностической точности последнего критерия, а также различия в пороговых значениях длины контакта опухоли с сосудом. Артериальная извитость при этом рассматривается лишь в отдельных публикациях.

Таким образом, оценка вовлечения магистральных сосудов печени с помощью МСКТ остается сложной задачей, требующей учета множества факторов, влияющих на качество изображения и точность оценки. Результаты исследований показывают значительную вариабельность в анализе вовлечения ПА и ВВ, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в данной области.

Список источников / References

1. Franken L. C., Coelen R. J. S., Erdmann J. I., Verheij J., Kop M. P., van Gulik T. M., Phoa S. S. Multidetector computed tomography assessment of vascular involvement in perihilar cholangiocarcinoma. *Quant Imaging Med Surg.* 2021; 11(11):4514-452. <https://doi.org/10.21037/qims-21-833>
2. Gaspersz M. P., Buettner S., Roos E., van Vugt J. L. A., Coelen R. J. S., Vugts J., Wiggers J. K., Allen P. J., Besselink M. G., Busch O. R. C., Belt E. J., D'Angelica M. I., DeMatteo R. P., de Jonge J., Kingham T. P., Polak W. G., Willemssen F. E. J. A., van Gulik T. M., Jarnagin W. R., Ijzermans J. N. M., Groot Koerkamp B. A preoperative prognostic model to predict surgical success in patients with perihilar cholangiocarcinoma. *J. Surg. Oncol.* 2018;118:469-476. <https://doi.org/10.1002/jso.25174>
3. Habib J. R., Kinny-Köster B., van Oosten F., Javed A. A., Cameron J. L., Lafaro K. J., Burkhart R. A., Burns W. R., He J., Thomp-

- son E. D., Fishman E. K., Wolfgang C. L. Periadventitial dissection of the superior mesenteric artery for locally advanced pancreatic cancer: Surgical planning with the «halo sign» and «string sign». *Surgery*. 2021;169(5):1026-1031.
<https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.08.031>
4. Joo I., Lee J. M., Yoon J. H. Imaging Diagnosis of Intrahepatic and Perihilar Cholangiocarcinoma: Recent Advances and Challenges. *Radiology*. 2018;288(1): 7-13.
<https://doi.org/10.1148/radiol.2018171187>
5. Kawano F., Yoshioka R., Ichida H., Mise Y., Saiura A. Essential updates 2021/2022: Update in surgical strategy for perihilar cholangiocarcinoma. *Ann Gastroenterol Surg*. 2023;7(6):848-855.
<https://doi.org/10.1002/ags3.12734>
6. Kim M. P., Li X., Deng J., Zhang Y., Dai B., Allton K. L., Hughes T. G., Siangco C., Augustine J. J., Kang Y., McDaniel J. M., Xiong S., Koay E. J., McAllister F., Bristow C. A., Heffernan T. P., Maitra A., Liu B., Barton M. C., Wasylshen A. R., Fleming J. B., Lozano G. Oncogenic KRAS Recruits an Expansive Transcriptional Network through Mutant p53 to Drive Pancreatic Cancer Metastasis. *Cancer Discov*. 2021;11(8):2094-2111.
<https://doi.org/10.1158/2159-8290.CD-20-1228>
7. Lee D. H., Kim B., Lee J. M., Lee E. S., Choi M. H., Kim H. Multidetector CT of Extrahepatic Bile Duct Cancer: Diagnostic Performance of Tumor Resectability and Interreader Agreement. *Radiology*. 2022;304(1):96-105.
<https://doi.org/10.1148/radiol.212132>
8. Lendvai G., Szekerczés T., Illyés I., Dóra R., Kontsek E., Gógl A., Kiss A., Werling K., Kovalszky I., Schaff Z., Borka K. Cholangiocarcinoma: Classification, Histopathology and Molecular Carcinogenesis. *Pathol Oncol Res*. 2020;26:3-15.
<https://doi.org/10.1007/s12253-018-0491-8>
9. Loyer E. M., David C. L., Dubrow R. A., Evans D. B., Charnsangavej C. Vascular involvement in pancreatic adenocarcinoma: reassessment by thin-section CT. *Abdom Imaging*. 1996;21:202-206.
<https://doi.org/10.1007/s002619900046>
10. Lu D. S., Reber H. A., Krasny R. M., Kadell B. M., Sayre J. Local staging of pancreatic cancer: criteria for unresectability of major vessels as revealed by pancreatic-phase, thin-section helical CT. *AJR Am. J. Roentgenol*. 1997;168:1439-1443.
<https://doi.org/10.2214/ajr.168.6.9168704>
11. Otto C. C., Mantas A., Heij L. R., Heise D., Dewulf M., Lang S. A., Ulmer T. F., Dahl E., Bruners P., Neumann U. P., Bednarsch J. Preoperative predictors for non-resectability in perihilar cholangiocarcinoma. *World J. Surg Onc*. 2024;22:48.
<https://doi.org/10.1186/s12957-024-03329-1>
12. Roos E., Franken L. C., Soer E. C., van Hooft J. E., Takkenberg R. B., Klümpen H. J., Wilmink J. W., van de Vijver M. J., van Gulik T. M., Verheij J. Lost in translation: confusion on resection and dissection planes hampers the interpretation of pathology reports for perihilar cholangiocarcinoma. *Virchows Arch*. 2019;475:435-443.
<https://doi.org/10.1007/s00428-019-02621-w>
13. Sapisochin G., Ivanics T., Subramanian V., Doyle M., Heimbach J. K., Hong J. C. Multidisciplinary treatment for hilar and intrahepatic cholangiocarcinoma: a review of the general principles. *Int J. Surg*. 2020;82s:77-81.
<https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.04.067>
14. Sharma P., Yadav S. Demographics, tumor characteristics, treatment, and survival of patients with Klatskin tumors. *Ann Gastroenterol*. 2018;31(2):231-236.
<https://doi.org/10.20524/aog.2018.0233>
15. van Keulen A. M., Franssen S., van der Geest L. G., de Boer M. T., Coenraad M., van Driel L. M. J. W., Erdmann J. I., Haj Mohammad N., Heij L., Klümpen

- H. J., Tjwa E., Valkenburg-van Iersel L., Verheij J., Groot Koerkamp B., Olthof P. B. Nationwide treatment and outcomes of perihilar cholangiocarcinoma. *Liver Int.* 2021;41(8):1945-1953.
<https://doi.org/10.1111/liv.14856>
16. Wiggers J. K., Groot Koerkamp B., van Klaveren D., Coelen R. J., Nio C. Y., Allen P. J., Besselink M. G., Busch O. R., D'Angelica M. I., DeMatteo R. P., Kingham T. P., van Gulik T. M., Jarnagin W. R. Preoperative Risk Score to Predict Occult Metastatic or Locally Advanced Disease in Patients with Resectable Perihilar Cholangiocarcinoma on Imaging. *J. Am. Coll Surg.* 2018;227:238-246.e2.
<https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2018.03.041>
17. Yong Y. S., Lee Z. R., Soh Y. T., Low S. C. Preoperative Imaging Assessment and Staging of Perihilar Cholangiocarcinoma: Tips and Pitfalls. *J. Korean Soc Radiol.* 2025;86(1):45-67.
<https://doi.org/10.3348/jksr.2024.0055>
18. Yoo J., Lee J. M., Kang H. J., Bae J. S., Jeon S. K., Yoon J. H. Comparison Between Contrast-Enhanced Computed Tomography and Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging With Magnetic Resonance Cholangiopancreatography for Resectability Assessment in Extrahepatic Cholangiocarcinoma. *Korean J. Radiol.* 2023;24(10):983-995.
<https://doi.org/10.3348/kjr.2023.0368>
19. Zhang J. Z., Yang C. X., Gao S., Bu J. F., Li Q. Q., Wang H. L., Yang K. N., Tong S. S., Qian L. J., Zhang J., Hua R., Sun Y. W., Yan J. Y., Chen W. Three-dimensional visualization and evaluation of hilar cholangiocarcinoma resectability and proposal of a new classification. *World J. Surg Onc.* 2023;21:239.
<https://doi.org/10.1186/s12957-023-03126-2>
20. Zhang X., Liu H. Klatskin Tumor: A Population-Based Study of Incidence and Survival. *Med Sci Monit.* 2019;25:4503-4512.
<https://doi.org/10.12659/MSM.914987>
21. Zhou Q., Dong G., Zhu Q., Qiu Y., Mao L., Chen J., Zhou K., Hu A., He J. Modification and comparison of CT criteria in the preoperative assessment of hepatic arterial invasion by hilar cholangiocarcinoma. *Abdom Radiol (NY).* 2021;46(5):1922-1930.
<https://doi.org/10.1007/s00261-020-02849-0>
22. Zhou Q., Guan Y., Mao L., Zhu Y., Chen J., Shi J., Tang M., Qiu Y., Zhu B., He J. Modification and establishment of CT criteria in preoperative assessment of portal venous invasion by hilar cholangiocarcinoma. *HPB (Oxford).* 2018;20(12):1163-1171.
<https://doi.org/10.1016/j.hpb.2018.05.013>

Сведения об авторах / Information about the authors

Скворцов Родион Александрович, врач-рентгенолог, аспирант специальности лучевой диагностики ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции, сбор данных, написание текста статьи.

Skvortsov Rodion Alexandrovich, radiologist, postgraduate student of the radiology department of GBUZ Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia.

Author's contribution: conceptualization, data collection and analysis, writing the text draft.

Кулезнева Юлия Валерьевна, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела лучевых методов диагностики и лечения ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.

Вклад автора: формирование концепции, редактирование текста статьи.

Kulezneva Yuliya Valer'evna, PhD, professor, Head of the Department of Radiological methods of Diagnostics and Treatment of GBUZ Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia.
Author's contribution: conceptualization, editing.

Ефанов Михаил Германович, доктор медицинских наук, профессор, руководитель отдела гепатопанкреатобилиарной хирургии ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.
Вклад автора: формирование концепции, редактирование текста статьи.

Efanov Mikhail Germanovich, PhD, professor, head of the Department of Hepatopancreatobiliary Surgery of GBUZ Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia.
Author's contribution: conceptualization, editing.

Лесько Константин Александрович, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог ГБУЗ «Московский клинический научный центр им. А. С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия.
Вклад автора: формирование концепции, редактирование текста статьи.

Lesko Konstantin Alexandrovich, candidate of Medical Sciences, radiologist of GBUZ Moscow Clinical Scientific Center named after Loginov MHD, Moscow, Russia.
Author's contribution: conceptualization, editing.

Статья поступила в редакцию 06.10.2025;
одобрена после рецензирования 20.10.2025;
принята к публикации 20.10.2025.

The article was submitted 06.10.2025;
approved after reviewing 20.10.2025;
accepted for publication 20.10.2025.



Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики патологии органов головы и шеи»

Scientific and Practical Conference Report «Radiological Actual questions in head and neck pathology»

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Городская клиническая больница имени С. С. Юдина Департамента здравоохранения г. Москвы», Фонд развития лучевой диагностики и Научно-образовательный институт стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, ООО «Центральный научно-исследовательский институт

лучевой диагностики» провели научно-практическую конференцию «Актуальные вопросы лучевой диагностики патологии головы и шеи» **16 октября 2025 г.** в конференц-зале ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина ДЗМ» в очном формате.

К участию в работе конференции были приглашены многие сотрудники медицинских, научных и образовательных учреждений, врачи-рентгенологи,

ординаторы, а также представители фирм, выпускающих продукцию медицинского назначения. Всего в работе конференции приняли участие более 80 специалистов, преимущественно из города Москвы и Московской области (рис. 1).

Мероприятие было организовано при содействии ведущих отечественных производителей и дистрибьюторов медицинской техники. Спонсорами конференции выступили компании АО «МТЛ», НПАО «АМИКО», ООО «ТД «Пульс», а также компания-участник АО «БАЙЕР». Информационная поддержка осуществлялась журналом «Радиология — практика» и интернет-порталом www.unionrad.ru

Открытие конференции состоялось с приветственных слов кандидата медицинских наук, заместителя главного врача по медицинской части ГКБ имени С. С. Юдина Партса С. А., кандидата медицинских наук, заведующего центром комплексной диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина» Нечаева В. А. и доктора медицинских наук, профессора Юдина А. Л. (рис. 2).

Согласно программе, с первым докладом «Диагностика лимфом ЦНС»

выступила доктор медицинских наук, профессор РАН, главный научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России Захарова Н. Е. Она продемонстрировала сложность диагностики данного типа опухолей и возможности различных лучевых методик исследования в дифференциальной диагностике с другими заболеваниями головного мозга.

Об определении посттерапевтических изменений при лечении опухолей головного мозга доложил кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России Баталов А. И. В лекции были освещены аспекты применения КТ и МРТ в дифференциальной диагностике различных состояний после проведенного лучения опухолей головного мозга.

Далее участникам конференции были представлены алгоритм обследования и подводные камни нейровизуализации пациентов с ишемическим инсультом. Кандидат медицинских наук,



Рис. 1. Участники конференции



Рис. 2. Председатели конференции кандидат медицинских наук Парте С. А., доктор медицинских наук, профессор Юдин А. Л., кандидат медицинских наук Нечаев В. А. (слева направо)

старший научный сотрудник ФГБУ «Федеральный центр мозга и нейротехнологий» ФМБА России Губский И. Л. представил алгоритм обследования и проблемы нейровизуализации пациентов с ишемическим инсультом. Был продемонстрирован современный подход к проведению и интерпретации лучевых исследований при подозрении ишемического инсульта у пациента согласно клиническим рекомендациям (рис. 3).

При поддержке компании Bayer о возможностях лучевой диагностики сосудистых причин головной боли выступила Кремнева Е. И., доктор медицинских наук, старший научный сотрудник,

врач-рентгенолог ФГБНУ «Российский центр неврологии и нейронаук».

Далее об особенностях лучевой диагностики травм челюстно-лицевой области доложил доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Лежнев Д. А.

В докладе «Лучевая диагностика остеодеструктивных и остеонекротических процессов челюстей» кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВО «Российский



Рис. 3. Пленарная часть конференции: доктор медицинских наук, профессор РАН Захарова Н. Е. (а), кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Баталов А. И. (б), кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Губский И. Л. (в)

университет медицины» Минздрава России Доброхотова М. О. продемонстрировала дифференциально диагностические критерии различных патологических процессов челюстно-лицевой области, которые сопровождаются разрушением костной ткани.

Заместитель директора по развитию НПАО «АМИКО» Городецкий А. О. представил новое поколение рентгеновских аппаратов, в том числе зарегистрированный в России компьютерный томограф.

Про возможности методов лучевой диагностики в выявлении признаков и причин пареза гортани доложил кандидат медицинских наук, заведующий центром комплексной диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина ДЗМ» Нечаев В. А.

После небольшого перерыва, во время которого было предусмотрено посещение участниками конференции выставочной экспозиции, подготовленной спонсорами конференции, с докладом «Лучевая диагностика инородных тел области головы и шеи» выступила Степанова Е. А., доктор медицинских наук, заведующая кафедрой лучевой диагностики ГБУЗ МО «МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского», руководитель отдела лучевой диагностики, главный внештатный специалист по лучевой диагностике Московской области.

Заместитель генерального директора АО «Медицинские технологии Лтд» Шокина С. Ю. посвятила свое выступление современным технологиям в уточняющей диагностике.

О последовательности лучевой диагностики пациентов со злокачественными

новообразованиями орофарингеальной зоны сообщила кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по медицинской части Клиники имени профессора Ю. Н. Касаткина ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, доцент кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности имени академиков А. С. Павлова и Ф. Г. Короткова ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России Перфильева О. М.

Далее о сложности выявления рецидивов опухолей области головы и шеи при проведении различных лучевых методик исследования доложила Наумова Д. И., кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина ДЗМ».

Кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог отделения лучевой диагностики ГБУЗ «ГКБ имени С. С. Юдина ДЗМ» Гончар А. П. продемонстрировала широкий спектр осложнений течения опухолей области головы и шеи, которые могут встречаться в практике врача-рентгенолога.

В заключительном докладе Манучарян М. А., врач-радиолог отделения радиологии Клиники имени профессора Ю. Н. Касаткина ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ, представила доклад, посвященный возможностям применения ПЭТ/КТ с ФДГ в оценке эффективности лечения ЗНО орофарингеальной области.

Научно-практическая конференция закончилась кратким подведением итогов, обсуждением докладов, обменом опытом и общением коллег.



Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные проблемы лучевой диагностики в северном регионе»

Scientific and Practical Conference Report «Actual problems of Radiology in in the northern region (of Russia)»

21 ноября 2025 г. на базе Сургутского государственного университета в шестой раз прошла научно-практическая конференция «Актуальные проблемы лучевой диагностики в северном регионе», где присутствовали ведущие эксперты в сфере лучевой диагностики Москвы, Сургута, Нижнего Новгорода, Омска, Волгограда и Кургана. Всего в работе конференции приняли участие 120 человек (рис. 1).

В качестве организаторов выступили: БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа — Югры «Сургутский государственный университет», БУ «Сургутская окружная клиническая больница», ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики, Фонд развития лучевой диагностики.



Рис. 1. Слушатели научно-практической конференции

Спонсорами конференции выступили АО «МТЛ», ООО «ТД «Пульс», а также компании-участницы АО «Р-Фарм», ООО «ДжиИ Хэлскеа Фарма» и ООО «ФИЛИПС».

Конференцию открыл член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики с/ф НОИ стоматологии им А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Васильев Александр Юрьевич (г. Москва). В своем докладе «ИИ в лучевой диагностике. Настоящее и будущее» он отметил, что Россия, где сейчас на государственном уровне происходит комплексный процесс цифровизации здравоохранения, является безусловным лидером в использовании искусственного интеллекта в медицине. При этом важно понимать, что ИИ — это инструмент, а не замена врача. В процессе активной дискуссии обсуждались не только возможности ИИ, но и новые рентгеновские технологии и перспективы их использования.

Второе выступление Васильева Александра Юрьевича «Лучевая диагностика

огнестрельной травмы» отражало особенности оказания диагностической помощи в условиях военной деятельности (рис. 2).

Большой интерес аудитории вызвал доклад «Диагностика острой хирургической патологии у ВИЧ-инфицированных пациентов с впервые выявленными неходжкинскими лимфомами» доктора медицинских наук, профессора, заведующего кафедрой многопрофильной клинической подготовки СурГУ, руководителя рентгеновского отделения Климовой Натальи Валерьевны (г. Сургут). После оживленного обсуждения присутствующие высоко оценили глубокое изучение этой сложной патологии.

Доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики с/ф НОИ стоматологии им А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Лежнев Дмитрий Анатольевич (г. Москва) выступил с докладом «Компьютерная томография в оценке вариативной анатомии и диагностике патологии околоносовых пазух и полости носа». Обозначенная тема привела к активной дискуссии присутствующих, большин-



Рис. 3. Президиум (а) и пленарный доклад члена-корреспондента РАН, профессора Васильева А. Ю. (б)

ство из которых постоянно сталкиваются с этими заболеваниями.

Доклады «Эхинококковая болезнь «с головы до пят» доктора медицинских наук, профессора, заслуженного врача России, заведующего рентгеновским отделением БУЗОО «Городская клиническая больница № 1» (г. Омск) Доровских Галины Николаевны, «Спондилодисциты: алгоритм лучевой диагностики» доктора медицинских наук, главного научного сотрудника лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики, заведующего рентгеновским отделением ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. акад. Г. А. Илизарова» (г. Курган) Дьячкова Константина Александровича сопровождалась дискуссией и активным участием аудитории. Коллеги обменивались профессиональным

опытом, совместно разбирали сложные клинические случаи и искали оптимальные диагностические решения для работы в непростых условиях.

Перфильева Оксана Михайловна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности им. акад. А. С. Павлова и Ф. Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО МЗ РФ (г. Москва), представила доклад «Лучевая диагностика при первичном обследовании пациентов с опухолями головы и шеи», который принес коллегам новые знания об этой достаточно редкой и сложной патологии.

Новые и уникальные разработки в области лучевой диагностики представили:

Клюев Евгений Александрович, врач-рентгенолог, ассистент кафедры лучевой диагностики Приволжского исследова-



Рис. 3. Лекторский состав конференции

тельского медицинского университета (г. Нижний Новгород), — «Применение амилоидного протонного трансфера в диагностике опухолей головного мозга»;

Шокина Светлана Юрьевна, заместитель генерального директора АО «Медицинские технологии Лтд» (АО «МТЛ») (г. Москва), — «Российская цифровая рентгенология: инновации, технологии, перспективы»;

Шелепов Даниил Константинович, специалист направлений КТ и МРТ Philips (г. Москва), — «Технологии визуализации на основе ИИ»;

Наумова Дарья Игоревна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. С. Юдина ДЗМ» (г. Москва), — «Новые рентгеновские технологии последних лет».

Дальнейшие доклады были связаны с актуальными вопросами лучевой диагностики различных заболеваний.

Обраменко Ирина Евгеньевна, доктор медицинских наук, доцент кафедры лучевой, функциональной и лабораторной диагностики ИНМФО ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» (г. Волгоград), представила сообщение «МРТ при воспалительных заболеваниях суставов»; Буренчев Дмитрий Владимирович, доктор медицинских наук, заведующий отделением рентгенологических и радиоизотопных методов исследования ГКБ им. А. К. Ерамишанцева (г. Москва), со-

общил о том, как коморбидность влияет на выбор контрастного препарата; Наумова Дарья Игоревна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. С. Юдина ДЗМ» (г. Москва), представила тему «Лучевая диагностика рецидивов опухолей орофарингеальной зоны»; Нечаев Валентин Александрович, кандидат медицинских наук, зав. центром комплексной диагностики ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С. С. Юдина ДЗМ» (г. Москва), показал возможности методов лучевой диагностики в оценке несостоятельности колоректального анастомоза и дал оценку местной распространенности рака поджелудочной железы при КТ. Все доклады вызвали активную дискуссию не только среди рентгенологов, но и хирургов.

Особое внимание у аудитории вызвал заключительный доклад заведующего отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения БУ «Сургутская окружная клиническая больница» (г. Сургут) Кан Павла Бен-Хоевича, который выступил с докладом «Роль КТ-ангиографии нижних конечностей у пациентов с заболеваниями периферических артерий. Взгляд рентгенэндоваскулярного хирурга» (рис. 3).

Научно-практическая конференция закончилась кратким подведением итогов, обсуждением докладов, обменом опытом и общением коллег.

Поздравление с юбилеем Кокова Леонида Сергеевича

Congratulations on the Anniversary of Leonid S. Kokov



Леонид Сергеевич Коков родился 25 ноября 1955 года.

В 1979 г. окончил 2-й Московский ордена Ленина государственный медицинский институт им. Н. И. Пирогова (с 1991 года — Российский государственный медицинский университет, РНИМУ им. Н. И. Пирогова) Минздрава России.

В 1984 г. защитил кандидатскую диссертацию «Оценка и коррекция нарушений бронхиального кровообращения при хирургическом лечении тетрады Фалло», в 1992 г. защитил докторскую диссертацию «Чрескожная катетерная баллонная вальвулопластика при митральном стенозе».

В 1995 г. присвоено звание профессора, в 2007 г. — член-корреспондент РАМН, в 2014-м — член-корреспондент РАН, с 2019 г. — академик РАН — отделение медицинских наук.

Профессиональная деятельность Кокова Л. С. началась в ФГБУ «На-

циональный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ранее — Институт хирургии имени А. В. Вишневского АМН СССР), где он прошел путь от стажера-исследователя до руководителя отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения, заместителя директора института.

С 2011 г. Леонид Сергеевич — заведующий научным отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, руководитель отдела неотложной кардиологии и сердечно-сосудистой хирургии, руководитель отдела лучевой диагностики ГБУЗ «НИИ СП им. Н. В. Склифосовского ДЗМ».

С 1994 г. — заведующий кафедрой лучевой диагностики факультета последипломного профессионального образования врачей «ПМГМУ им. И. М. Сеченова» Минздрава России.

В настоящее время — заведующий кафедрой рентгенэндоваскулярной и сосудистой хирургии ФДПО ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава Российской Федерации (ранее — Московский государственный медико-стоматологический университет им. А. И. Евдокимова), преподает в Учебном центре НИИ Склифосовского. Является главным редактором журнала «Диагностическая и интервенционная радиология», членом редколлегий журналов «Ангиология и сосудистая хирургия» и редколлегии «Международного журнала интервенционной кардиоангиологии».

Л. С. Коков — автор более 650 научных работ, из них 24 монографий, трех атласов и учебных пособий, 6 руководств по рентгенэндоваскулярной хирургии и 26 патентов.

Академик Коков Л. С. — один из ведущих советских и российских ученых и эндоваскулярных хирургов, специалист в ангиологии, физиологии кровообращения и дыхания, а также интервенционной радиологии. Леонид Серге-

евич — заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства России в области науки и техники, награжден орденом Петра Великого I степени, медалями и почетными грамотами.

Леонид Сергеевич разработал малотравматичные методы и инструменты для лечения сердечно-сосудистых заболеваний, включая пороки сердца у детей и беременных. Его исследования стали основой современных подходов к эндопротезированию и лечению критической ишемии и опухолевых поражений, значительно расширив возможности помощи пациентам.

Под его руководством впервые в стране были выполнены рентгенэндоваскулярная окклюзия коллатералей легких и чрескожная окклюзия ветвей воротной вены у онкологических пациентов.

Исследования академика Кокова Л. С. дали фундаментальную основу патофизиологии легочного и бронхиального кровообращения при пороках сердца и обоснования для новых эндоваскулярных способов лечения.

**Редакция журнала «Радиология — практика»,
профессиональная общественность, коллеги и друзья
сердечно поздравляют Леонида Сергеевича с юбилеем,
желают здоровья на долгие годы, благополучия, новых творческих идей!**

Некролог памяти профессора Соколова Александра Анатольевича

In Memory of Professor Alexander A. Sokolov



05.04.1952 – 21.11.2025

21 ноября 2025 г. на 74-м году жизни после продолжительной болезни скончался профессор Александр Анатольевич Соколов, вся жизнь которого была неразрывно связана с Тверским государственным медицинским университетом.

Александр Анатольевич родился 5 апреля 1952 г. в городе Бежецке Калининской области. В 1969 г. он окончил школу № 4 в Бежецке и поступил в Калининский государственный медицинский институт (КГМИ). В 1975 г. успешно завершил обучение по специальности «лечебное дело».

Его профессиональный путь начался в 1975 г. с должности заведующего хирургическим отделением Жарковской центральной районной больницы. С

1979 по 1984 г. он работал врачом-рентгенологом в центре контрастных внутрисосудистых и внутрисердечных методов исследования.

С 1984 по 1987 г. Александр Анатольевич обучался в очной аспирантуре КГМИ на кафедре медицинской радиологии и рентгенологии. В 1989 г. он успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему «Артериальная окклюзия при раке почки и профилактика возможных осложнений».

С 1987 г. началась его плодотворная научно-педагогическая деятельность в alma mater: он работал ассистентом кафедры рентгенологии и медицинской радиологии КГМИ, а с 1994 г. — доцентом кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Тверской медицинской

академии. С 1998 по 2000 г. проходил обучение в докторантуре при ТГМА. Докторскую диссертацию на тему «Варикозное расширение гонадных вен и его рентгенэндоваскулярное лечение» защитил в 2002 г. в Российском научном центре рентгенорадиологии МЗ РФ.

С 2002 по 2019 г. Александр Анатольевич возглавлял кафедру лучевой диагностики и лучевой терапии с курсами рентгеностоматологии ФПДО, ПК и ППС. Он является автором 121 научной публикации, 1 изобретения и 12 радио-

нализаторских предложений. Под его руководством на кафедре проводились исследования по теме «Комплексная лучевая диагностика заболеваний репродуктивной системы» и были подготовлены 2 кандидатские диссертации.

До 2019 г. Александр Анатольевич являлся внештатным специалистом Министерства здравоохранения Тверской области по лучевой диагностике и инструментальным методам исследования, а также возглавлял аттестационную комиссию по лучевой диагностике.

**Редакция журнала «Радиология — практика»,
коллектив Тверского государственного медицинского университета
и профессиональная медицинская общественность
выражают соболезнования родным и близким Александра Анатольевича.**

Светлая память!

Некролог памяти профессора Дударева Анатолия Лукича

In Memory of Professor Anatoli L. Dudarev



24.11.1936 – 21.11.2025

С глубоким прискорбием сообщаем о кончине Дударева Анатолия Лукича — выдающегося специалиста в области радиологии, полковника медицинской службы, доктора медицинских наук, профессора и лауреата премии Совета Министров СССР.

Анатолий Лукич родился 24 ноября 1936 г. в городе Ельце Липецкой области. Окончив с отличием Военно-медицинскую академию в 1960 г., он посвятил свою жизнь развитию медицинской службы и радиологии. С 1960 по 1965 г.

он возглавлял рентгеновские отделения в лазаретах войсковых частей и военных госпиталях. После обучения на факультете руководящего медицинского состава ВМедА с 1965 по 1967 г. он в течение трех лет руководил отделением лучевой терапии и радиоизотопной диагностики военного госпиталя в Байконуре.

За свою выдающуюся деятельность Анатолий Лукич был удостоен звания академика академии информатизации в 1992 г. и заслужил признание коллег и ученых по всему миру.

**Редакция журнала «Радиология — практика»
и профессиональное медицинское сообщество
выражают глубокие соболезнования родным и близким Анатолия Лукича.**

Светлая память о нем навсегда останется в наших сердцах!

ВСЁ ДЛЯ РЕНТГЕНОДИАГНОСТИКИ



НПАО «АМИКО» является одним 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

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 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 Иванов¹, Михаил Иванович Сидоров²
 - **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 Иванов¹, Михаил Иванович Сидоров²
¹ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова, Москва, Россия
² 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:
¹ электронная почта, [https://orcid.org/...](https://orcid.org/)
² 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, фамилия¹, имя, отчество, фамилия², имя, отчество, фамилия³

¹ ФГБОУ ВО «Название учреждения» Минздрава России, Москва, Россия

^{2,3} ФГБОУ ВО «Название учреждения» Минздрава России, Пенза, Россия

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

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

³ 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. Ivanov¹, Sergey Yu. Sidorov²

— **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:

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

² 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:

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

² электронная почта, <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;х:xx-xx. (In Russ.). <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. Ivanov¹, Egor Yu. Petrov², Sergey Yu. Sidorov³

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

^{2,3} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Privolzhsky Research Medical University» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Nizhny Novgorod, Russia

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

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

³ 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;x: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, σ — 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 раскрывает 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*, *c* 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).

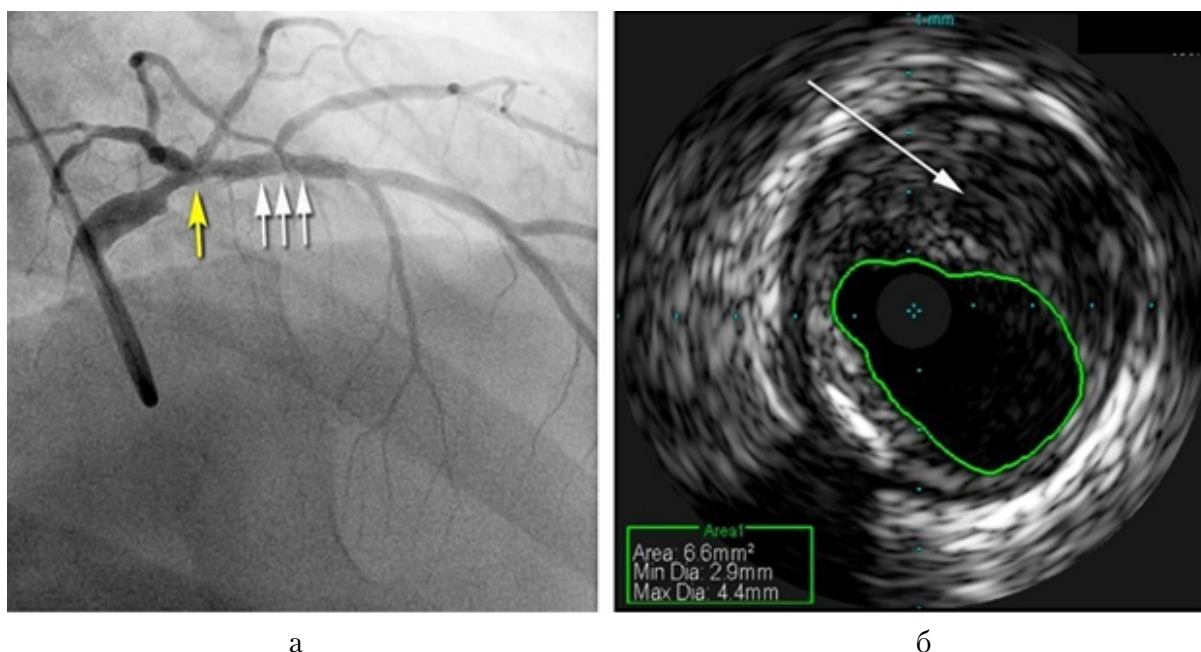


Рис. 1. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование ствола левой коронарной артерии выше зоны бифуркации: *а* — массивная атеросклеротическая бляшка в просвете ствола левой коронарной артерии (*стрелка*); *б* — «виртуальная гистология бляшки», на которой при компьютерном анализе визуализируется липидный 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)

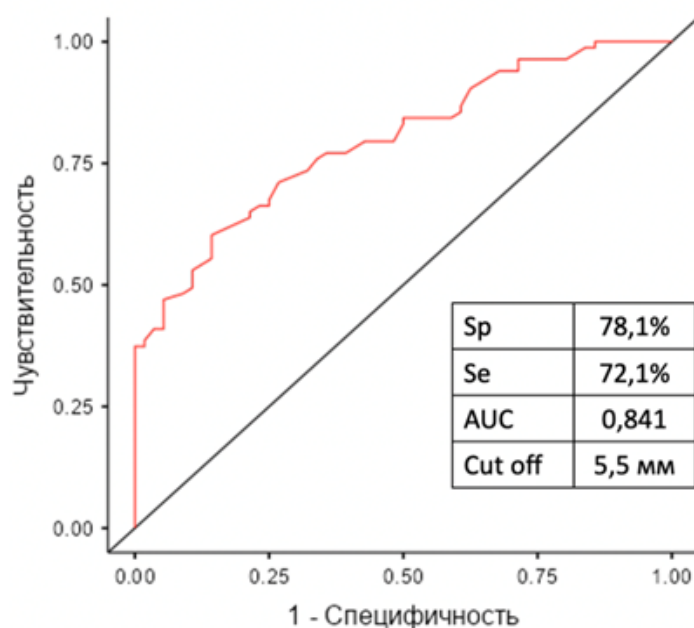


Рис. 2. ROC-анализ: сравнение размера мешотчатых аневризм и патологического контрастирования стенки аневризмы. Sp — специфичность, Se — чувствительность, AUC — площадь под кривой, Cut off — пороговое значение

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	*p < 0,01 **p < 0,01 ***p < 0,01	*p < 0,01 **p < 0,01 ***p < 0,01	*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 источников

Перечень статей в разделе «Список источников»

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>

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., Карташев 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>

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.

Перечень тех же статей в разделе «References»

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>

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>

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.

Проверить наличие **DOI статей** можно на сайте <http://search.crossref.org/> или <https://www.citethisforme.com>

Ссылки на электронные ресурсы

Любимова Э. 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.
- Служебный 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.

+7 (499) 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.

+7 (499) 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»](#).

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