

ООО «Центральный научно-исследовательский
институт лучевой диагностики»

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА

Научно-практический журнал для работников медицинской радиологической службы России

RADIOLOGY – PRACTICE

№ 5 2025



Научный рецензируемый журнал / Scientific Peer-reviewed Journal

РАДИОЛОГИЯ – ПРАКТИКА / RADIOLOGY – PRACTICE

№ 5, 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'yana 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

Обращение главного редактора / The Appeal of the Editor-in-Chief 9

**Обращение редакции к авторам
The Editorial Board's Appeal to the Authors 10**

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ ORIGINAL RESEARCH

Лучевая диагностика totally некротизированных нефробластом

Вера Алексеевна Лопатина, Анна Михайловна Митрофанова,
Маргарита Викторовна Телешева, Галина Викторовна Терещенко

Radiological Diagnostics of Totally Necrotic Nephroblastomas

Vera A. Lopatina, Anna M. Mitrofanova, Margarita V. Teleshova,
Galina V. Tereshchenko 11

**Предиктивная оценка тяжести острого панкреатита и панкреонекроза
по данным перфузионной компьютерной томографии**

Ирина Владимировна Бажухина, Наталья Валерьевна Климова

**Predictive Assessment of the Severity of Acute Pancreatitis and
Pancreatic Necrosis Based on Perfusion Computed Tomography Data**

Irina V. Bazhukhina, Natalya V. Klimova 20

**Оценка послеоперационных осложнений реверсивного
эндопротезирования плечевого сустава по данным рентгенографии
и мультисрезовой компьютерной томографии**

Павел Олегович Кошелев, Елена Алексеевна Егорова

**Assessment of Postoperative Complications after Reverse Shoulder
Arthroplasty Using Multislice Computed Tomography**

Pavel O. Koshelev, Elena A. Egorova 34

**Возможности применения нейросетевого анализа
в ультразвуковой диагностике врожденных пороков
развития плода во II триместре беременности**

А. В. Поморцев, Ю. Ю. Дьяченко, Е. А. Арутюнян,
М. А. Матосян, Л. А. Хагурова, А. С. Новикова

**Possibilities of using neural network analysis
in ultrasound diagnostics of congenital malformations
of the fetus in the second trimester of pregnancy**

Alexey V. Pomortsev, Yulia Yu. Dyachenko, Ekaterina A. Arutyunyan,
Mariam A. Matosyan, Lyubov A. Khagurova, Anastasia S. Novikova 47

ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ THE CONTINUED MEDICAL EDUCATION

Применение технологий искусственного интеллекта и программного обеспечения для измерения объема камней по данным компьютерной томографии у пациентов с мочекаменной болезнью: обзор литературы

Д. А. Варюхина, М. Л. Чехонацкая, О. А. Кондратьева,
Д. А. Бобылев, И. А. Чехонацкий

Application of Artificial Intelligence Technologies and Software for Measuring the Stones' Volume According to Computed Tomography in Patients with Urolithiasis: a Literature Review

Dar'ja A. Varjuhina, Marina L. Chehonackaja, Ol'ga A. Kondrat'eva,
Dmitrij A. Bobylev, Il'ja A. Chehonackij60

Радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия (РЭМС) – новый метод денситометрии (обзор литературы)

А. Ф. Колондаев, В. В. Макогон, М. А. Добрицына,
Н. А. Еськин, С. С. Родионова

Radiofrequency Echographic Multispectrometry (REMS) is a New Method of Densitometry (review)

Aleksandr F. Kolondaev, Valentina V. Makogon, Marina A. Dobritsyna,
Nikolai A. Es'kin, Svetlana S. Rodionova72

Возможности объемной эхографии для исследования ЦНС плода в первом триместре беременности

Оксана Владимировна Талолина

The Possibilities of Volumetric Echography for the Study of the Fetal Central Nervous System in the First Trimester of Pregnancy

Oksana V. Talolina89

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

Отчет о проведении VII съезда Национального общества нейрорадиологов

Report on the Event VII Congress of the National Society of Neuroradiology103

Отчет о проведении IX Межрегиональной научно-практической конференции «Байкальские встречи. Актуальные вопросы лучевой диагностики»

Report on the IX Interregional Scientific and Practical Conference «Baikal Meetings. Current Issues of Radiology»105

Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики: Крымская рапсодия-2.0» Report on the Scientific and Practical Conference «Topical Issues of Radiology: Crimean Rhapsody-2.0»	108
Отчет о проведении IX научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Лучевая диагностика-2025. Конкурс молодых ученых» Report on the IX Scientific and Practical Online Conference with International Participation «Radiology-2025. Competition of Young Scientists»	113
Некролог в память о Юрии Ивановиче Воробьеве Obituary in Memory of Yury I. Vorob'ev	116
Некролог в память о Галине Авраамовне Литваковской Obituary in Memory of Galina A. Litvakovskaya	118
Правила подачи и оформления статей в электронный журнал «Радиология — практика» Rules for Submitting and Formatting Articles to an Electronic Journal «Radiology — Practice»	121



Дорогие коллеги!

Мы живем в новом времени, и каждый раз новости становятся все интереснее.

Не мог не поделиться этой новостью: «Главного врача оштрафовали за то, что флюорографию пациентам делал уборщик. Этот факт выявила прокуратура в ГБУЗ АО «Бурейская районная больница» в Амурской области. Как оказалось, приказом главного врача уборщику служебных и производственных помещений оплачивалась дополнительная работа на флюорографе за счет средств ОМС. На оплату его труда ушло более 72 тысяч, предназначенных исключительно для оказания медицинских услуг населению. Против главного врача возбуждено дело о нецелевом использовании бюджетных средств. Суд назначил ему штраф в 20 тысяч. Израсходованные средства возвращены в фонд ОМС. Работа уборщика на флюорографе прекращена».

Вот прекращена. Интересно, он исследование делал в двух проекциях? Уборщик ответственный и способный. Естественно, возникает вопрос: а кто виноват? Главный врач? Руководитель рентгеновского отделения?

Есть и хорошая новость — уборщик не описывал выполненные флюорограммы. Уже радуется. Так и живем.

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

Уважаемые авторы и коллеги!

Обращаем Ваше внимание, что с 2026 года приоритетным направлением при публикации статей в журнале «Радиология — практика» являются **оригинальные** статьи и **клинические наблюдения**, соответствующие специальности 3.1.25 — лучевая диагностика.

Редакция продолжит прием обзорных статей, однако планирует публиковать не более 2 работ в одном номере.

*С уважением,
редакция журнала «Радиология — практика»*



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616.61-006

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-11-19>

Лучевая диагностика тотально некротизированных нефробластом

Вера Алексеевна Лопатина¹, Анна Михайловна Митрофанова²,
Маргарита Викторовна Телешова³, Галина Викторовна Терещенко⁴

¹⁻⁴ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия

¹ orcid.org/0000-0003-3093-8086

² orcid.org/0000-0003-0368-2708

³ orcid.org/0000-0003-4042-0125

⁴ orcid.org/0000-0001-7317-7104

Автор, ответственный за переписку: Вера Алексеевна Лопатина, Vera.Lopatina@dgoi.ru

Аннотация

Цель. Определить лучевую семиотику тотально некротизированных нефробластом.

Материалы и методы. В исследование были включены пациенты с тотально некротизированной нефробластомой, которым были выполнены МСКТ-исследования с контрастным усилением после специфической терапии. Были измерены значения фракции контрастного усиления в случайном месте опухоли. Было проведено сопоставление данных лучевой диагностики и патологической анатомии.

Результаты. В работе анализировались данные 12 пациентов. Были определены значения фракции контрастного усиления, которые составили для артериальной фазы 0,026 (2,6 %) и 0,121 (12,1 %) для венозной.

Выводы. Тотально некротизированные нефробластомы, как гистологически, так и рентгенологически, имеют однородную структуру, убедительно не накапливают контрастный препарат, могут иметь капсулу и перегородки.

Ключевые слова: нефробластома, мультиспиральная компьютерная томография, контрастное усиление, патологическая анатомия, дети

Для цитирования: Лопатина В. А., Митрофанова А. М., Телешова М. В., Терещенко Г. В. Лучевая диагностика тотально некротизированных нефробластом // Радиология — практика. 2025;5:11-19. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-11-19>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

© Лопатина В. А., Митрофанова А. М., Телешова М. В., Терещенко Г. В., 2025

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

Radiological Diagnostics of Totally Necrotic Nephroblastomas

Vera A. Lopatina¹, Anna M. Mitrofanova², Margarita V. Teleshova³,
Galina V. Tereshchenko⁴

^{1–4}The Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia

¹orcid.org/0000-0003-3093-8086

²orcid.org/0000-0003-0368-2708

³orcid.org/0000-0003-4042-0125

⁴orcid.org/0000-0001-7317-7104

Corresponding author: Vera A. Lopatina, Vera.Lopatina@dgoi.ru

Abstract

Aim. To determine the radiological semiotics of totally necrotic nephroblastoma.

Materials and Methods. The study included 12 patients with totally necrotic nephroblastoma who underwent contrast-enhanced MSCT after specific therapy. Fractional enhancement contrast values were measured at a random tumor site. Radiological diagnostic data and pathological anatomy were compared.

Results. The values of the contrast enhancement fraction were determined, which amounted to 0.026 (2.6 %) for the arterial phase and 0.121 (12.1 %) for the venous phase.

Conclusion. Totally necrotic nephroblastoma, both histologically and radiologically, have a homologous structure, do not significantly accumulate contrast agent, may have a capsule and septa.

Keywords: Nephroblastoma, Multispiral Computed Tomography, Contrast Enhancement, Anatomical Pathology, Children

For citation: Lopatina V. A., Mitrofanova A. M., Teleshova M. V., Tereshchenko G. V. Radiological Diagnostics of Totally Necrotic Nephroblastoma. *Radiology – Practice*. 2025;5:11-19. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-11-19>

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

Нефробластома (опухоль Вильмса) — одна из наиболее частых злокачественных опухолей почек у детей [2]. Частота возникновения опухоли Вильмса составляет 8,2 случая на 1 миллион детей в возрасте до 15 лет или 1 случай на 10 000 новорожденных [6]. Опухоль развивается из эмбриональных, эпителиальных и стромальных клеток в различных соотношениях, поражает паренхиму почки [1]. Согласно рекомендациям Международного общества детской онкологии (SIOP), лечение пациентов старше 6 месяцев включает предоперационную химиотерапию и последующую резекцию опухоли [8]. После операции оценивается воздействие химиотерапии на опухоль и состав жизнеспособных клеток (эпителиальных, бластемальных, стромальных) [8]. Исходя из этого, нефробластомы разделяются на разные гистологические подтипы. В соответствии с подтипами нефробластомы подразделяются на три группы риска [4]. Группа низкого риска включает в себя тотально некротизированную нефробластому. Группа средней степени злокачественности содержит стромальный, эпителиальный, смешанный, регрессивный тип, фокальную анаплазию. Группа высокого риска

включает бластемный тип и диффузную анаплазию [8].

В работе Middleton и соавт. «Radiological Response and Histological Findings in Nephroblastoma: Is the Any Correlation?» (2020) была предпринята попытка поиска корреляции между значениями степени некроза по результатам рентгенологического исследования и гистологической экспертизы. Врачом-рентгенологом оценивался процент некротизированной ткани, однако статистически достоверной корреляции выявить не удалось. Пациенты с тотально некротизированными нефробластомами не вошли в выборку для этой методики [3].

В исследовании Niaz Nilave «Correlation of CT Scan Response to Necrosis and Volume Changes With Histopathology in Children With Wilms' Tumor» некротический компонент принимали за участки плотностью менее 30,2 HU на нативных изображениях. Тотально некротизированных нефробластом в исследовании не было. Была установлена высокая корреляция процента некроза, оцениваемого по МСКТ-изображениям и полученная в результате гистологического исследования, а также умеренная корреляция между уменьшением объема опухоли до и после химиотерапии и увеличением объема некроза [5].

Тотально некротизированная нефробластома представляет собой опухоль, гистологически в которой определяется 100 % некроза [3]. В исследовании Harriet J. Rogers «An alternative approach to contrast-enhanced imaging: diffusion-weighted imaging and T1-weighted imaging identifies and quantifies necrosis in Wilms tumour» было рассчитано значение фракции контрастного усиления «fractional enhancement», где результат 33 % расценивался как порог для выявления некротической ткани [7].

МСКТ (мультиспиральная компьютерная томография) с контрастным усилением является оптимальным методом для идентификации некротической ткани в связи с характерным отсутствием накопления контраста в участках некроза. МСКТ активно применяется в предоперационной диагностике нефробластом благодаря скорости выполнения, широкой доступности и высокой информативности в оценке структуры опухоли и вовлечения сосудов. Эти характеристики особенно важны в педиатрической практике, где требуется минимизация времени исследования при сохранении диагностической точности. Наша работа посвящена детальному изучению лучевой семиотики тотально некротизированных нефробластом. Четкая дооперационная верификация степени некроза опухоли важна для выбора органосохраняющей тактики: выявление тотального некроза позволяет обоснованно отказаться от нефрэктомии в пользу резекции нефробластомы, что снижает травматичность оперативного вмешательства.

Цель: определить лучевую семиотику тотально некротизированных нефробластом.

Материалы и методы

В исследование были включены 12 пациентов с тотально некротизированной нефробластомой, проходившие лечение в НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Ро-

гачева с 2017 по 2023 г. Всем пациентам была проведена МСКТ органов брюшной полости с контрастным усилением после курсов химиотерапии перед операцией на 32-срезовом компьютерном томографе GE Bright Speed. Выбор зон интереса (ROI) выполнялся в образовании почки площадью до 50 мм² в случайном месте, избегая перегородок и капсулы опухолей. Фракции контрастного усиления для артериальной и венозной фаз соответственно были рассчитаны по следующим формулам:

$$FE_A = \frac{CT_A - CT_N}{CT_N} \quad 1),$$

$$FE_V = \frac{CT_V - CT_N}{CT_N} \quad 2),$$

где $CT_{N,A,V}$ [HU] — значение ROI на нативной, артериальной и венозной фазах сканирования.

Результаты

В исследование были включены 12 пациентов (табл. 1).

У двух пациентов была диагностирована билатеральная нефробластома (для оценки была выбрана опухоль в одной из почек случайным образом). У 11 пациентов опухоли были достаточно однородными, убедительно не накапливающими контрастный препарат (рис. 1, 2).

Некоторые из нефробластом имели толстую капсулу, накапливающую контрастный препарат, многочисленные перегородки в структуре. У одного пациента (рис. 3) определялся компонент с активным накоплением контрастного препарата. Данный случай был обсужден с патологоанатомом, были сопоставлены макропрепараты и визуализация по данным МСКТ. По данным гистологии в месте активного накопления контрастного препарата была определена почечная ткань с признаками воспаления. В остальных случаях мягкотканых компонентов с накоплением контрастного препарата выявлено не было.

Таблица 1

Данные пациентов, включенных в исследование (n = 12)

Параметр		Значение
Возраст (лет)	Медиана (min – max)	4,6 (1–16)
Пол	Мужской	5 (41,7 %)
	Женский	7 (58,3 %)

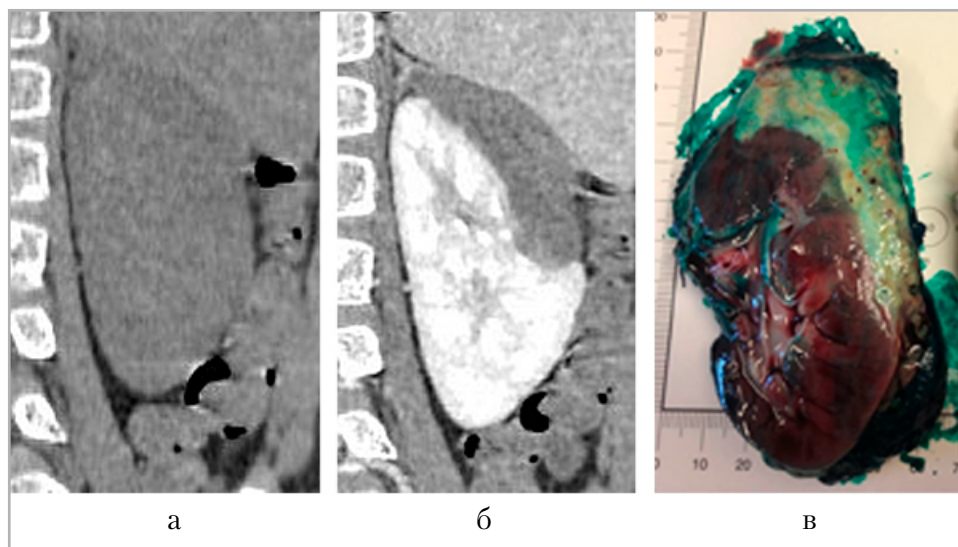


Рис. 1. Мальчик, 6 лет. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов брюшной полости без и с контрастным усилением: *а* — нативное исследование, фронтальная плоскость; *б* — венозная фаза сканирования, фронтальная плоскость, объемное образование верхнего и среднего сегментов левой почки, не накапливающее контрастный препарат; *в* — макропрепарат

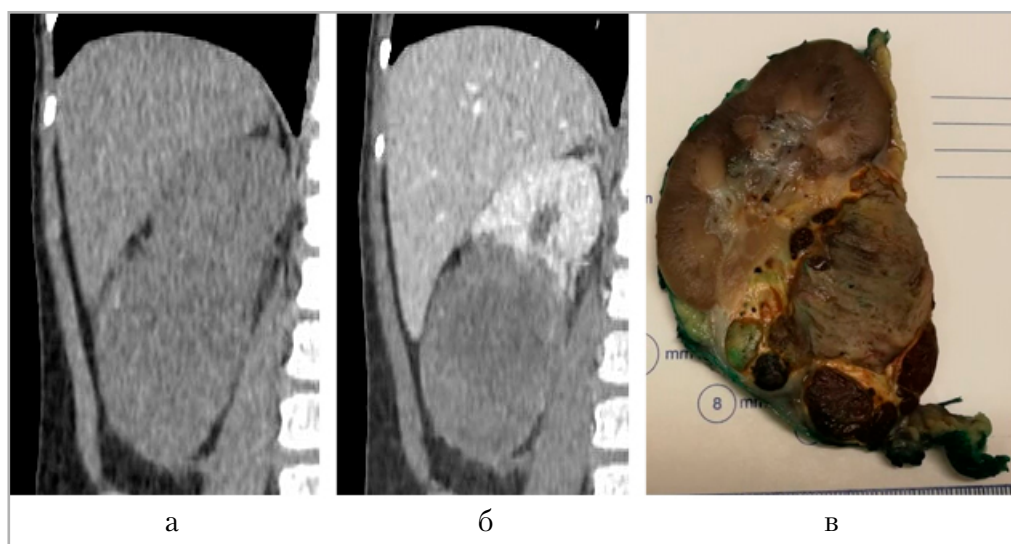


Рис. 2. Девочка, 5 лет. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов брюшной полости без и с контрастным усилением: *а* — нативное исследование, фронтальная плоскость; *б* — венозная фаза сканирования, фронтальная плоскость, объемное образование нижнего сегмента правой почки, не накапливающее контрастный препарат; *в* — макропрепарат

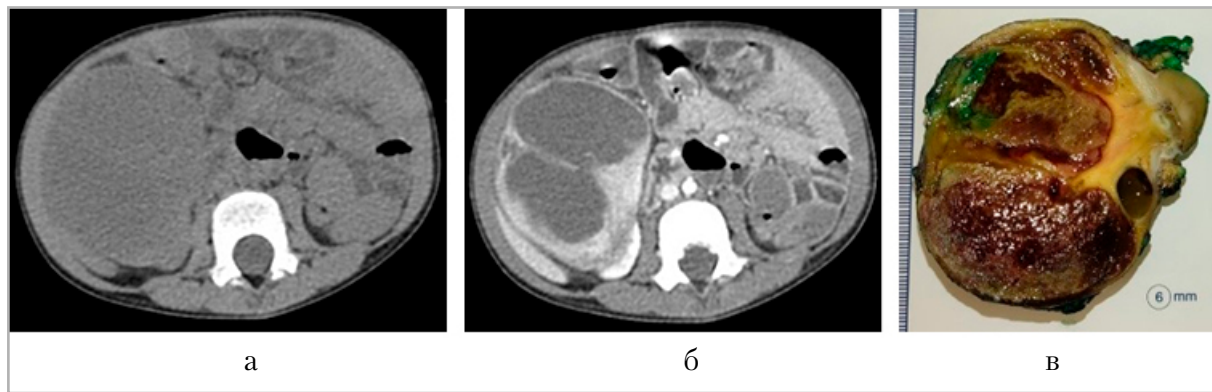


Рис. 3. Девочка, 6 лет. Мультиспиральные компьютерные томограммы органов брюшной полости без и с контрастным усилением: *а* — нативное исследование, аксиальная плоскость; *б* — венозная фаза сканирования, аксиальная плоскость, объемное образование правой почки с перегородками и капсулой, активно накапливающим контрастный препарат; *в* — макропрепарат

Терапевтически индуцированные изменения всегда одинаковы и представлены некрозом, гемосидерозом, скоплениями пенистых макрофагов.

Редко — склероз и фиброз. Представленные фото иллюстрируют все признаки патоморфоза описанных в статье опухолей (рис. 4).

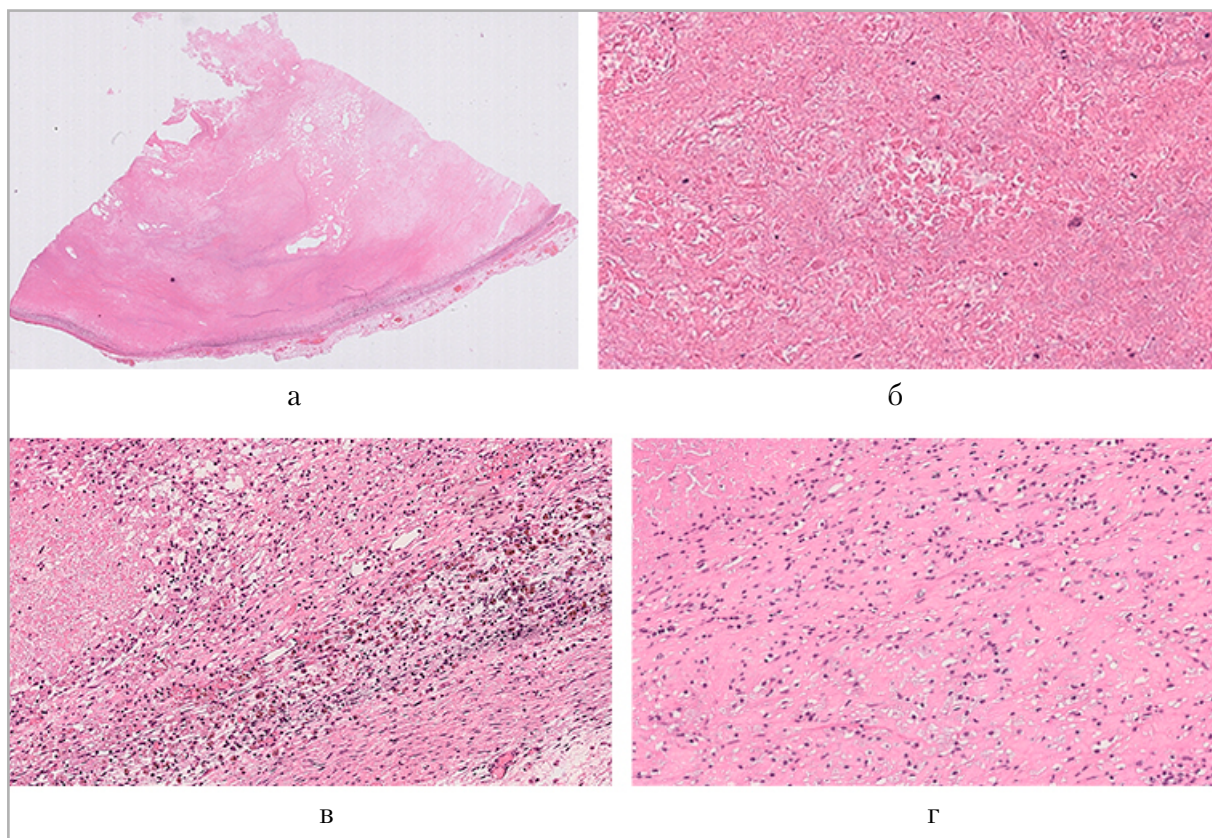


Рис. 4. Признаки патоморфоза по данным патологоанатомического исследования: *а* — тотально некротизированная нефробластома, гематоксилин-эозин, $\times 10$; *б* — клетки-тени «погибшей бластемы», гематоксилин-эозин, $\times 200$; *в* — скопления гемосидерофагов по периферии некроза, гематоксилин-эозин, $\times 200$; *г* — скопления пенистых макрофагов, гематоксилин-эозин, $\times 200$

Медиана значения фракции контрастного усиления для исследований, выполненных в артериальную фазу (FE_A), для всех пациентов составила 0,043 (4,3 %), в венозную фазу (FE_V) — 0,129 (12,9 %). В случае, где была определена почечная ткань с признаками воспаления, (FE_A) в области воспаления возросла в 0,519 раза (51,9 %) и (FE_V) — в 4,818 раза (481,8 %). Для уточнения результата после гистологическо-

го исследования были выбраны ROI в области без воспалительного процесса. В таком случае (FE_A) — 0,041 (4,1 %) и (FE_V) — 0,045 (4,5 %). Вместе с новыми значениями данного случая также была вычислена медиана, составившая для артериальной фазы 0,026 (2,6 %) и 0,121 (12,1 %) — для венозной (табл. 2).

Таким образом, были рассчитаны значения фракции контрастного усиления в тотально некротизированных

Таблица 2

Значения фракции контрастного усиления для артериальной (FE_A) и венозной (FE_V) фаз

Параметр	FE_A	FE_V
В области с признаками воспаления	0,519 (51,9 %)	4,818 (481,8 %)
Медиана (включены результаты в области с признаками воспаления)	0,043 (4,3 %)	0,129 (12,9 %)
В области без признаков воспаления	0,041 (4,1 %)	0,045 (4,5 %)
Медиана (включены результаты в области без признаков воспаления)	0,026 (2,6 %)	0,121 (12,1 %)

нефробластомах. Дооперационное выявление тотального некроза может позволять обоснованно отказаться от нефртурморэктомии в пользу резекции нефробластомы, что снижает травматичность оперативного вмешательства.

Расчет фракций контрастного усиления дает дополнительную информацию для оценки некроза опухоли наряду с плотностными характеристиками в единицах НУ.

Выводы

Была определена лучевая семиотика тотально некротизированных нефробластом. По результатам исследования было выявлено, что тотально некротизированные нефробластомы, как гистологически, так и рентгенологически, имеют однородную структуру, убедительно не накапливают контрастный препарат, имеют капсулу и перегородки.

В структуре были рассчитаны значения фракции контрастного усиления для артериальной (2,6 %) и венозной фазы (12,1 %). Низкие значения фракции контрастного усиления обусловлены тем, что нефробластомы низкой группы риска состоят из нежизнеспособных клеток, не имеют васкуляризации и, следовательно, не могут активно накапливать контрастный препарат.

Список источников/ References

1. Erginel B., Vural S., Akin M., Karadağ Ç. A., Sever N., Yildiz A., Tanik C., Demir A. A., Yanar Ö., Dokucu A. I. Wilms' tumor: a 24-year retrospective study from a single center. *Pediatric hematology and oncology*. 2014;31(5):409-14. <https://doi.org/10.3109/08880018.2014.930767>
2. Mergen M., Welter N., Furtwängler R., Melchior P., Vokuhl C., Gessler M., Meier C.-M.,

- Kager L., Schenk J.-P., Graf N. The impact of the route to diagnosis in nephroblastoma. *Cancer medicine*. 2024;13(10): e7226. <https://doi.org/10.1002/cam4.7226>
3. Middleton P., Banieghbal B., Pitcher R., Schubert P. Radiological response and histological findings in nephroblastoma: Is there any correlation? *African Journal of Paediatric Surgery*. 2020;17(3-4):39-44. https://doi.org/10.4103/ajps.AJPS_86_20
 4. Nelson M. V., van den Heuvel-Eibrink M. M., Graf N., Dome J. S. New approaches to risk stratification for Wilms tumor. *Current opinion in pediatrics*. 2021; 33(1):40-48. <https://doi.org/10.1097/MO P.0000000000000988>
 5. Nilave N., Nahid S., Karim S., Islam S., Morshed A. Correlation of CT Scan Response to Necrosis and Volume Changes With Histopathology in Children With Wilms' Tumor. *Journal of pediatric surgery*. 2024;59(8):1515-8. <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2024.02.026>
 6. Pastore G., Znaor A., Spreafico F., Graf N., Pritchard-Jones K., Steliarova-Foucher E. Malignant renal tumours incidence and survival in European children (1978–1997): report from the Automated Childhood Cancer Information System project. *Eur. J. Cancer*. 2006;42(13):2103-14. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2006.05.010>
 7. Rogers H. J., Verhagen M. V., Shelmerdine S. C., Clark C. A., Hales P. W. An alternative approach to contrast-enhanced imaging: diffusion-weighted imaging and T1-weighted imaging identifies and quantifies necrosis in Wilms tumour. *European Radiology*. 2019;29(8):4141–9. <https://doi.org/10.1007/s00330-018-5907-z>
 8. Vujančić G. M., Gessler M., Ooms A. H. A. G., Collini P., Coulomb-l'Hermine A., D'Hooghe E., de Krijger R. R., Perotti D., Pritchard-Jones K., Vokuhl C., van den Heuvel-Eibrink M. M., Graf N. The UMBRELLA SIOP-RTSG 2016 Wilms tumour pathology and molecular biology protocol. *Nature reviews. Urology*. 2018; 15(11):693–701. <https://doi.org/10.1038/S 41585-018-0100-3>

Сведения об авторах / Information about the authors

Лопатина Вера Алексеевна, врач-рентгенолог, лаборант-исследователь отдела лучевой диагностики НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

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

Lopatina Vera Alekseevna, radiologist, Researcher of Department Radiation Diagnosis of Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

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

Митрофанова Анна Михайловна, врач патологоанатомического отделения НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

Вклад автора: сбор материала, подбор изображений, редактирование текста рукописи.

Mitrofanova Anna Mihajlovna, Pathologist at the Department of Pathological Anatomy, Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: collection of material, selection of images, editing the text of the manuscript.

Телешова Маргарита Викторовна, детский онколог отделения клинической онкологии НМИЦ «ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» МЗ РФ, Москва, Россия.

Вклад автора: редактирование текста рукописи.

Teleshova Margarita Viktorovna, Pediatric Oncologist at the Clinical Oncology Department of Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: editing the text of the manuscript.

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

Вклад автора: разработка дизайна исследования, редактирование текста рукописи.

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

Author's contribution: development of study design, editing the text of the manuscript.

Статья поступила в редакцию 09.05.2025;
одобрена после рецензирования 10.08.2025;
принята к публикации 10.08.2025.

The article was submitted 09.05.2025;
approved after reviewing 10.08.2025;
accepted for publication 10.08.2025.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья
УДК 616.37-002.1-073.756.8
<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-20-33>

Предиктивная оценка тяжести острого панкреатита и панкреонекроза по данным перфузионной компьютерной томографии

Ирина Владимировна Бажухина¹, Наталья Валерьевна Климова²

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

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

¹ biv.x.ray@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3956-8720>

² knv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

Автор, ответственный за переписку: Ирина Владимировна Бажухина, biv.x.ray@gmail.com

Аннотация

Цель исследования. Определение роли и возможности перфузионной компьютерной томографии в предиктивной оценке тяжести течения острого панкреатита и панкреонекроза.

Материалы и методы. Выполнено сравнение двух групп пациентов общим количеством 95 человек, которым выполнялась перфузионная КТ (пКТ) в первые и вторые сутки после манифестации острого панкреатита, вызванного влиянием алиментарных и билиарных факторов, а также коронавирусной инфекцией.

Результаты. В данной статье представлен разработанный алгоритм предиктивной оценки тяжести острого панкреатита на основе данных пКТ. Алгоритм включает систему количественных и качественных параметров, среди которых особое внимание уделяется объему тканевой перфузии (BV), что позволяет объективно оценить степень ишемии паренхимы поджелудочной железы, локализацию и объем пораженной ткани, что дает возможность классифицировать состояние пациента по степени тяжести: легкую, среднюю или тяжелую. Важной особенностью является возможность ранней диагностики и прогноза даже при минимальных проявлениях заболевания, что способствует оперативной маршрутизации пациента, своевременному началу адекватного лечения и, как результат, снижению риска летальных исходов.

Выводы. Перфузионная КТ в ранние сроки острого панкреатита обладает высокой чувствительностью и специфичностью (95,8 и 100,0 % соответственно) для оценки тяжести заболевания и прогнозирования развития панкреонекроза, позволяя выявлять зоны ишемии и некроза на основе уровня кровотока. Внедрение запатентованного алгоритма обеспечивает быструю маршрутизацию пациентов, своевременное начало терапии и повышение объективности диагностики, что способствует снижению числа осложнений и летальных исходов.

© Бажухина И.В., Климова Н.В., 2025

Ключевые слова: острый панкреатит, панкреонекроз, перфузионная компьютерная томография

Для цитирования: Бажухина И. В., Климова Н. В. Предиктивная оценка тяжести острого панкреатита и панкреонекроза по данным перфузионной компьютерной томографии // Радиология — практика. 2025;5:20-33. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-20-33>

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

Predictive Assessment of the Severity of Acute Pancreatitis and Pancreatic Necrosis Based on Perfusion Computed Tomography Data

Irina V. Bazhukhina¹, Natalya V. Klimova²

¹The Surgut State University, Surgut, Russia

²The Surgut Regional Clinical Hospital, Surgut, Russia

¹biv.x.ray@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3956-8720>

²knv@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4589-6528>

Corresponding author: Irina V. Bazhukhina, biv.x.ray@gmail.com

Abstract

Aim of the study. To determine the role and potential of perfusion computed tomography in predictive assessment of the severity of acute pancreatitis and pancreatic necrosis.

Materials and methods. A comparison was made of two groups of patients, a total of 95 people, who underwent pCT on the first and second days after the manifestation of acute pancreatitis caused by the influence of alimentary and biliary factors, as well as coronavirus infection.

Results. This article presents the developed algorithm for predictive assessment of the severity of acute pancreatitis based on perfusion CT (pCT) data. The algorithm includes a system of quantitative and qualitative parameters, among which special attention is paid to the volume of tissue perfusion (BV), which allows for an objective assessment of the degree of ischemia of the pancreatic parenchyma, localization and volume of affected tissue, which makes it possible to classify the patient's condition by severity: mild, moderate or severe. An important feature is

the possibility of early diagnosis and prognosis even with minimal manifestations of the disease, which contributes to prompt patient routing, timely initiation of adequate treatment and, as a result, a reduction in the risk of death.

Conclusion. Perfusion CT in the early stages of acute pancreatitis has high sensitivity and specificity (95.8 and 100.0 % respectively) for assessing the severity of the disease and predicting pancreatic necrosis, allowing for the detection of ischemia and necrosis zones based on blood flow levels. The introduction of a patented algorithm ensures rapid patient routing, timely initiation of therapy, and increased diagnostic objectivity, which helps reduce the number of complications and fatal outcomes.

Keywords: Acute Pancreatitis, Pancreatic Necrosis, Perfusion Computed Tomography

For citation: Bazhukhina I. V., Klimova N. V. Predictive Assessment of the Severity of Acute Pancreatitis and Pancreatic Necrosis Based on Perfusion Computed Tomography Data. *Radio-logy — Practice*. 2025;5:20-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-20-33>

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

Острый панкреатит — важная проблема неотложной хирургии, обусловленная ростом заболеваемости и высокой летальностью, достигающей 69 % при инфицированных формах [8]. В 15–30 % случаев развивается деструкция паренхимы поджелудочной железы [7, 9], что требует своевременной диагностики и рациональной тактики лечения.

Возможное развитие жизнеугрожающих осложнений, таких как парапанкреатические абсцессы, сепсис и полиорганная недостаточность [3, 8], делает раннее выявление и лечение особенно важными. Современные минимально инвазивные методы лечения позволяют

значительно улучшить исходы, однако остаются вопросы по срокам и объему хирургических вмешательств. Основной задачей является максимально раннее, точное определение локализации и объема некротических изменений для оценки тяжести и прогноза заболевания с помощью современных методов диагностики [1, 2, 8].

Визуализационные методы включают УЗИ и МСКТ с контрастированием [1, 3, 9], а в отдельных случаях — МРТ. УЗИ является доступным и быстрым методом на начальных этапах диагностики благодаря высокой разрешающей способности, однако его эффективность снижается при наличии у пациента ас-

цита, пареза кишечника или выраженной боли.

МСКТ считается золотым стандартом в диагностике острого панкреатита благодаря высокой информативности в оценке морфологического состояния самой железы, вирсунгова протока и позволяет выявить все осложнения. Использование шкалы Baltazar и CTSI на основе данных МСКТ помогает определить степень тяжести заболевания и прогнозировать его развитие. Планирование хирургического лечения основывается на полученных данных при постпроцессинге, включающем мультипланарные и трехмерные реконструкции [4, 7, 8].

В соответствии с национальными клиническими рекомендациями проведение МСКТ рекомендуется в 48–96 часов после появления симптомов острого панкреатита, что обусловлено низкой чувствительностью метода к микросудистым изменениям, которые формируются в ранние сроки [8]. Такие временные ограничения могут задерживать принятие решений в вопросах лечебной тактики. В современных условиях для ранней диагностики ишемии поджелудочной железы рекомендуется пКТ — она обладает высокой чувствительностью к нарушениям микроциркуляции и позволяет точно локализовать зоны ишемии паренхимы. Это важно для прогнозирования течения заболевания, маршрутизации пациента и выбора адекватной терапии [1, 3, 6, 7, 9].

Цель: определение роли и возможности перфузионной компьютерной томографии в предиктивной оценке тяжести течения острого панкреатита и панкреонекроза.

Материалы и методы

В исследовании сравнивались две группы пациентов, которым в первые и вторые сутки после манифестации острого панкреатита выполнялась пКТ. Первая группа включала больных с не-

инфекционными факторами, инициировавшими воспаление (алиментарными и билиарными), а вторая — пациентов, у которых развитие панкреатита было обусловлено коронавирусной инфекцией.

Всего было обследовано 95 пациентов со средним возрастом 52 года (min — 24, max — 68, интерквартильный размах 46–58 лет). Поступление в стационар происходило в течение 1–2 сут после появления симптомов, медиана — 1 сут.

Критериями включения являлись начальные симптомы острого панкреатита. Исключались пациенты со сниженной СКФ и аллергией на йодсодержащие контрастные препараты. Диагноз основывался на клинических данных, лабораторных показателях (повышение липазы и амилазы) и результатах УЗИ.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.8.5 (разработчик — ООО «Статтех», Россия) и программного обеспечения IBM SPSS Statistics.

Результаты

Выполнен анализ параметров выборки, не подчиняющейся нормальному закону распределения: медианные значения, 25 и 75 перцентилей для оценки центральных 50 % данных в выборке, а также минимальные и максимальные значения перфузионных показателей (табл. 1).

В таблице представлены перфузионные параметры кровотока и сосудистых характеристик: медиана скорости кровотока (BF — blood-flow, мл/100г/мин) составляет 117,2 мл/100г/мин с межквартильным диапазоном от 85,4 до 127,1, а параметр объема кровотока (BV — blood-volume, мл/100г) — 17,6 мл/100г. Среднее время прохождения контрастного вещества (MTT — mean transit time, с) равняется 10,2 с, а параметр проницаемости стенки капилляров (PS — permeability surface-area product, мл/100г/мин) — 35,1 мл/100/мин; все

Таблица 1

**Анализ параметров выборки, не подчиняющейся нормальному закону
распределения: медианные**

Параметр	Медиана	Q1	Q3	min	max
BF, мл/100г/мин	117,2	85,4	127,1	53,8	139,2
BV, мл/100г	17,6	12,2	19,2	7,2	20,9
MTT, с	10,2	8,9	10,7	7,5	12
PS, мл/100/мин	35,1	31,2	48,3	24,8	59,2

показатели варьируют в пределах указанных минимальных и максимальных значений.

Проведена оценка статистической значимости разницы перфузионных показателей у пациентов с ишемией паренхимы поджелудочной железы, дальнейший путь трансформации которой зависел от ее глубины у групп пациентов с алиментарными факторами, инициировавшими развитие острого панкреатита и под влиянием вируса SARS-CoV-2.

Был проведен анализ BV в зависимости от выраженности ишемических изменений (табл. 2).

В соответствии с представленной таблицей глубина ишемических изме-

нений паренхимы значительно выше при ишемии (средний уровень BV 14,66 мл/100г) по сравнению с некрозом (BV 9,25 мл/100г), при этом были установлены статистически значимые различия ($p < 0,001$) (используемый метод: t-критерий Стьюдента) (рис. 1).

При сопоставлении перфузионного параметра BF в зависимости от глубины ишемических изменений паренхимы выявлено, что показатель кровотока (BF) значительно выше при ишемии (медиана 101,70 мл/100г/мин) по сравнению с некрозом (медиана 76,60 мл/100г/мин), при этом разница статистически значима ($p < 0,001$), и это демонстрирует гистограмма (табл. 3, рис. 2) (используемый метод: U-критерий Манна – Уитни).

Таблица 2

**Сравнительный анализ перфузионного параметра BV, мл/100г,
при оценке выраженности ишемического поражения паренхимы
поджелудочной железы (n = 45)**

Показатель	Категории	BV, мл/100г			MD (95 % ДИ)	t	df	p
		M ± SD	95 % ДИ	n				
Глубина ишемических изменений паренхимы	Ишемия	14,66 ± 1,21	14,10–15,21	21	5,41 (–6,18 – –4,64)	14,123	43	< 0,001*
	Некроз	9,25 ± 1,34	8,69–9,81	24				

Примечание: * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

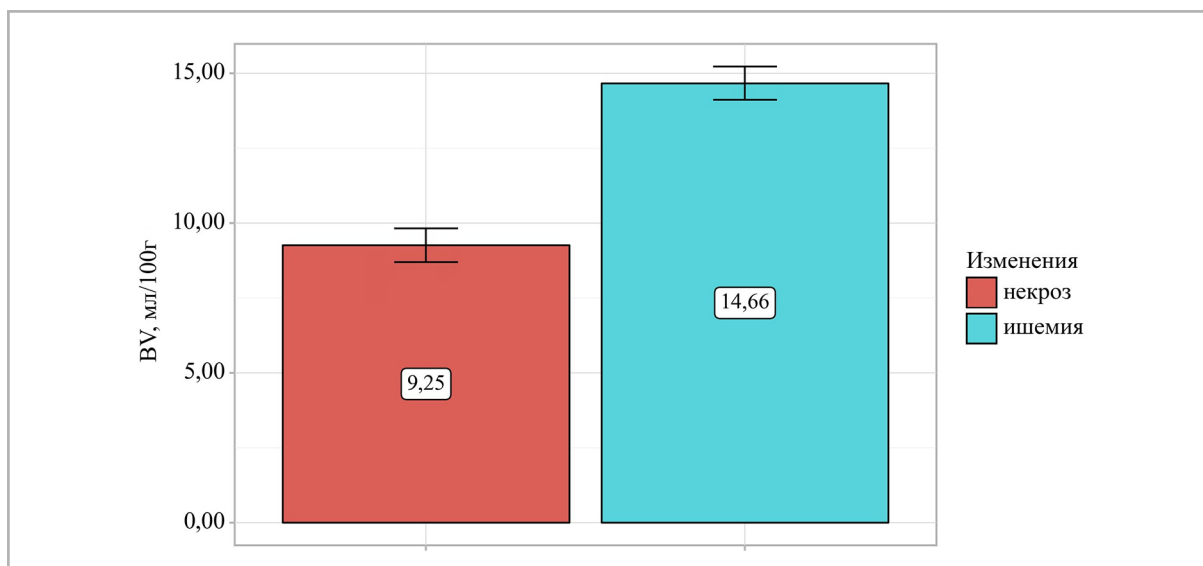


Рис. 1. Анализ объема кровотока (blood volume) — перфузионный параметр BV, мл/100г, при некрозе и ишемическом поражении паренхимы поджелудочной железы

Таблица 3

Сравнительный анализ перфузионного параметра BF, мл/100г/мин, при оценке выраженности ишемического поражения паренхимы поджелудочной железы (n = 45)

Показатель	Категории	BF, мл/100г/мин			U	df	p
		Me	Q ₁ –Q ₃	n			
Глубина ишемических изменений паренхимы	Ишемия	101,70	93,60–107,30	21	0 × 10 ⁰	—	< 0,001*
	Некроз	76,60	66,60–82,33	24			

Примечание: * — различия показателей статистически значимы (p < 0,05).

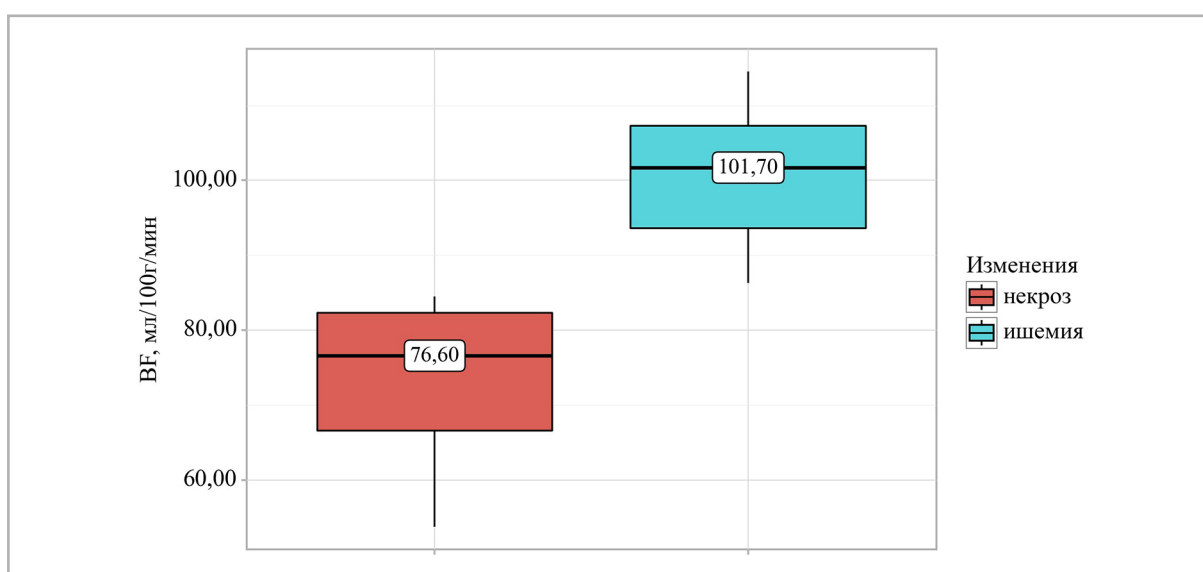


Рис. 2. Анализ скорости кровотока (blood flow) — перфузионный параметр BF, мл/100г/мин, при некрозе и ишемическом поражении паренхимы поджелудочной железы

При анализе МТТ результаты показывают, что время прохождения контрастного вещества значительно увеличивается при ишемических изменениях паренхимы (медиана 9,47 с), в то время как при некрозе оно составляет около 8,37 с. Статистический анализ подтверждает наличие значимой разницы между этими группами ($p < 0,001$), что отражено в гистограмме (табл. 4, рис. 3) (используемый метод: t-критерий Стьюдента).

Был проведен анализ перфузионного показателя PS в зависимости от вы-

раженности выявленных при КТ ишемических изменений паренхимы поджелудочной железы (табл. 5). В группе с ишемическими изменениями паренхимы наблюдается значительно меньший уровень проницаемости капиллярной стенки по сравнению с некрозом.

При расчетах были установлены статистически значимые различия, что отмечается на диаграмме ($p < 0,001$) (используемый метод: t-критерий Стьюдента) (рис. 4).

Большой разброс числовых показателей параметра BV, вне зависимости от

Таблица 4

Сравнительный анализ перфузионного параметра BF, мл/100г/мин, при оценке выраженности ишемического поражения паренхимы поджелудочной железы (n = 45)

Показатель	Категории	МТТ, с			MD (95 % ДИ)	t	df	p
		M ± SD	95 % ДИ	n				
Глубина ишемических изменений паренхимы	Ишемия	9,47 ± 0,44	9,27–9,67	21	-1,10 (-1,34 – -0,86)	9,217	43	< 0,001*
	Некроз	8,37 ± 0,36	8,21–8,52	24				

Примечание: * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

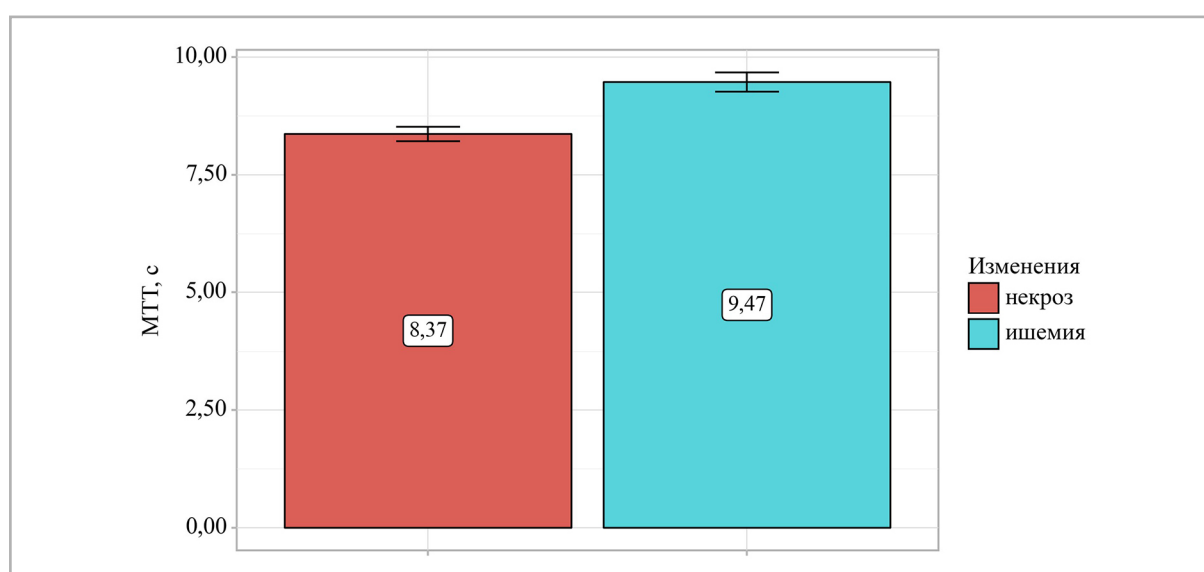


Рис. 3. Анализ среднего времени прохождения контрастного вещества (mean transit time) — перфузионного показателя МТТ, с, при некрозе и ишемическом поражении паренхимы поджелудочной железы

Таблица 5

**Сравнительный анализ перфузионного параметра PS, мл/100г/мин,
при оценке выраженности ишемического поражения паренхимы
поджелудочной железы (n = 45)**

Показатель	Категории	PS, мл/100г/мин			MD (95 % ДИ)	t	df	p
		M ± SD	95 % ДИ	n				
Глубина ишемических изменений паренхимы	Ишемия	42,60 ± 3,12	41,18–44,02	21	12,50 (10,59–14,42)	-13,176	43	< 0,001*
	Некроз	55,10 ± 3,22	53,74–56,46	24				

Примечание: * — различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$).

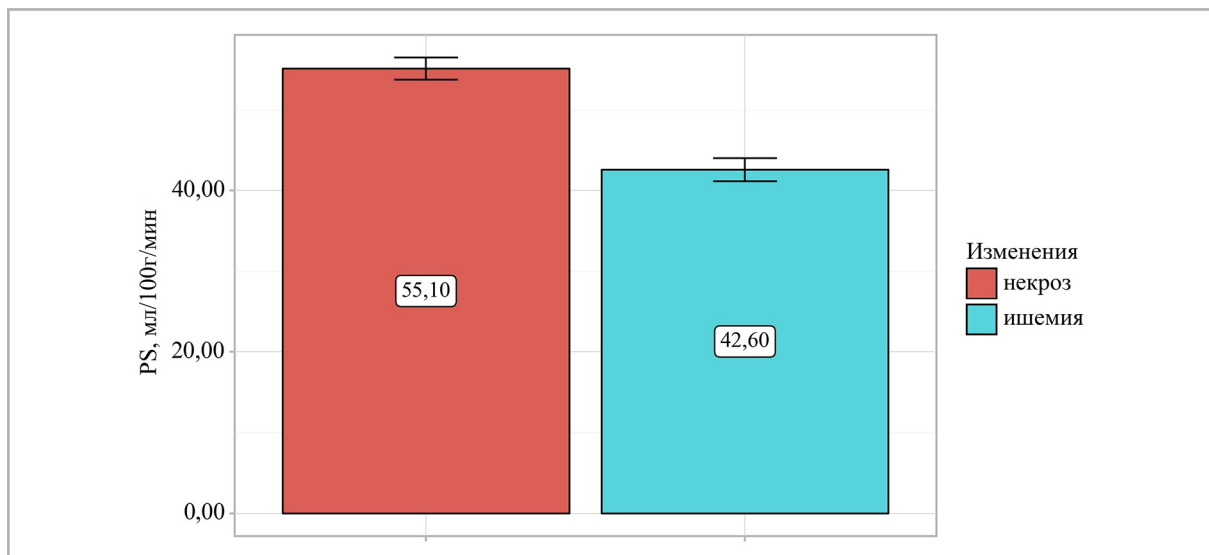


Рис. 4. Анализ показателя проницаемости стенок капилляров в интерстициальную фазу (permeability surface-area product) — перфузионного параметра PS, мл/100г/мин, при некрозе и ишемическом поражении паренхимы поджелудочной железы

ведущего фактора, вызывавшего альтерацию, позволяет более точно выявлять нарушения кровообращения паренхимы поджелудочной железы и оценивать степень их выраженности. Таким образом, с учетом высокой статистической значимости параметр BV является наиболее информативным для оценки состояния перфузии поджелудочной железы и был применен в качестве одного из параметров предиктивной оценки тяжести острого панкреатита и панкреонекроза.

При помощи ROC-анализа, была получена кривая (рис. 5, а), демонстрирующая дискриминационную способность перфузионного параметра BV в определении глубины ишемических изменений паренхимы поджелудочной железы.

BV, мл/100г, является статистически значимым предиктором изменений в паренхиме поджелудочной железы (AUC = 0,996; 95 % ДИ 0,977–1,000; $p < 0,001$).

Пороговое значение BV в точке cut-off, которому соответствовало наивысшее значение индекса Юдена, составило 12,100. Некроз прогнозировался при значении BV ниже данной величины. Чувствительность и специфичность полученной прогностической модели со-

ставили 95,8 и 100,0 % соответственно, положительная прогностическая ценность составляет 100 %, отрицательная – 95,5 % (рис. 5, б).

На основе данных о высокой диагностической ценности пКТ на ранних стадиях острого панкреатита нами раз-

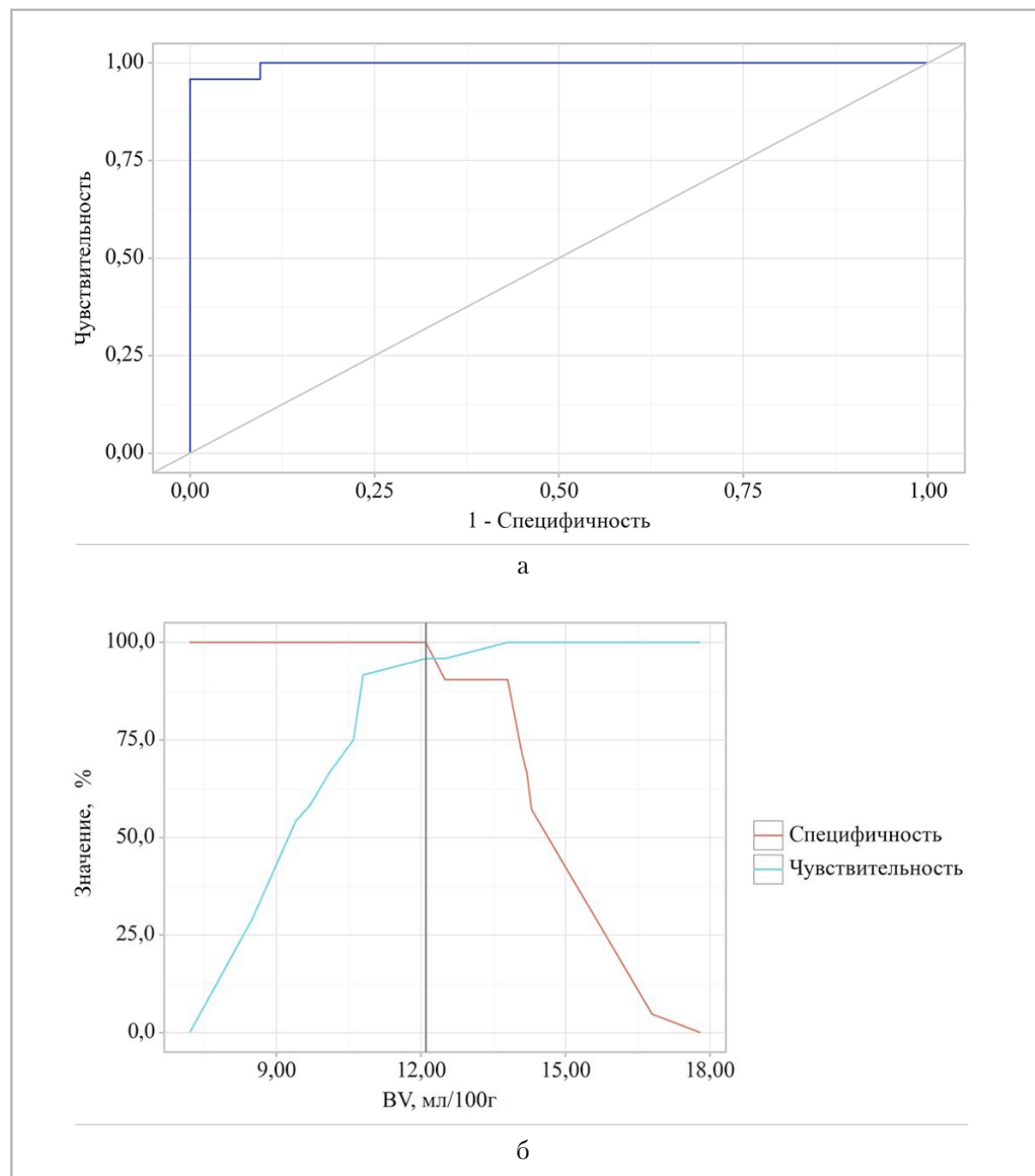


Рис. 5. Графики: а – ROC-кривая, характеризующая дискриминационную способность BV, мл/100г, при прогнозировании ишемических изменений паренхимы поджелудочной железы; б – анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений оценок вероятности развития ишемических изменений паренхимы поджелудочной железы

работан и запатентован алгоритм оценки течения заболевания (патент № 141810 «Шкала предиктивной оценки тяжести течения острого панкреатита»). Этот алгоритм предназначен для применения в клинической практике, служит предиктором течения патологии и помогает планировать своевременную лечебную тактику. Введение количественных показателей исключает субъективность визуальной оценки поражения железы.

Концепция блок-схемы «Алгоритм предиктивной оценки тяжести острого панкреатита и панкреонекроза» основана на классических графических методах, обеспечивая ясность и удобство восприятия. Шкала позволяет оперативно определить прогноз, маршрутизировать пациента (в хирургическое отделение или ОРИТ), выбрать тактику лечения и спрогнозировать развитие осложнений, таких как панкреонекроз, что повышает шансы на успешное лечение и снижает риск летальных исходов. Схема может применяться как в научных исследованиях, так и в практике здравоохранения.

Алгоритм основан на системе балльной оценки параметров, включающих уровень BV, локализацию и объем поражения. Например, BV оценивается от 1 до 3 баллов в зависимости от его числового значения, отражая глубину ишемии. Локализация оценивается от 1 до 3 баллов: поражение головки или перешейка считается более тяжелым вариантом в связи с развитием гипертензии в протоковой системе. Объем пораженной ткани оценивается визуально по процентному вовлечению паренхимы железы в патологический процесс: минимальное ($< 25\%$) — 1 балл, $25\text{--}50\%$ — 2 балла, $50\text{--}75\%$ — 3 балла и максимальное ($> 75\%$) — 4 балла. Итоговая сумма варьирует от 0 до 13 баллов, что делит состояние на три степени: легкую (0–3), среднюю (4–7) и тяжелую (8+). Такой подход обеспечивает объективную оценку и прогнозирование осложнений.

Шкала не применяется у пациентов с BV выше 14,8, соответствующим отечно-интерстициальным изменениям. Шкала позволяет точно диагностировать и прогнозировать течение заболевания на ранних стадиях, что важно для своевременного начала лечения, является универсальным инструментом для хирургов и диагностов, позволяя сократить время диагностики, и повышает объективность оценки за счет комплексного анализа визуализированных параметров. Алгоритм применения представлен на рис. 6.

На основе разработанной нами шкалы предиктивной оценки тяжести острого панкреатита все 95 пациентов, прошедших перфузионное компьютерно-томографическое исследование, были разделены на три группы по сумме баллов.

Первая группа — 45 человек (47,3 %) с суммой баллов от 0 до 4, что соответствовало легкому течению. Им назначалась строгая диета и активное консервативное лечение: инфузионная терапия, анальгетики, спазмолитики и препараты для подавления секреции ферментов.

Вторая группа, состоящая из 24 пациентов (25,4 %), с общей суммой баллов от 4 до 8, что указывало на среднюю тяжесть течения панкреатита. В их лечении использовались консервативные методы, эндоскопия и, при необходимости, малоинвазивные хирургические вмешательства.

Третья группа включала 26 пациентов (27,3 %) и имела сумму баллов 8 и выше. У данной категории больных применялась интенсивная терапия и инвазивная хирургическая тактика лечения в виде лапаротомии, бурсостомии и абдоминализации поджелудочной железы.

Обсуждение

Мы начали использовать пКТ как ранний предиктивный метод диагностики острого панкреатита и панкреонекроза с 2021 г. Этот метод положительно

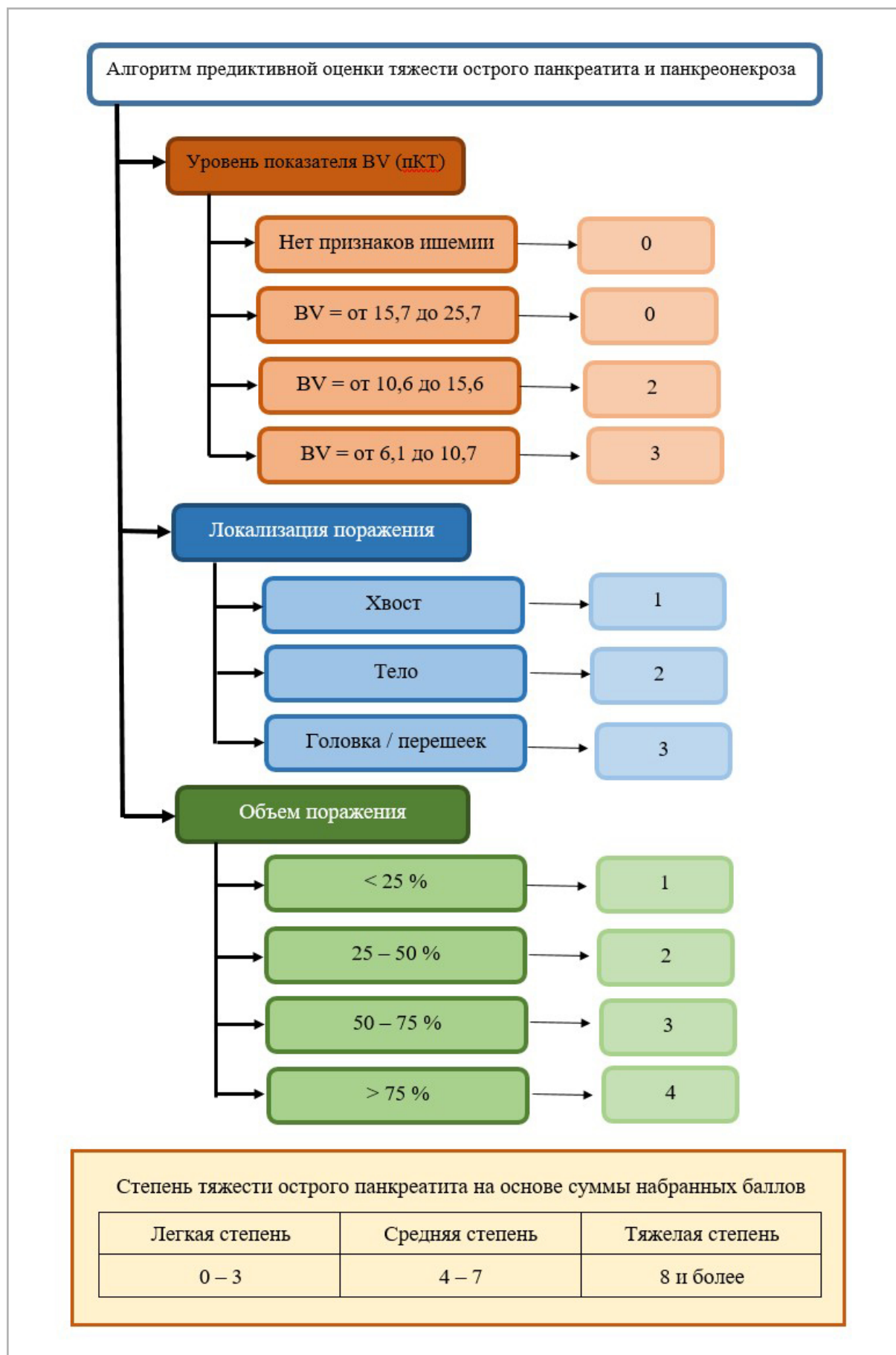


Рис. 3. Алгоритм применения шкалы предиктивной оценки тяжести острого панкреатита

оценен практикующими хирургами и соответствует нашим данным об эффективности предиктивных возможностей пКТ [2–4].

Ранее для оценки тяжести использовались шкала Ranson, системы APACHE II и CTSI, основанные на данных КТ, однако они требуют сбора большого объема информации, сложны в применении и требуют времени, что может задерживать принятие решений [5]. Кроме того, сроки проведения КТ при патологии ограничены, а точность может снижаться при быстро меняющейся клинической ситуации. В связи с этим особое значение приобретает разработка новых методов оценки — например, создание шкалы предиктивной оценки острого панкреатита на основе данных перфузионной КТ, которая позволяет точно определить степень тяжести заболевания на ранних этапах. Введение в шкалу оценки точных цифровых параметров позволяет объективизировать полученные результаты.

Использование разработанной шкалы предиктивной оценки тяжести острого панкреатита показало высокую информативность и точность в прогнозировании течения заболевания. Применение шкалы позволило хирургам более точно и в ранние сроки проводить маршрутизацию пациентов (в хирургическое отделение или ОРИТ), планировать раннюю лечебную тактику, включающую консервативные методы, и принимать тактические решения об объеме хирургического вмешательства (малоинвазивные и лапароскопические хирургические вмешательства), что способствовало улучшению прогноза, повышению эффективности лечения и снижению рисков осложнений.

Блок-схема «Шкала предиктивной оценки тяжести течения острого панкреатита» зарегистрирована в ФС ИП (патент № 141810 от 06.05.2024).

Выводы

1. Перфузионная КТ в ранние сроки острого панкреатита (1–2-й день)

позволила выявлять зоны снижения перфузии по цветовым картам и прогнозировать тяжесть заболевания. При уровне BV от 14,8 до 12,1 мл/100г определялись зоны ишемии с возможным восстановлением кровотока на фоне интенсивной терапии, а при BV от 12,2 до 9,9 мл/100г формировались зоны некроза поджелудочной железы.

2. Перфузионная КТ представляет собой наиболее ценный метод предиктивной оценки прогнозирования тяжести течения панкреатита и панкреонекроза, обладая высокой чувствительностью и специфичностью 95,8 и 100,0 % соответственно. Перфузионная КТ занимает ключевое место в алгоритме обследования данной категории пациентов.
3. Внедрение запатентованного алгоритма обеспечивает быструю маршрутизацию пациентов по степени тяжести, способствует своевременному началу адекватной терапии и снижению риска осложнений, повышая эффективность лечебных мероприятий.
4. Использование данной системы повышает объективность оценки состояния пациента, сокращает время диагностики и позволяет оптимизировать тактику вмешательств — от минимально инвазивных методов до интенсификации терапии у тяжелых пациентов, что способствует улучшению прогноза и снижению летальных исходов.

Список источников

1. Бажухина И. В., Климова Н. В., Гаус А. А., Петрова Н. Н. Перфузионная компьютерная томография как предиктор развития тяжелых форм острого панкреатита при коронавирусной инфекции // Радиология — практика. 2022. № 3. С. 11–23. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2022-3-11-23>
2. Джураева Н. М., Ибадов Р. А., Ибрагимов С. Х., Абдухалимова Х. В., Акило-

- ва Г. Х. Перфузионная компьютерная томография — новые горизонты в диагностике заболеваний поджелудочной железы // Вестник современной клинической медицины. 2024. Т. 17, № 4. С. 108–116. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17\(4\).108-116](https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17(4).108-116)
3. Дюжева Т. Г., Пашковская А. А., Токарев М. В., Степанченко А. П., Войновский А. Е., Семенов И. А., Соколов А. А., Гращенко С. А., Климова А. В. Значение перфузионной КТ в прогнозировании глубокого некроза поджелудочной железы и планировании ранних вмешательств при тяжелом остром панкреатите // Анналы хирургической гепатологии. 2023. Т. 28, № 1. С. 53–61. <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-53-61>
 4. Дюжева Т. Г., Шефер А. В., Джус Е. В., Токарев М. В., Степанченко А. П., Гальперин Э. И. Диагностика повреждения протока поджелудочной железы при остром панкреатите // Анналы хирургической гепатологии. 2021. Т. 26, № 2. С. 15–24. <https://doi.org/10.16931/10.16931/1995-5464.2021-2-15-24>
 5. Ельский И. К., Васильев А. А., Смирнов Н. Л. Эффективность прогностических шкал в стратификации острого панкреатита. Обзор литературы // Хирургическая практика. 2020. № 3. С. 17–28. <https://doi.org/10.38181/2223-2427-2020-3-17-28>
 6. Климова Н. В., Бажухина И. В., Гаус А. А. Клинический случай острого панкреатита у больного COVID-19: предполагаемые механизмы патогенеза и результаты лучевой диагностики // Вестник СурГУ. Медицина. 2021. Т. 2, № 48. С. 91–96. <https://doi.org/10.34822/2304-9448-2021-2-91-96>
 7. Климова Н. В., Дарвин В. В., Бажухина И. В., Гаус А. А. Роль перфузионной компьютерной томографии как предиктора развития некроза поджелудочной железы при остром панкреатите // Радиология — практика. 2021. № 4. С. 11–21. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-4-11-21>
 8. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Клинические рекомендации по диагностике и лечению острого панкреатита (2024). М.: Министерство здравоохранения РФ, 2024. 54 с.
 9. Skornitzke S., Vats N., Mayer P., Kauczor H.-U., Stiller W. Pancreatic CT perfusion: quantitative meta-analysis of disease discrimination, protocol development, and effect of CT parameters. *Insights Imaging*. 2023;14(1):132. <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01471-0>

References

1. Bazhukhina I. V., Klimova N. V., Gaus A. A., Petrova N. N. The Role of Perfusion Computed Tomography as a Predictor of Pancreatic Necrosis in Acute Pancreatitis. *Radiology — Practice*. 2022;(3):11-23. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2022-3-11-23>
2. Djuraeva N. M., Ibadov R. A., Ibragimov S. K., Abdukhalimova Kh. V., Akilova G. Kh. Perfusion computed tomography: new horizons in diagnosing diseases of the pancreas. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2024;17(4):108-116. (In Russ.). [https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17\(4\).108-116](https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17(4).108-116)
3. Dyuzheva T. G., Pashkovskaya A. A., Tokarev M. V., Stepanchenko A. P., Voinovskiy A. E., Semenenko I. A., Sokolov A. A., Grachyenko S. A., Klimova A. V. Significance of perfusion CT in predicting deep necrosis of the pancreas and planning early interventions in severe acute pancreatitis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2023; 28(1):53-61. (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/1995-5464.2023-1-53-61>
4. Dyuzheva T. G., Shefer A. V., Dzhush E. V., Tokarev M. V., Stepanchenko A. P., Galperin E. I. Diagnosis of pancreatic duct disruption in acute pancreatitis. *Annaly khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB Surgery*. 2021;26(2):15-24.

- (In Russ.). <https://doi.org/10.16931/10.16931/1995-5464.2021-2-15-24>
5. El'skij I. K., Vasil'ev A. A., Smirnov N. L. Jeffektivnost' prognosticheskikh shkal v stratifikacii ostrogo pankreatita. Obzor literatury. *Hirurgicheskaja praktika*. 2020;3: 17-28. <https://doi.org/10.38181/2223-2427-2020-3-17-28>
 6. Klimova N. V., Bazhukhina I. V., Gaus A. A. Clinical case of acute pancreatitis in a patient with COVID-19: proposed mechanisms of pathogenesis and results of radiation diagnostics. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2021;2(48):91-96. (In Russ.). <https://doi.org/10.34822/2304-9448-2021-2-91-96>
 7. Klimova N. V., Darvin V. V., Bazhukhina I. V., Gaus A. A. The Role of Perfusion Computed Tomography as a Predictor of Pancreatic Necrosis in Acute Pancreatitis. *Radiology – Practice*. 2021;(4):11-21. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2021-4-11-21>
 8. Ministerstvo zdravooohraneniya Rossijskoj Federacii. Klinicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniyu ostrogo pankreatita (2024). Moscow: Ministry of Health RF, 2024. 54 p.
 9. Skornitzke S., Vats N., Mayer P., Kauczor H-U., Stiller W. Pancreatic CT perfusion: quantitative meta-analysis of disease discrimination, protocol development, and effect of CT parameters. *Insights Imaging*. 2023;14(1):132. <https://doi.org/10.1186/s13244-023-01471-0>

Сведения об авторах / Information about the authors

Бажухина Ирина Владимировна, врач-рентгенолог рентгенологического отделения БУ «Сургутская окружная клиническая больница», Сургут, Россия.

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

Bazhukhina Irina Vladimirovna, Radiologist of the Radiology Department, Surgut Regional Clinical Hospital.

Author's contribution: searching for publications on the topic, analyzing the literature, writing the text, working with 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.

Климова Наталья Валерьевна, д. м. н., профессор, заведующая кафедрой многопрофильной клинической подготовки Медицинского института БУ 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'ja 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.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025
одобрена после рецензирования 15.08.2025;
принята к публикации 15.08.2025.

The article was submitted 02.07.2025;
approved after reviewing 15.08.2025;
accepted for publication 15.08.2025.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 681.142+616-001+616.7+617.3

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-34-46>

Оценка послеоперационных осложнений реверсивного эндопротезирования плечевого сустава по данным рентгенографии и мульти- срезовой компьютерной томографии

Павел Олегович Кошелев¹, Елена Алексеевна Егорова²

^{1,2} ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, НОИ стоматологии имени А. И. Евдокимова, кафедра лучевой диагностики стоматологического факультета, Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0003-1898-5699>

² <https://orcid.org/0000-0003-2580-5692>

Автор, ответственный за переписку: Елена Алексеевна Егорова, tylsit@gmail.ru

Аннотация

Цель исследования. Оценить диагностические возможности рентгенографии и мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ) в выявлении осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Материалы и методы. В исследование включены данные 40 пациентов, перенесших оперативное вмешательство в объеме реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, которым в послеоперационном периоде были выполнены рентгенография и МСКТ. Проведен анализ частоты и характера послеоперационных осложнений, включая асептическую нестабильность компонентов, нотчинг лопатки, парапротезную резорбцию, парапротезные переломы и перфорацию свода гленоида.

Результаты. Установлено, что МСКТ позволяет с высокой точностью визуализировать патологические изменения, в том числе на ранних стадиях, и служит важным инструментом в формировании клинико-диагностической тактики.

Выводы. При анализе результатов исследования получено, что МСКТ обладает высокой диагностической эффективностью в выявлении осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава. Для таких осложнений, как асептическая нестабильность компонентов эндопротеза, нотчинг лопатки и парапротезная резорбция, чувствительность и специфичность МСКТ достигали 95,0–100,0 %, тогда как рентгенография демонстрировала существенно более низкие показатели. Рентгенография может рассматриваться в качестве методики, применяемой первично, в раннем периоде после установки реверсивного эндопротеза плечевого сустава.

Ключевые слова: эндопротезирование, плечевой сустав, мультисрезовая компьютерная томография, осложнения, послеоперационный контроль

© Кошелев П. О., Егорова Е. А., 2025

Для цитирования: Кошелев П. О., Егорова Е. А. Оценка послеоперационных осложнений реверсивного эндопротезирования плечевого сустава по данным мультисрезовой компьютерной томографии // Радиология — практика. 2025;5:34-46. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-34-46>

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

Assessment of Postoperative Complications after Reverse Shoulder Arthroplasty Using Multislice Computed Tomography

Pavel O. Koshelev¹, Elena A. Egorova²

^{1,2} Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, A. I. Evdokimov Institute of Dentistry, Department of Radiation Diagnostics, Faculty of Dentistry, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0003-1898-5699>

² <https://orcid.org/0000-0003-2580-5692>

Corresponding author: Elena A. Egorova, tylsit@mail.ru

Abstract

Objective. To evaluate the diagnostic capabilities of radiography and multislice computed tomography (MSCT) in detecting complications after reverse shoulder arthroplasty.

Materials and Methods. The study included data from 40 patients who underwent reverse shoulder arthroplasty and subsequently underwent both radiography and MSCT in the postoperative period. The analysis focused on the frequency and nature of postoperative complications, including aseptic component loosening, scapular notching, periprosthetic resorption, periprosthetic fractures, and glenoid vault perforation.

Results. It has been established that MSCT makes it possible to visualize pathological changes with high accuracy, including in the early stages, and serves as an important tool in the formation of clinical and diagnostic tactics.

Conclusion. Based on the data obtained, recommendations were formulated for the inclusion of MSCT in the standard protocol of postoperative monitoring of patients.

Keywords: Reverse Shoulder Arthroplasty, Complications, Multislice Computed Tomography, Postoperative Imaging

For citation: Koshelev P. O., Egorova E. A. Assessment of Postoperative Complications After Reverse Shoulder Arthroplasty Using Multislice Computed Tomography. *Radiology – Practice*. 2025;5:34-46. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-34-46>

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

Реверсивное эндопротезирование плечевого сустава является эффективным методом лечения тяжелых дегенеративных и посттравматических повреждений, приводящих к выраженному нарушению функций верхней конечности. Однако вместе с ростом числа таких операций возрастает количество их неблагоприятных исходов и осложнений [1, 2].

В литературе выделяют наиболее распространенные и значимые осложнения реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, такие как асептическая нестабильность компонентов эндопротеза, парапротезные переломы плечевой кости, перфорация свода гленоида, нотчинг лопатки, парапротезная резорбция костной ткани и местная инфекция [2, 3, 6].

Асептическая нестабильность, характеризующаяся нарушением стабильности фиксации компонентов эндопротеза без инфекционных признаков, занимает особое место среди

осложнений. Причинами ее развития могут быть ошибки хирургической техники, низкая плотность костной ткани пациента, недостаточная первичная фиксация компонентов или несоблюдение пациентом рекомендаций по реабилитации [4, 5].

Парапротезные переломы плечевой кости являются еще одним значимым осложнением, существенно ухудшающим функциональные результаты лечения и требующим, как правило, повторного хирургического вмешательства. Их своевременное выявление и точная локализация имеют решающее значение для выбора оптимальной тактики ведения пациентов. Как показывают данные Cody и Nunley [7], переломы чаще возникают на фоне снижения минеральной плотности кости, что особенно актуально в пожилом возрасте.

Перфорация свода гленоида и нотчинг лопатки (по классификации Sirveaux) также требуют внимания, поскольку эти осложнения приводят к прогрессирующей потере костной тка-

ни и потенциально могут нарушать стабильность гленоидного компонента эндопротеза [1, 2].

Оценка костной ткани и окружающих мягкотканых структур в присутствии массивных металлоконструкций после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава выходит за пределы возможностей таких лучевых методов, как УЗИ и МРТ [3].

Стандартная рентгенография сопряжена со значимыми суммационными эффектами. Наиболее точной и чувствительной методикой для выявления этих осложнений считается МСКТ, которая позволяет не только обнаруживать патологические изменения в области установки эндопротеза на ранних стадиях, но и давать точную топографо-анатомическую информацию благодаря мультипланарным и трехмерным реконструкциям [3, 7].

Несмотря на значительные преимущества МСКТ, в настоящее время отсутствуют четко сформулированные рекомендации по ее использованию в послеоперационном ведении пациентов, что обуславливает необходимость проведения настоящего исследования [7].

Цель проведенного исследования — оценка диагностических возможностей рентгенографии и МСКТ в выявлении осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава.

Материалы и методы

Исследование выполнено в формате ретроспективного анализа результа-

тов реверсивного эндопротезирования плечевого сустава, выполненного в период с 2021 по 2023 г. В группу наблюдения включены 40 пациентов: 18 (45,0 %) мужчин и 22 (55,0 %) женщины, средний возраст которых составил $65 \pm 8,2$ года (от 45 до 82 лет), табл. 1.

Критерии включения в исследование:

- выполненное реверсивное эндопротезирование плечевого сустава по поводу посттравматических или дегенеративных поражений, подтвержденных клиническими и лучевыми данными, в условиях специализированного травматолого-ортопедического центра;
- присутствие полного пакета необходимых данных, включающего предоперационное обследование, протокол оперативного вмешательства, результаты послеоперационного рентгенологического и МСКТ-контроля, а также динамического наблюдения;
- наличие рентгенологического контроля (стандартной рентгенографии и/или МСКТ), проведенного в диагностически значимые сроки — в 1-е сутки после эндопротезирования и далее через 3, 6 и 12 месяцев после операции.

Дополнительные рентгенологические исследования в динамике в более поздние сроки проводились в случае появлении боли, функциональных нарушений оперированного плечевого сустава.

Таблица 1

Распределение пациентов по возрастным группам и полу

Возрастная группа (лет)	Мужчины (n, %)	Женщины (n, %)	Всего (n, %)
45–55	4 (10 %)	3 (7,5 %)	7 (17,5 %)
56–65	7 (17,5 %)	10 (25 %)	17 (42,5 %)
66–75	5 (12,5 %)	7 (17,5 %)	12 (30 %)
>75	2 (5 %)	2 (5 %)	4 (10 %)

Критерии исключения:

- неполная клиническая или лучевая документация, не позволяющая достоверно оценить состояние пациента и динамику изменений после операции;
- неудовлетворительное качество рентгеновских или томографических изображений, обусловленное артефактами от металлических конструкций, нарушением техники сканирования или движениями пациента, существенно затрудняющими интерпретацию;
- сопутствующие заболевания и патологические состояния, способные исказить оценку состояния зоны имплантации и прилежащих тканей, включая злокачественные новообразования в области плечевого сустава, массивные посттравматические дефекты костей и мягких тканей, генерализованные метаболические или воспалительные процессы.

Стандартная рентгенография выполнялась в 1-е сутки после операции всем пациентам. Исследования проводили в положении пациента стоя или сидя, в прямой супинационной проекции, а также в боковой трансторакальной.

Стандартная рентгенография применялась для оценки положения гленоидного и плечевого компонентов относительно подлежащей кости, а также для выявления нарушения их взаимоотношений между собой.

При появлении болевого синдрома, ограничении функции плечевого сустава на стороне эндопротезирования, подозрении на развитие осложнений в раннем послеоперационном периоде проводили МСКТ.

Кроме того, стандартная рентгенография и МСКТ выполнялись при динамическом наблюдении:

- через 3 месяца — для исключения начальных проявлений асептической нестабильности компонентов

эндопротеза в виде ограниченных участков остеолита парепротезной кости;

- через 6 месяцев — с целью визуализации прогрессирования некроза лопатки, остеолита на границе кость–металл у плечевого компонента;
- через 12 месяцев — контроль стабильности компонентов имплантата и состояния парепротезной кости. В более поздние сроки МСКТ выполнялась по клиническим показаниям, при прогрессировании болевых ощущений и функциональных нарушений оперированного плечевого сустава.

Фокусное расстояние при стандартной рентгенографии плечевого сустава составляло 100 см; напряжение на трубке — 60–80 120 kV; экспозиция — 20–50 mAs.

Физико-технические условия съемки при проведении МСКТ: напряжение на трубке 120 kV; сила тока 200–250 mA (с автоматической модуляцией); толщина среза 0,625–1,25 мм; pitch 0,8–1,0. Применялись костный и мягкотканый алгоритмы реконструкции с использованием технологий подавления металлических артефактов (MAR). Проксимальная граница сканирования находилась на уровне верхней трети ключицы, дистальная граница — на уровне средней трети плеча.

По результатам стандартной рентгенографии и МСКТ определяли:

- признаки асептической нестабильности компонентов эндопротеза в виде их прогрессирующего «расшатывания» при наличии полосы остеолита на границе кость–металл шириной ≥ 2 мм или полной мобилизации. Выраженность парепротезного остеолита у гленоидного компонента определялась по классификации Lasarus 2002 г. (0 — отсутствие радиолюцентных линий; I — неполные линии; II — полные ли-

- нии толщиной < 2 мм; III — линии ≥ 2 мм без признаков смещения; IV — линии ≥ 2 мм с прогрессированием и признаками нестабильности). Для плечевого компонента применялась классификация Gruen 1979 г. (зональная система, разделяющая область вокруг стержня на 7 зон; наличие остеолита или резорбции фиксировалось по зонам, что позволяло оценить распространенность и выраженность поражения);
- нотчинг лопатки по классификации Sirveaux 2004 г. (I степень — минимальная вырезка ограничена нижним краем гленоида; II — дефект распространяется до уровня нижнего винта; III — дефект доходит до верхнего винта; IV — дефект выше винтов с выраженной потерей костной ткани);
 - парепротезные переломы (с указанием локализации, направления распространения линии перелома, наличия или отсутствия смещения костных отломков);
 - перфорацию свода гленоида (в виде дефекта кортикального слоя, выхода фиксаторов за пределы кости).

Статистическая обработка результатов проводилась с использованием пакета IBM SPSS Statistics 26.0. Учитывались: чувствительность (по доле истинно положительных результатов), специфичность (по доле истинно отрицательных результатов), точность — это общая доля правильно классифицированных изменений по данным рентгенологических исследований, включая как истинно положительные, так и истинно отрицательные результаты.

Верификация осложнений в послеоперационном периоде проводилась по данным динамического наблюдения на основании клинико-рентгенологического сопоставления.

В указанные сроки после эндопротезирования (или независимо от давности хирургического вмешательства при

появлении болевого синдрома и нарушения функции плечевого сустава на стороне операции) по данным стандартной рентгенографии и МСКТ определяли в динамике:

- характеристики консолидации в зоне парепротезного перелома;
- начальные проявления и прогрессирование во времени признаков нотчинга, остеолита на границе кость–металл, асептической нестабильности компонентов эндопротеза;
- сохранение дефекта кортикального слоя и выхода фиксаторов гленоидного компонента за пределы кости, что свидетельствовало о перфорации свода гленоида.

Результаты исследования

По результатам рентгенологических исследований выявлены различные послеоперационные осложнения в виде парепротезного перелома диафиза плечевой кости, перфорации свода гленоида лопатки, а также связанные со структурными изменениями парепротезной кости (табл. 2).

Из анализа данных, представленных в таблице, следует, что 95,0 % всех осложнений были связаны со структурными изменениями парепротезной кости.

При сравнении возможностей примененных рентгенологических методик установлено, что стандартная рентгенография демонстрировала низкую диагностическую эффективность при их выявлении (табл. 3).

Асептическая нестабильность компонентов

Ограниченные участки парепротезного остеолита на уровне плечевого компонента и I степень нотчинга гленоида лопатки по классификации Sirveaux не были визуализированы на рентгено-

Таблица 2

**Характер осложнений после реверсивного эндопротезирования
плечевого сустава (n = 40)**

Тип осложнения	Мужчины (n, %)	Женщины (n, %)	Всего (n, %)
Асептическая нестабильность	3 (16,7 %)	5 (22,7 %)	8 (20 %)
Парапротезные переломы	0	1 (4,5 %)	1 (2,5 %)
Ноттинг лопатки (по Sirveaux)	3 (16,7 %)	3 (13,6 %)	6 (15 %)
Перфорация свода гленоида	1 (5,6 %)	0	1 (2,5 %)
Парапротезная резорбция (значительной выраженности по Lasarus, Gruen)	2 (11,1 %)	2 (9,1 %)	4 (10 %)

Таблица 3

**Частота выявления осложнений после реверсивного эндопротезирования
плечевого сустава по данным рентгенографии и МСКТ (n = 40)**

Тип осложнения	МСКТ (n, %)	Рентгенография (n, %)
Асептическая нестабильность	8 (20 %)	4 (10 %)
Парапротезные переломы	1 (2,5 %)	1 (2,5 %)
Ноттинг лопатки (по Sirveaux)	6 (15 %)	2 (5 %)
Перфорация свода гленоида	1 (2,5 %)	0
Парапротезная резорбция (значительной выраженности по Lasarus, Gruen)	4 (10 %)	1 (2,5 %)

граммах, они достоверно выявлялись только при МСКТ. По данным МСКТ асептическая нестабильность различной выраженности диагностирована у 8 (20,0 %) пациентов, при использовании рентгенографии — только у 4 (10,0 %) пациентов, с протяженными зонами остеолита парапротезной кости. Показатели диагностической эффективности МСКТ в выявлении данного вида осложнений составили: чувствительность 95,0 %, специфичность 91,0 %, точность 93,0 %. Показатели диагностической эффективности стандартной рентгенографии были значительно ниже (чувствительность 50,0 %, специфичность 85,0 %, точность 8,0 %).

**Парапротезный перелом
плечевой кости**

Парапротезный перелом диагностирован у 1 пациентки в возрасте 73 лет. На стандартной рентгенограмме правого плеча и правого плечевого сустава в 1-е сутки после эндопротезирования (рис. 1, а) на фоне послеоперационных изменений в виде эмфиземы мягких тканей в средней и нижней трети диафиза плечевой кости визуализировалась вертикально расположенная линия просветления, которую достоверно не представлялось возможным дифференцировать между полосовидным скоплением воздуха в межмышечном пространстве по ходу оперативного доступа и пере-

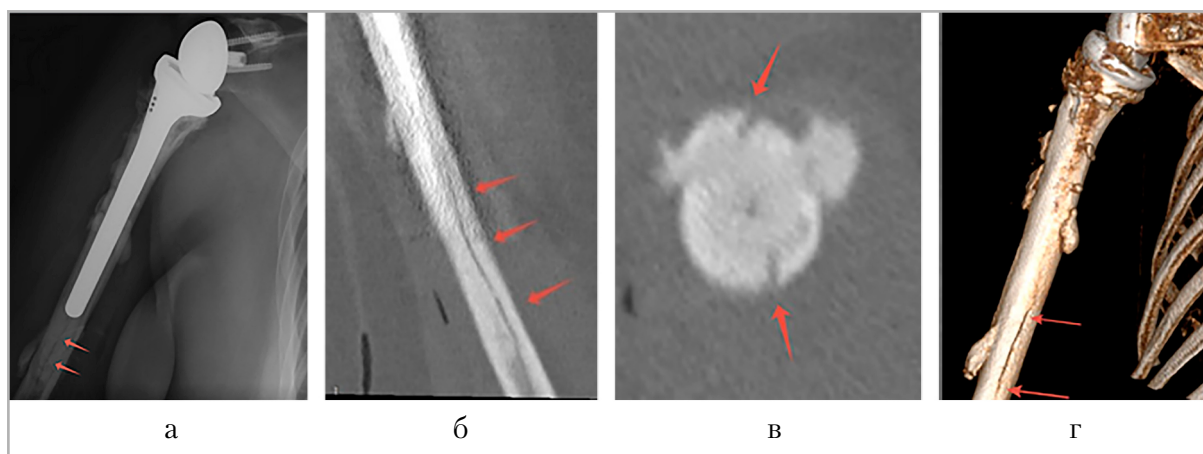


Рис. 3. Стандартная рентгенограмма в прямой переднезадней проекции (а) и компьютерные томограммы правого плеча и правого плечевого сустава (мультипланарные и трехмерная реконструкции): б – г — отмечается парапротезный перелом средней трети диафиза правой плечевой кости без смещения отломков, без признаков консолидации (красные стрелки)

ломом. Для определения характера выявленных изменений была назначена МСКТ, которая позволила установить факт наличия перелома (рис. 1, б – г).

Нотчинг лопатки (Sirveaux)

По данным МСКТ нотчинг лопатки зарегистрирован у 6 (15,0 %) из 40 пациентов. Стандартная рентгенография выявила соответствующие изменения в 2 (5,0 %) случаях. Верификация данного осложнения осуществлялась по результатам динамического наблюдения. Нотчинг лопатки был достоверным, если после впервые выявленных признаков на МСКТ, на контрольных исследованиях (через 6 и 12 месяцев) прослеживалось увеличение глубины/протяженности «вырезки» в парапротезной кости (по Sirveaux) либо появлялись радиолюцентные изменения, становившиеся различимыми уже и на рентгенограммах (рис. 2, а, б).

Перфорация свода гленоида

Перфорация свода гленоида установлена у 1 (2,5 %) пациента из 40 в возрастной группе старше 75 лет (рис. 3, а, б). Диагностическое подтверждение получено исключительно по данным

МСКТ. На рентгенограммах патологических изменений не выявлено вследствие суммационных эффектов.

КТ-семиотика данного осложнения была специфичной. Прослеживались линейный дефект кортикального слоя задневерхнего отдела гленоида и выход дистального фрагмента фиксатора за пределы костного контура при оценке в аксиальной и косо-сагиттальной плоскостях. Верификация опиралась на совокупность клинико-лучевых данных в динамике (персистирование положения фиксатора вне костного контура на контрольном исследовании совпадало с локальной болезненностью, которую отмечал пациент).

Парапротезная резорбция (Lasarus, Gruen)

Признаки парапротезной резорбции по данным МСКТ выявлены у 4 (10,0 %) из 40 пациентов, по данным рентгенографии – у 1 (2,5 %) из 40 пациентов. Диагностическая эффективность для МСКТ: чувствительность 96,0 % и специфичность 95,0 %; для рентгенографии – чувствительность 25,0 %, специфичность 88,0 %.

Диагностические критерии включали для гленоидного компонента (клас-

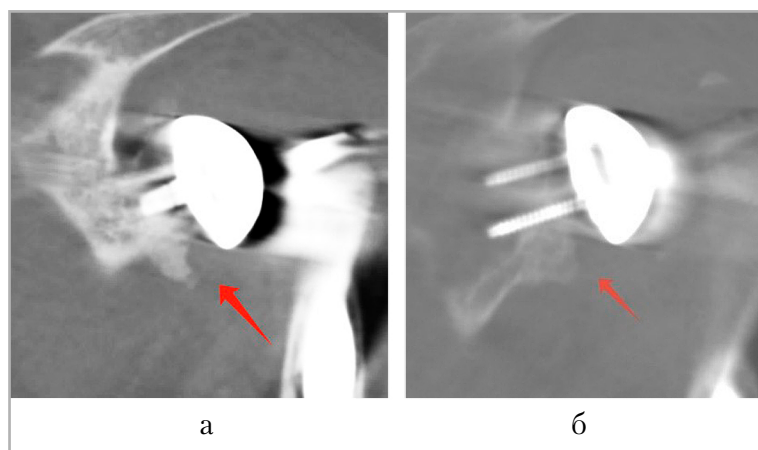


Рис. 2. Компьютерные томограммы плечевого сустава — определяется нотчинг левой лопатки I степени по классификации Surveax (2004), линия разряжения, отмеченная *красными стрелками* в косо-фронтальной плоскости (а, б), ограничена нижним краем гленоида и не доходит до фиксирующего винта

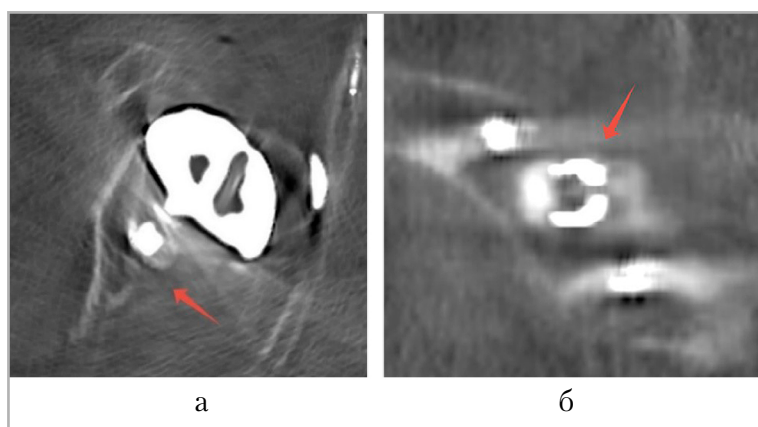


Рис. 2. Компьютерные томограммы — отмечается участок перфорации свода гленоида по задневерхнему краю (отмечен *красными стрелками*) в аксиальной (а) и косо-сагиттальной (б) плоскостях

сификация Lazarus) наличие и прогрессирование радиолюцентных линий, превышающих 1–2 мм, а также очагов остеолита вокруг штифтов/винтов; для плечевого компонента (зональная оценка по Gruen) — участки краевой резорбции и перераспределение трабекулярного рисунка с истончением кортикального слоя по соответствующим зонам (рис. 4, а, б).

Динамическое наблюдение подтверждало достоверность МСКТ-заключения: в выявленных случаях на последующих этапах фиксировалось увеличение толщины радиолюцентных линий и/или распространение остеолитических изме-

нений, тогда как рентгенографические признаки нередко становились отчетливыми только при более выраженной потере костной ткани.

Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования подтверждают, что МСКТ является высокоинформативным методом для выявления осложнений после ревизионного эндопротезирования плечевого сустава, позволяя выявлять не только явные, но и субклинические изменения, которые не всегда определяются на стандартных рентгенограммах. Наиболее ча-

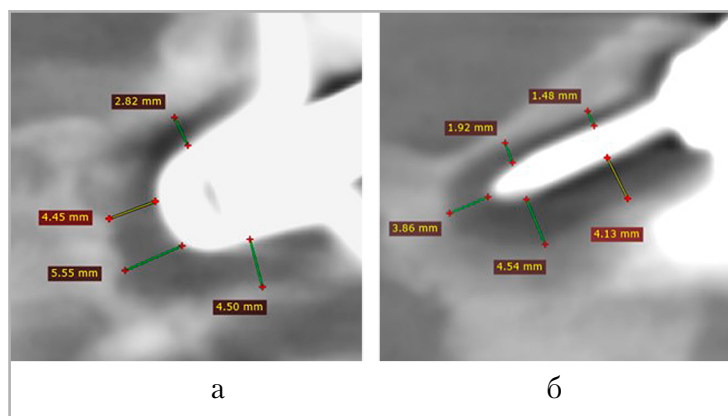


Рис. 4 Компьютерные томограммы — отмечаются участки парапротезной резорбции V ст. по классификации Lasarus (2002) вокруг центрального (а) и нижнего (б) винтов с признаками явного ослабления фиксации

стым осложнением стала асептическая нестабильность компонентов эндопротеза (20,0 % случаев).

Полученные показатели чувствительности (95,0 %) и специфичности (91,0 %) практически совпадают с данными зарубежных авторов, которые указывают на чувствительность порядка 94,0–96,0 % и специфичность около 92,0–94,0 % при использовании МСКТ (Chamseddine et al., 2019). Для рентгенографии эти показатели оказались существенно ниже: чувствительность 62,0 %, специфичность 84,0 %. Таким образом, несмотря на то что рентгенография позволяет фиксировать наличие выраженных рентгенопрозрачных линий или смещение компонентов, именно МСКТ обеспечивает более раннюю и достоверную верификацию нестабильности, включая субклинические формы.

При нотчинге лопатки (по классификации Sirveaux) также получены высокие показатели диагностической эффективности МСКТ (чувствительность 98,0 %, специфичность 100,0 %). Это соответствует литературным данным, согласно которым МСКТ является золотым стандартом для оценки дефекта, его распространенности и изменений в динамике (Sirveaux et al., 2004). Своевременное выявление нотчинга позволяет корректировать реабилитационные

мероприятия и при необходимости рассматривать варианты хирургической коррекции.

Парапротезная резорбция по классификациям Lasarus и Gruen также была достоверно диагностируема на МСКТ с чувствительностью 96,0 % и специфичностью 95,0 %. Эти значения совпадают с данными Brodén et al. (2022) и подтверждают, что МСКТ позволяет детально оценить зоны резорбции и степень ослабления фиксации компонентов, что затруднительно при использовании только рентгенографии.

Перфорация свода гленоида выявлена у одного (2,5 %) пациента старше 75 лет. Ее выявление было достигнуто только с помощью МСКТ.

Рентгенография может быть применена в 1-е сутки после операции для выявления технических погрешностей установки компонентов эндопротеза, нарушения их взаимоотношений. Ее использование неинформативно при нотчинге лопатки, парапротезной резорбции костной ткани, перфорации свода гленоида. Полученные результаты подтверждают выводы зарубежных исследований о том, что рентгенография имеет крайне ограниченные возможности при оценке целостности кортикального слоя и точной локализации винтов (Cody, Nunley, 2019).

Парапротезный перелом плечевой кости зарегистрирован также в одном (2,5 %) случае, был диагностирован обеими методиками. Однако по результатам рентгенографии определен лишь факт перелома, тогда как МСКТ позволила установить точную локализацию, протяженность и направление его линии.

Особое значение имеет возможность МСКТ выявлять осложнения на ранних стадиях, когда клинические проявления минимальны или отсутствуют. Это дает возможность хирургам и реабилитологам оперативно корректировать план лечения, минимизируя риск прогрессирования патологических изменений и ухудшения функциональных исходов. Это обуславливает необходимость включения МСКТ в протоколы планового послеоперационного мониторинга, особенно у пациентов группы высокого риска — женщин старше 65 лет, пациентов с остеопорозом, а также при сложных реконструкциях.

Выводы

1. При анализе результатов обследования пациентов после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава установлено, что определение признаков асептической нестабильности компонентов имплантата, нотчинга лопатки и парапротезной резорбции кости достоверно возможно по данным МСКТ (показатели чувствительность и специфичность методики достигали 95–100 %).
2. Рентгенография плечевого сустава после реверсивного эндопротезирования неэффективна для оценки структурных изменений костной ткани на фоне суммационных эффектов, обусловленных массивными компонентами эндопротеза. Она может быть применена в 1-е сутки после операции для выявления технических погрешностей установки

компонентов имплантата, нарушения их взаимоотношений.

3. Высокая диагностическая эффективность МСКТ в обнаружении осложнений после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава обуславливает необходимость ее включения в протокол послеоперационного мониторинга состояния установленных имплантатов и парапротезной кости через 3, 6 и 12 месяцев после операции. Впоследствии ежегодный КТ-контроль должен осуществляться по клиническим показаниям (при появлении прогрессирования болевого синдрома в области оперированного сустава или появления ограничения его функции).

Список источников

1. Егорова Е. А., Денисова Р. Б. Лучевая диагностика в оценке результатов эндопротезирования тазобедренного сустава // Медицинский альманах. 2008. № 5. С. 159–160.
2. Лычагин А. В., Кесян Г. А., Калинин Е. Б., Сухарев Н. А. Осложнения в раннем послеоперационном периоде после реверсивного эндопротезирования плечевого сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2020. Т. 27, № 2. С. 10–14. <https://doi.org/10.17816/vto202027210-14>
3. Свешников А. А., Овчинников Е. Н. Возрастные изменения минеральной плотности костей скелета мужчин // Гений ортопедии. 2010. № 3. С. 50–56.
4. Шестерня Н. А., Иванников С. В., Жарова Т. А., Сухарев Н. А. Виды осложнений при тотальном эндопротезировании плечевого сустава // Кафедра травматологии и ортопедии. 2018. № 3 (33). С. 53–56. <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.3.53-56>
5. Brodén C., Reilly P., Khanna M., Popat R., Olivecrona H., Griffiths D., Skölden O., Emery R. CT-based micro-

- motion analysis method can assess early implant migration and development of radiolucent lines in cemented glenoid components: a clinical feasibility study. *Acta Orthop.* 2022;93:277-83. <https://doi.org/10.2340/17453674.2022.1976>
6. Chamseddine M., Breden S., Pietschmann M. F., Müller P. E., Chevalier Y. Periprosthetic bone quality affects the fixation of anatomic glenoids in total shoulder arthroplasty: in vitro study. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(1):e18-e28. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.07.012>
 7. Cody E. A., Lachman J. R., Gausden E. B., Nunley J. A. 2nd, Easley M. E. Lower Bone Density on Preoperative Computed Tomography Predicts Periprosthetic Fracture Risk in Total Ankle Arthroplasty. *Foot Ankle Int.* 2019;40(1):1-8. <https://doi.org/10.1177/1071100718799102>
 8. Sirveaux F., Favard L., Oudet D., Huquet D., Walch G., Molé D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J. Bone Joint Surg Br.* 2004 Apr;86(3):388-95. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.86b3.14024>. PMID: 15125127.
- ## Reference
1. Egorova E. A., Denisova R. B. Radiological diagnostics in the assessment of hip arthroplasty outcomes. *Medical Almanac.* 2008;(S):159-160. (In Russ.).
 2. Lychagin A. V., Kesian G. A., Kalinsky E. B., Sukharev N. A. Complications in the early postoperative period after reverse shoulder arthroplasty. N. N. Priorov *Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2020;27(2):10-14. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/vto202027210-14>
 3. Sveshnikov A. A., Ovchinnikov E. N. Age-related changes in the mineral density of the male skeletal bones. *Genius of Orthopedics.* 2010;(3):50-56. (In Russ.).
 4. Shesternya N. A., Ivannikov S. V., Zharova T. A., Sukharev N. A. Types of complications in total shoulder arthroplasty. *Department of Traumatology and Orthopedics.* 2018;3(33):53-56. (In Russ.). <https://doi.org/10.17238/issn2226-2016.2018.3.53-56>
 5. Brodén C., Reilly P., Khanna M., Popat R., Olivecrona H., Griffiths D., Sköldenberg O., Emery R. CT-based micromotion analysis method can assess early implant migration and development of radiolucent lines in cemented glenoid components: a clinical feasibility study. *Acta Orthopaedica.* 2022;93:277-283. <https://doi.org/10.2340/17453674.2022.1976>
 6. Chamseddine M., Breden S., Pietschmann M. F., Müller P. E., Chevalier Y. Periprosthetic bone quality affects the fixation of anatomic glenoids in total shoulder arthroplasty: in vitro study. *J. Shoulder Elbow Surg.* 2019;28(1):e18-e28. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2018.07.012>
 7. Cody E. A., Lachman J. R., Gausden E. B., Nunley J. A. 2nd, Easley M. E. Lower bone density on preoperative computed tomography predicts periprosthetic fracture risk in total ankle arthroplasty. *Foot & Ankle International.* 2019;40(1):1-8. <https://doi.org/10.1177/1071100718799102>
 8. Sirveaux F., Favard L., Oudet D., Huquet D., Walch G., Molé D. Grammont inverted total shoulder arthroplasty in the treatment of glenohumeral osteoarthritis with massive rupture of the cuff. Results of a multicentre study of 80 shoulders. *J. Bone Joint Surg Br.* 2004 Apr;86(3):388-95. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.86b3.14024>. PMID: 15125127.

Сведения об авторах / Information about the authors

Кошелев Павел Олегович, аспирант кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета ФГБОУ ВПО «Российский университет медицины» Минздрава России, НОИ стоматологии имени А. И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.
Вклад автора: сбор и анализ данных, написание текста статьи.

Koshelev Pavel Olegovich, postgraduate of Department of Radiology of the Faculty of Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, A. I. Evdokimov Institute of Dentistry, Moscow, Russia.
Author's contribution: data collection and analysis, writing the text of the article.

Егорова Елена Алексеевна, доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики стоматологического факультета, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, НОИ стоматологии имени А. И. Евдокимова, Москва, Россия.
Вклад автора: формирование концепции, редактирование текста статьи.

Egorova Elena Alekseevna, PhD, professor, professor of the Department of Radiation, of the Faculty of Dentistry, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Russian University of Medicine» of the Ministry of Health of the Russian Federation, A. I. Evdokimov Institute of Dentistry, Moscow, Russia.
Author's contribution: formation of the concept, editing of the text of the article.

Статья поступила в редакцию 02.07.2024;
одобрена после рецензирования 15.08.2025;
принята к публикации 15.08.2025.

The article was submitted 02.07.2024;
approved after reviewing 15.08.2025;
accepted for publication 15.08.2025.



ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Оригинальная статья

УДК 616-007.15 / 616-073

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-47-59>

Возможности применения нейросетевого анализа в ультразвуковой диагностике врожденных пороков развития плода во II триместре беременности

А. В. Поморцев¹, Ю. Ю. Дьяченко², Е. А. Арутюнян³,
М. А. Матосян⁴, Л. А. Хагурова⁵, А. С. Новикова⁶

^{1,3,4} ФГБОУ «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Краснодар, Россия

^{2,5,6} ГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4129-3930>

² <https://orcid.org/0000-0003-2957-9100>

³ <https://orcid.org/0009-0005-9684-4025>

⁴ <https://orcid.org/0000-0002-9576-6724>

⁵ <https://orcid.org/0009-0000-5678-2804>

⁶ <https://orcid.org/0009-0009-6502-3143>

Автор, ответственный за переписку: Алексей Викторович Поморцев, romor-av@mail.ru

Аннотация

Цель исследования. Целью работы является оценка диагностических возможностей применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике выявления врожденных пороков центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и органов брюшной полости плода во II триместре беременности.

Материалы и методы. В ходе работы по оценке возможностей применения искусственного интеллекта в пренатальной ультразвуковой диагностике в выявлении врожденных пороков развития различных систем и органов было проведено ультразвуковое исследование 371 пациентки во II триместре беременности. Проводились сбор материалов, обработка снимков, графическое выделение основных анатомических структур, «обучение» нейросетевой модели функции «распознавания» анатомических ориентиров и формирования инструментального диагноза по типу «норма» и «не норма».

Результаты. Было получено и графически выделено 1484 эхограммы с визуализацией структур головного мозга плода в аксиальном сечении, сердца в четырехкамерном

© Поморцев А. В., Дьяченко Ю. Ю., Арутюнян Е. А., Матосян М. А., Хагурова Л. А., Новикова А. С., 2025

срезе и сосудов в срезе через три сосуда, а также органов брюшной полости в поперечно-абдоминальном срезе. «Обучение» нейросетевой модели проводилось с использованием как ультразвуковых снимков с нормальным анатомическим строением указанных областей структур, так и с патологически измененной ультразвуковой картиной.

Заключение. Применение искусственного интеллекта в современной пренатальной ультразвуковой диагностике в выявлении врожденных пороков развития плода во II триместре беременности может позволить с достаточно высокой точностью сформировать инструментальный диагноз по типу «норма» и «не норма».

Ключевые слова: врожденные пороки развития, ультразвуковое исследование, искусственный интеллект, нейросеть

Для цитирования: Поморцев А. В., Дьяченко Ю. Ю., Арутюнян Е. А., Матосян М. А., Хагурова Л. А., Новикова А. С. Возможности применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике врожденных пороков развития плода в II триместре беременности // Радиология — практика. 2025;5:47-59. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-47-59>

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

Possibilities of using neural network analysis in ultrasound diagnostics of congenital malformations of the fetus in the second trimester of pregnancy

**Alexey V. Pomortsev¹, Julia Yu. Dyachenko², Ekaterina A. Arutyunyan³,
Mariam A. Matosyan⁴, Lyubov A. Khagurova⁵, Anastasia S. Novikova⁶**

^{1,3,4} Federal State Budgetary Educational Institution Kuban State Medical University of Ministry of Health of the Russian Federation, Krasnodar, Russia

^{2,5,6} The State Budgetary Healthcare Institution «Children's Regional Clinical Hospital» of the Ministry of Health of the Krasnodar Territory, Krasnodar, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4129-3930>

²<https://orcid.org/0000-0003-2957-9100>

³<https://orcid.org/0009-0005-9684-4025>

⁴<https://orcid.org/0000-0002-9576-6724>

⁵<https://orcid.org/0009-0000-5678-2804>

⁶<https://orcid.org/0009-0009-6502-3143>

Corresponding author: Alexey V. Pomortsev, pomor-av@mail.ru

Abstract

Aim. The aim of the study is to evaluate the diagnostic possibilities of using artificial intelligence in ultrasound diagnostics for detecting congenital malformations of the central nervous system, cardiovascular system and abdominal organs of the fetus in the second trimester of pregnancy.

Materials and Methods. In the course of work to evaluate the possibilities of using artificial intelligence in prenatal ultrasound diagnostics in the detection of congenital malformations of various systems and organs, an ultrasound examination of 371 patients was performed in the second trimester of pregnancy. The materials were collected, images were processed, the main anatomical structures were graphically highlighted, the neural network model was «trained» to «recognize» anatomical landmarks and form an instrumental diagnosis of the type «norm» and «not norm».

Results. 1484 echograms were obtained and graphically isolated with visualization of fetal brain structures in axial section, heart in a four-chamber section and vessels in a three-vessel section, as well as abdominal organs in a transversely abdominal section. The neural network model was «trained» using ultrasound images with a normal anatomical structure of these areas of structures, as well as with pathologically altered ultrasound images.

Conclusion. The use of artificial intelligence in modern prenatal ultrasound diagnostics in the detection of congenital malformations of the fetus in the second trimester of pregnancy can make it possible to form an instrumental diagnosis of the type «normal» and «not normal» with sufficiently high accuracy.

Keywords: Congenital Malformations, Ultrasound, Artificial Intelligence, Neural Network

For citation: Pomortsev A. V., Dyachenko Yu. Yu., Arutyunyan E. A., Matosyan M. A., Khagurova L. A., Novikova A. S. Possibilities of Using Artificial Intelligence in Ultrasound Diagnostics of Congenital Malformations of the Fetus in the Second Trimester of Pregnancy. *Radiology — Practice*. 2025;5:47-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-47-59>

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

Диагностика врожденных пороков развития (ВПР) плода является наиболее актуальной проблемой в современном акушерстве. Скрининговое пренатальное ультразвуковое исследование является одним из основных методов в выявлении врожденных аномалий плода. По данным зарубежных и отечественных авторов, в настоящее время активно рассматривается вопрос о применении и внедрении в современную медицину новых дополнительных компьютерных технологий, способных усовершенствовать постановку инструментального диагноза и оптимизировать время работы врача. Такой новой технологией может стать искусственный интеллект (ИИ). Нейросетевой анализ — это способность компьютерной системы ИИ выполнять задачи, для которых обычно требуется человеческий интеллект [1–5]. Тогда нужно оценить диагностические возможности применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике врожденных пороков развития различных систем и органов плода в II триместре беременности.

Цель: оценка диагностических возможностей применения искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике выявления врожденных пороков центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы и органов брюшной полости плода во II триместре беременности.

Материалы и методы

Исследование по применению различных функциональных возможностей искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике врожденных нарушений плода проводится с 2023 г. и по настоящее время сотрудниками кафе-

дры лучевой диагностики № 1 ФГБОУ «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России. На базах Краевого перинатального центра г. Краснодара и «Перинатального центра Краевой клинической больницы № 2» проводится сбор материалов — эхографических снимков в отобранных срезах для наиболее качественной визуализации тех анатомических структур, которые необходимо оценить. Согласно рекомендациям ISUOG и приказу № 1130 Н от 20.10.2022, проведение II скринингового ультразвукового исследования необходимо осуществлять в сроки 19–21 неделя беременности. При подозрении на наличие дефекта сердечно-сосудистой системы предпочтительнее проводить ультразвуковое исследование на 20–22-й неделе беременности [6].

Проведение исследования состояло из нескольких этапов. На первом этапе проводился анализ наиболее часто встречающихся врожденных патологий центральной нервной системы плода и ультразвуковое обследование 371 пациентки во II триместре беременности.

Одной из основных задач данного этапа было определение и получение клинически значимых анатомических ультразвуковых срезов плода. Для визуализации и оценки нормального анатомического строения структур головного мозга плода необходимо было получать аксиальное сечение головного мозга. Для визуализации и оценки нормального анатомического строения структур сердечно-сосудистой системы плода были отобраны четырехкамерный срез и срез через три сосуда. Для визуализации и оценки нормального анатомического строения структур брюшной полости

плода был отобран поперечно абдоминальный срез [6].

Следующей задачей являлась разработка алгоритмов графического выделения отобранных анатомических ориентиров в выбранных срезах. При этом большую роль в «обучении» нейросетевой программы играет грамотная графическая маркировка клинически и анатомически «нормальных» эхографических изображений. При графическом выделении анатомических ориентиров в аксиальном сечении головного мозга плода объектами маркировки стали следующие структуры: М-Эхо, передние и задние рога боковых желудочков, полость прозрачной перегородки и Сильвиева борозда (рис. 1).

Все получаемые анатомические структуры должны были четко визуализироваться и быть абсолютно симметричными для качественного и точного будущего обучения нейросети. Полученные ультразвуковые снимки были загружены в разработанную программу «Интеллектуальная система поддержки принятия решения при формировании инструментального диагноза для выявления пороков ЦНС у плода на основе нейросетевых моделей» и далее подвергались нейросетевому анализу. Данная программа разработана сотрудниками кафедры лучевой диагностики № 1. Свидетельство о регистрации базы данных

RU 2024621636, 15.04.2024. Заявка от 09.02.2024. Программа ЭВМ «Информационная система для выделения пороков центральной нервной системы плода». Получено свидетельство на программу ЭВМ № 2023681418. Результатом нейросетевого анализа является сформированный заключительный протокол по типу «норма» и «не норма». Анализ разработанной системы работает по принципу «распознавания» анатомических ориентиров, и в случае нормального строения структур головного мозга плода результат будет «норма», а в случае аномального строения структур головного мозга плода — «не норма» (рис. 2).

На втором этапе исследования проводился анализ наиболее часто встречающихся врожденных нарушений развития сердечно-сосудистой системы плода, отбор ультразвуковых снимков с наиболее качественной визуализацией анатомических ориентиров и дальнейшее графическое выделение структур в выбранных срезах. Для оценки сердца и сосудов выводились два основных среза: четырехкамерный и срез через три сосуда.

В четырехкамерном срезе маркировались следующие анатомические структуры: окружность (контур) грудной клетки, окружность (контур) сердца, правое предсердие, левое предсердие, правый желудочек, левый желудочек, позвоночник, грудина (рис. 3). Резуль-

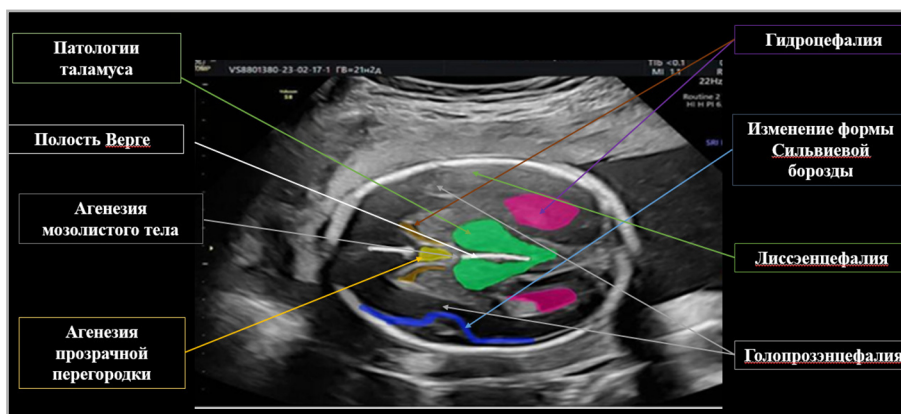


Рис. 1. Эхографическое изображение аксиального среза головного мозга плода с маркировкой анатомических структур и последующим «обучением» искусственного интеллекта постановке инструментального диагноза



Рис. 2. Заключительный протокол с результатом «НОРМА» после нейросетевого анализа в программе — интеллектуальная система поддержки принятия решений «Формирование инструментального диагноза для выявления пороков центральной нервной системы у плода»

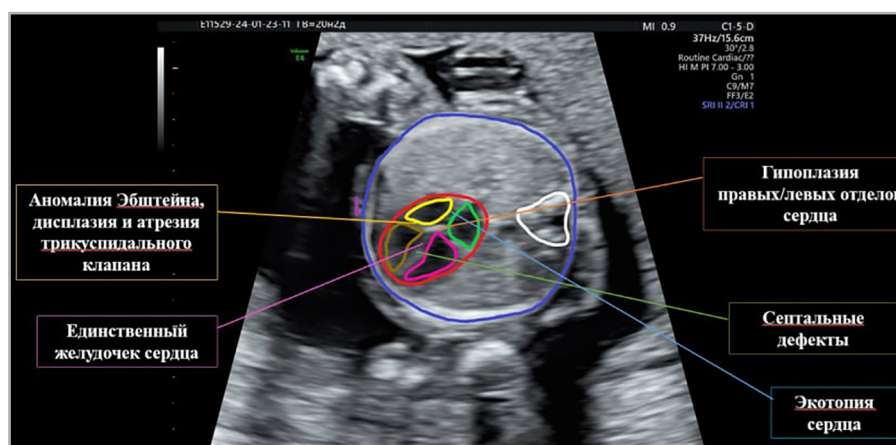


Рис. 3. Эхографическое изображение четырехкамерного среза сердца плода с маркировкой анатомических структур и последующим «обучением» искусственного интеллекта постановке инструментального диагноза

татами нейросетевого анализа четырехкамерного среза являются оценка позиции сердца в грудной полости (в норме сердце занимает не больше одной трети всей области грудной клетки), оценка оси сердца (длинная ось сердца в норме направлена влево под углом около $45 \pm 20^\circ$), расчет соотношения окружности (площади) сердца к окружности (площади) грудной клетки, оценка соотношения правых и левых отделов сердца плода (каждой камеры), оценка отсутствия септальных патологий, транспозиционных нарушений.

Выбор определенных срезов, анатомических структур и ультразвуковых параметров для исследования врожденных пороков развития сердечно-сосудистой системы плода проводился по рекомендациям ISUOG [4].

При проведении маркировки в срезе через три сосуда анатомическими областями выделения стали окружность (контур) грудной клетки, легочная артерия, аорта, верхняя полая вена (рис. 4). Далее проводилась оценка соотношения диаметров трех сосудов, их расположение в данном срезе, совпадение осей,

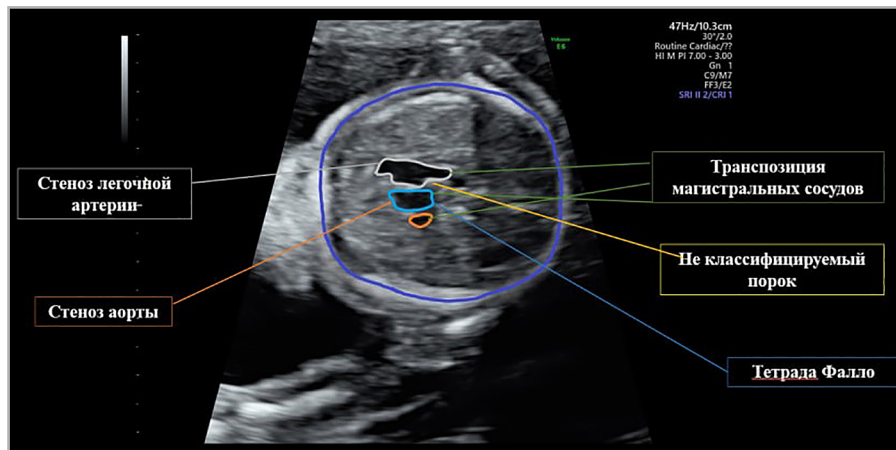


Рис. 4. Эхографическое изображение среза через три сосуда плода с маркировкой анатомических структур и последующим «обучением» искусственного интеллекта постановке инструментального диагноза

определение соотношения диаметра аорты к диаметру легочной артерии [6].

Для «обучения» нейросети постановке инструментального диагноза проводилось формирование дифференциального ряда наиболее часто встречающихся пороков сердечно-сосудистой системы плода при четырехкамерном срезе и срезе через три сосуда (рис. 3, 4).

При проведении маркировки в поперечном абдоминальном срезе структурами для выделения были окружность (контур) брюшной полости и окружность (контур) желудка (рис. 5). Ультразвуковое сканирование в данном срезе необходимо для определения площади

брюшной полости плода, визуализации желудка и определения его площади, исключения дополнительных кистозных или солидных образований (врожденная диафрагмальная грыжа) [6].

Результаты

Искусственный интеллект является новой технологией для медицинской визуализации. По данным зарубежных и отечественных исследований, в современное время нейросетевые модели (интеллектуальные системы) представляют большой интерес для врачей медицинской визуализации. Функциональные возможности нейросетевого анализа

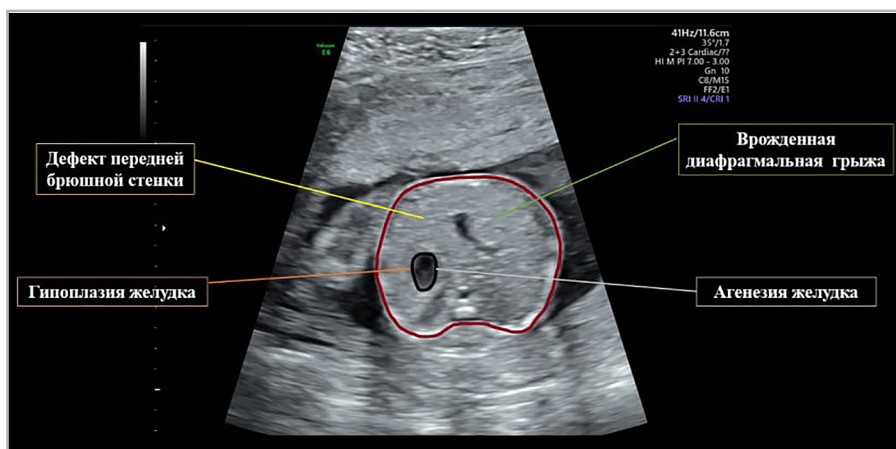


Рис. 5. Эхографическое изображение поперечного абдоминального среза плода с маркировкой анатомических структур и последующим «обучением» искусственного интеллекта постановке инструментального диагноза

активно используются при диагностике очаговых образований легких, в диагностике инсульта головного мозга, при оценке простатита и т. д. [7–9].

В ходе проведения исследования было собрано, графически выделено и загружено в интеллектуальную систему 1484 эхограммы. Были использованы как ультразвуковые снимки с нормальным анатомическим строением структур головного мозга, сердца и брюшной полости плода, так и с патологически измененной ультразвуковой картиной.

При исследовании 371 беременной у 325 (87,5 %) пациенток была выявлена нормальная ультразвуковая картина строения головного мозга, строения сердечно-сосудистой системы и органов брюшной полости плода, а в 46 случаях (12,5 %) встречались нарушения различных систем и органов плода. Нарушения центральной нервной системы были найдены в 4 случаях (8,69 %) от общего количества выявленной патологии, аномалии развития сердечно-сосудистой системы плода были выявлены в 22 случаях (47,83 %), а пороки развития органов брюшной полости плода встретились в 20 случаях (43,48 %).

Среди аномалий строения головного мозга плода были выявлены различные варианты гидроцефалии в 3 случаях (75 %) от общего количества

выявленной патологии головного мозга плода, в 1 случае (25 %) была выявлена патология задней черепной ямки (синдром Денди — Уокера). Эхограммы с патологически измененными структурами были загружены в разработанную программу искусственного интеллекта, и после нейросетевого анализа был получен заключительный протокол — «не норма». Также данные эхограммы оценивались пренатальным консилиумом для решения вопроса о прерывании или пролонгировании беременности. В последующем выявленная патология верифицировалась с результатами нейросонографии или результатами патологоанатомического исследования.

Среди патологий сердечно-сосудистой системы плода в 13 случаях (59,09 %) от общего количества выявленной патологии сердца плода встретились различные варианты септальных деформаций, у 1 плода (4,55 %) была найдена аномалия Эбштейна (дисплазия и атрезия трикуспидального клапана), в 7 случаях (31,81 %) наблюдалась гипоплазия левых отделов сердца, а у 1 плода (4,55 %) отмечалось наличие тетрады Фалло (рис. 6, 7).

Также были отобраны наиболее часто встречающиеся врожденные пороки развития по выбранным срезам (четы-

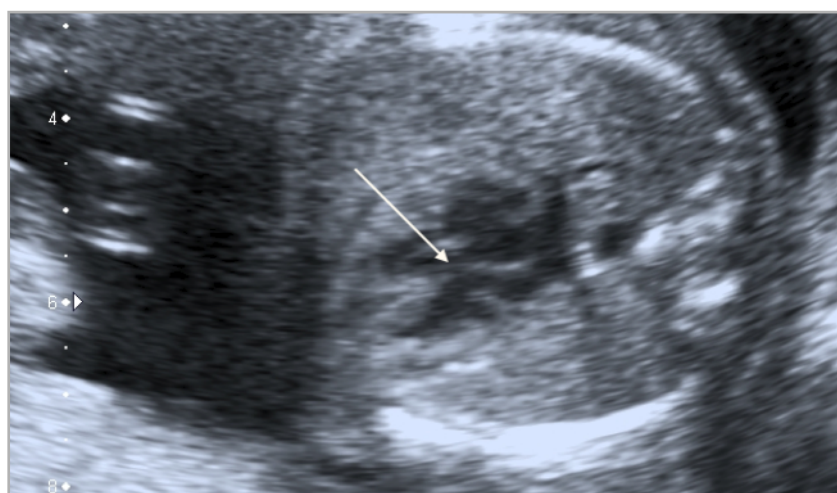


Рис. 6. Эхограмма сердца плода в сроке 20 недель с ультразвуковыми признаками дефекта межжелудочковой перегородки (обозначен белой стрелкой)

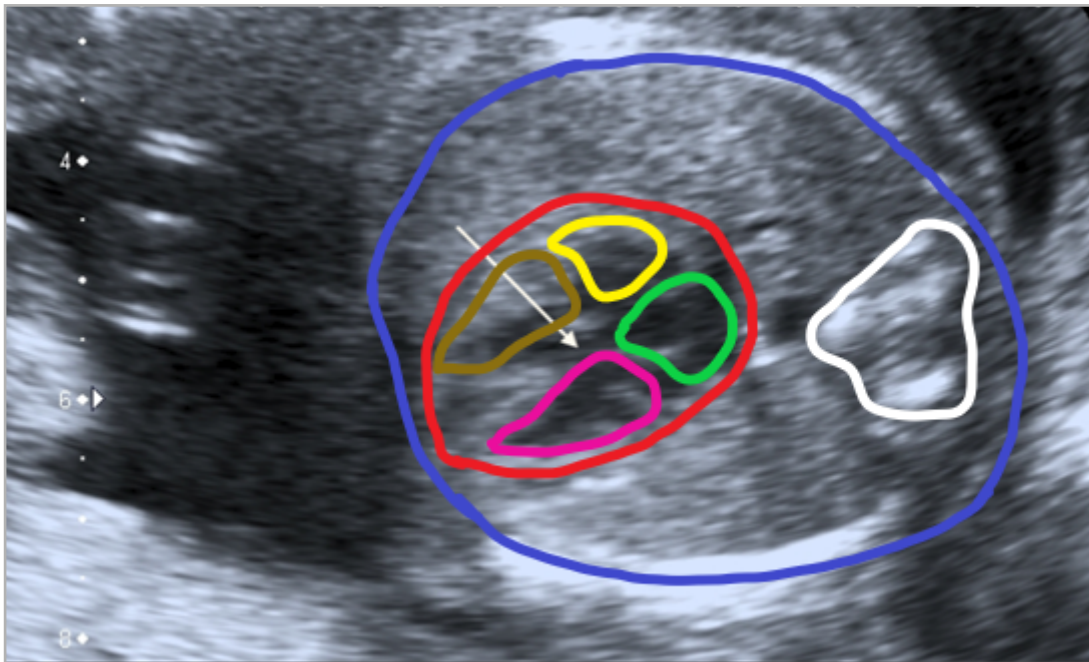


Рис. 7. Эхографическое изображение сердца плода в сроке 20 недель после маркировки анатомических структур с помощью искусственного интеллекта с выявленными ультразвуковыми признаками дефекта межжелудочковой перегородки (обозначен белой стрелкой)

рехкамерный и срез через три сосуда) для формирования возможного дифференциального ряда инструментальных диагнозов нейросетью (рис. 3, 4).

Варианты патологий органов брюшной полости встретились в 20 случаях (43,48 %), и среди них были выявлены: у 14 плодов (70 %) — врожденная диафрагмальная грыжа, у 3 плодов (15 %) —

дефект передней брюшной стенки (гастрошизис), у 3 плодов (15 %) визуализация желудка была затруднена (предположительно — агенезия желудка) (рис. 8, 9).

Также были отобраны варианты наиболее часто встречающихся врожденных пороков развития органов брюшной полости плода для составления возможно-

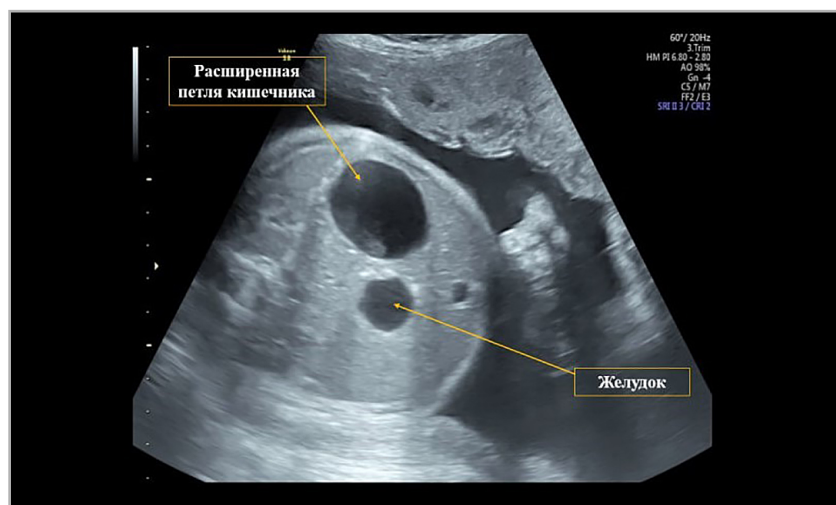


Рис. 8. Эхографическое изображение брюшной полости плода с дополнительным кистозным образованием, связанным со стенозом тонкого кишечника, признак «двойного пузыря» (обозначения выполнены желтыми стрелками)

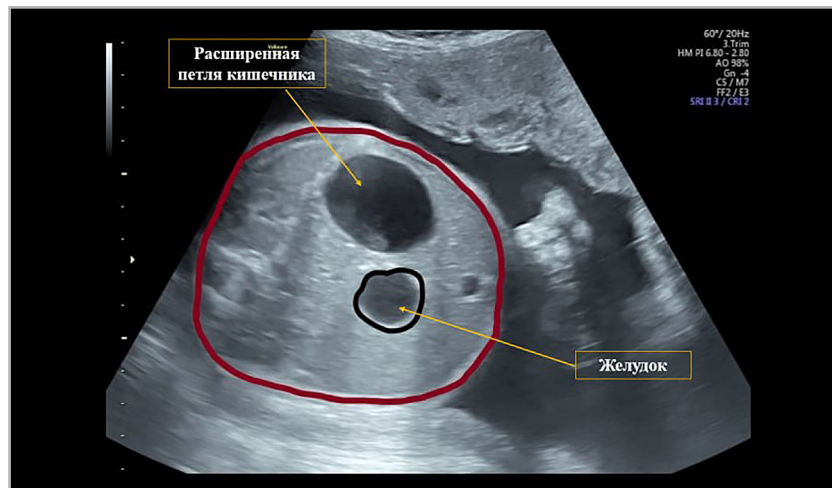


Рис. 9. Эхографическое изображение брюшной полости плода с маркировкой анатомических структур и определением дополнительного кистозного образования (неклассифицируемый порок) с помощью искусственного интеллекта (обозначения выполнены желтыми стрелками)

го дифференциального ряда инструментальных диагнозов нейросетью (рис. 5).

Обсуждение

Современным направлением развития диагностической медицины является применение и внедрение искусственного интеллекта. В основе данной технологии заложено получение качественных и информативных изображений, их последующий анализ и формирование предварительного инструментального диагноза. По данным зарубежной и отечественной литературы, существуют как достоинства данной компьютерной технологии, так и недостатки. Очевидными преимуществами внедрения нейросетевых программ в лучевую диагностику являются сокращение времени анализа полученных изображений, возможность получения необходимой теоретической и визуальной информации [6, 7]. При этом важными вопросами внедрения искусственного интеллекта в ультразвуковую практику остаются стандартизация изображений (эхографических снимков), грамотное выделение структур выбранных анатомических областей для последующего анализа, формирование объемной визуальной базы данных с аномалиями

развития для «обучения» нейросети и правильного формирования инструментального диагноза [8, 9].

Диагностическая точность разработанной программы «Интеллектуальная система поддержки принятия решения при формировании инструментального диагноза для выявления пороков ЦНС у плода на основе нейросетевых моделей» в соотношении таких показателей, как «норма» и «не норма», составила 78,9 %. Снижение диагностической точности было связано с относительно небольшой визуальной базой данных с патологически измененными структурами головного мозга плода.

Выводы

Применение искусственного интеллекта в современной пренатальной ультразвуковой диагностике в выявлении врожденных пороков развития плода во II триместре беременности может позволить с достаточно высокой точностью сформировать инструментальный диагноз по типу «норма» и «не норма». Данная нейросетевая модель может быть использована как дополнительная технология при ультразвуковом обследовании беременных. Полномасштабное использование всех возможностей

и функций искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике патологии развития плода возможно при создании большой визуальной базы данных в виде эхографических снимков как с нормальным анатомическим строением структур организма, так и с патологической ультразвуковой картиной.

Список литературы

1. Бурлуцкая А. В., Статова А. В., Мамян Э. В. Структура и организация паллиативной медицинской помощи детям в Краснодарском крае // Кубанский научный медицинский вестник. 2020. Т. 27, № 2. С. 29–37. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-29-37>
2. Гуменюк Е. Г., Ившин А. А., Болдина Ю. С. Поиск предикторов задержки роста плода: от сантиметровой ленты до искусственного интеллекта // Акушерство и гинекология. 2022. № 12. С. 18–24. <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2022.185>
3. Жданова Е. В., Рубцова Е. В. Опыт внедрения пилотного проекта «Искусственный интеллект» в работе участкового терапевта на территории Ямало-Ненецкого автономного округа: пилотное одномоментное скрининговое обсервационное исследование // Кубанский научный медицинский вестник/ 2022. Т. 29, № 4. С. 14–31. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-4-14-31>
4. Поморцев А. В., Редько А. Н., Барсукова Е. А., Матосян М. А., Дьяченко Ю. Ю., Дьяченко Р. А., Белоглядова И. А., Янаева М. В., Бабаян В. Т. Применение искусственного интеллекта в ультразвуковой диагностике пороков ЦНС плода в сроках гестации с 19 по 22 неделю беременности // Инновационная медицина Кубани. 2024. № 2. С. 42–47. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-42-47>
5. Поморцев А. В., Карахалис М. Н., Матулевич С. А., Дащян Г. А., Халафян А. А., Сенча А. Н. Пороки развития сердца плода: факторы риска и возможности ультразвукового метода при первом скрининге // Инновационная медицина Кубани. 2023. № 4. С. 51–59. <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-8-4-51-59>
6. Carvalho J., Axt-Flidner R., Chaoui R., Copel J., Cuneo B., Goff D., Gordin Kopylov L., Hecher K., Lee W., Moon-Grady A., Mousa H., Munoz H., Paladini D., Prefumo F., Quarello E., Rychik J., Tutschek B., Wiechec M., Yagel S. Практические рекомендации ISUOG (обновленные): ультразвуковое скрининговое исследование сердца плода // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2024. № 1. С. 44–70. <https://doi.org/10.24835/1607-0771-270>
7. Drukker L., Noble J. A., Papageorgiou A. T. Introduction to artificial intelligence in ultrasound imaging in obstetrics and gynecology. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56(4):498-505. <https://doi.org/10.1002/uog.22122>
8. Iftikhar P., Kuijpers M. V., Khayyat A., Iftikhar A., DeGouvia De Sa M. Artificial Intelligence: A New Paradigm in Obstetrics and Gynecology Research and Clinical Practice. *Cureus.* 2020;12(2):e7124. <https://doi.org/10.7759/cureus.7124>
9. Yi J., Kang H. K., Kwon J. H., Kim K. S., Park M. H., Seong Y. K., Kim D. W., Ahn B., Ha K., Lee J., Hah Z., Bang W. C. Technology trends and applications of deep learning in ultrasonography: image quality enhancement, diagnostic support, and improving workflow efficiency. *Ultrasonography.* 2021;40(1):7-22. <https://doi.org/10.14366/usg.20102>

References

1. Burlutskaya A. V., Statova A. V., Mamyan E. V. Structure and organisation of palliative care for children in Krasnodar Krai. *Kuban Scientific Medical Bulletin.* 2020;27(2):29-37. (In Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2020-27-2-29-37>

2. Gumenyuk E. G., Ivshin A. A., Boldina Yu. S. Search for predictors of fetal growth retardation: from centimeter tape to artificial intelligence. *Obstetrics and gynecology*. 2022;12:18-24. (In Russ.). <https://dx.doi.org/10.18565/aig.2022.185>
3. Zhdanova E. V., Rubtsova E. V. Implementing an Artificial Intelligence System in the Work of General Practitioner in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug: Pilot Cross-sectional Screening Observational Study. *Kuban Scientific Medical Bulletin*. 2022;29(4):14-31. (In Russ.). <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2022-29-4-14-31>
4. Pomortsev A. V., Redko A. N., Barsukova E. A., Matosyan M. A., Dyachenko Yu. Yu., Dyachenko R. A., Beloglyadova I. A., Yanaeva M. V., Babayan V. T. Use of Artificial Intelligence in Ultrasound Diagnosis of Fetal Central Nervous System Anomalies Between 19 and 22 Weeks' Gestation. *Innovative Medicine of Kuban*. 2024;(2):42-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2024-9-2-42-47>
5. Pomortsev A. V., Karakhalis M. N., Matulevich S. A., Daschyan G. A., Khalafyan A. A., Sencha A. N. Congenital Heart Diseases: Risk Factors and Ultrasound Diagnostic Potential at the First Screening. *Innovative Medicine of Kuban*. 2023;(4):51-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.35401/2541-9897-2023-8-4-51-59>
6. Carvalho J., Axt-Fliedner R., Chaoui R., Copel J., Cuneo B., Goff D., Gordin Kopylov L., Hecher K., Lee W., Moon-Grady A., Mousa H., Munoz H., Paladini D., Prefumo F., Quarello E., Rychik J., Tutschek B., Wiechec M., Yagel S. ISUOG Practice Guidelines (updated): fetal cardiac screening. *Ultrasound & Functional Diagnostics*. 2024;(1):44-70. (In Russ.). <https://doi.org/10.24835/1607-0771-270>
7. Drukker L., Noble J. A., Papageorghiou A. T. Introduction to artificial intelligence in ultrasound imaging in obstetrics and gynecology. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2020;56(4):498-505. <https://doi.org/10.1002/uog.22122>
8. Iftikhar P., Kuijpers M. V., Khayyat A., Iftikhar A., DeGouvias De Sa M. Artificial Intelligence: A New Paradigm in Obstetrics and Gynecology Research and Clinical Practice. *Cureus*. 2020;12(2):e7124. <https://doi.org/10.7759/cureus.7124>
9. Yi J., Kang H. K., Kwon J. H., Kim K. S., Park M. H., Seong Y. K., Kim D. W., Ahn B., Ha K., Lee J., Hah Z., Bang W. C. Technology trends and applications of deep learning in ultrasonography: image quality enhancement, diagnostic support, and improving workflow efficiency. *Ultrasonography*. 2021;40(1):7-22. <https://doi.org/10.14366/usg.20102>

Сведения об авторах / Information about the authors

Поморцев Алексей Викторович, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики № 1 Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Россия.
Вклад автора: формирование концепции, сбор материала, написание текста статьи.

Pomortsev Alexey Viktorovich, MD, Professor, Head of the Department of Radiation Diagnostics No. 1 of Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

The author's contribution: formation of the concept, collection of material, writing the text of the article.

Дьяченко Юлия Юрьевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики № 1 Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Россия.

Вклад автора: сбор материала, написание текста статьи.

Dyachenko Yulia Yurievna, PhD, Associate Professor of the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.

The author's contribution: collecting material, writing the text of the article.

Арутюнян Екатерина Алексеевна, клинический ординатор кафедры лучевой диагностики № 1 Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Россия.
Вклад автора: написание текста статьи, редактирование окончательного варианта работы.

Arutyunyan Ekaterina Alekseevna, Clinical Resident of the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.
The author's contribution: writing the text of the article, editing the final version of the work.

Матосян Мариам Альбертовна, ассистент кафедры лучевой диагностики № 1 Кубанского государственного медицинского университета, Краснодар, Россия.
Вклад автора: редактирование окончательного варианта работы.

Matosyan Mariam Albertovna, Assistant of the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia.
The author's contribution: editing the final version of the work.

Хагурова Любовь Аслановна, лаборант кафедры лучевой диагностики № 1, Кубанского государственного медицинского университета, врач ультразвуковой диагностики Краевого перинатального центра, Краснодар, Россия.
Вклад автора: сбор материала.

Khagurova Lyubov Aslanovna, Laboratory assistant at the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University, ultrasound diagnostics doctor at the Regional Perinatal Center, Krasnodar, Russia.
Author's contribution: collection of material.

Новикова Анастасия Сергеевна, лаборант кафедры лучевой диагностики № 1 Кубанского государственного медицинского университета, врач ультразвуковой диагностики Краевого перинатального центра, Краснодар, Россия.
Вклад автора: сбор материала.

Novikova Anastasia Sergeevna, Laboratory assistant at the Department of Radiation Diagnostics No. 1, Kuban State Medical University, Ultrasound diagnostics doctor at the Regional Perinatal Center, Krasnodar, Russia.
Author's contribution: collection of material.

Статья поступила в редакцию 25.04.2025;
одобрена после рецензирования 14.08.2025;
принята к публикации 14.08.2025.

The article was submitted 25.04.2025;
approved after reviewing 14.08.2025;
accepted for publication 14.08.2025.



ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзорная статья

УДК 616.61-073.75

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-60-71>

Применение технологий искусственного интеллекта и программного обеспечения для измерения объема камней по данным компьютерной томографии у пациентов с мочекаменной болезнью (обзор литературы)

Д. А. Варюхина¹, М. Л. Чехонацкая², О. А. Кондратьева³,
Д. А. Бобылев⁴, И. А. Чехонацкий⁵

^{1–4} ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В. И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия

⁵ ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, Москва, Россия

¹ das4118@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2617-0089>

² fax-1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4507-9456>

³ okondr7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2477-0790>

⁴ dreik2006@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1350-2566>

⁵ ilyae.devp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6855-9121>

Автор, ответственный за переписку: Дарья Антоновна Варюхина, das4118@yandex.ru

Аннотация

Цель исследования. Выбор метода хирургического лечения и прогноз его эффективности при мочекаменной болезни зависит от МСКТ-характеристик камня: локализации, размера, плотности. В литературе в качестве перспективного предиктора успешности оперативного вмешательства предлагается доступный к оценке КТ-параметр конкремента – его объем. В настоящем исследовании рассматриваются подходы к волюметрии камней мочевыводящей системы с помощью программного обеспечения, искусственного интеллекта.

Материалы и методы. Изучены наиболее релевантные и цитируемые исследования, фундаментальные работы по автоматизированному определению объема конкремента, актуальные клинические рекомендации по диагностике и лечению МКБ, размещенные в научных базах данных в открытом доступе.

Результаты. Проанализированы современные подходы к автоматизированной волюметрии конкрементов почек, мочеточников, продемонстрирована практическая значимость результатов измерения литообъема программным обеспечением, алгоритмами искусственного интеллекта.

© Варюхина Д. А., Чехонацкая М. Л., Кондратьева О. А., Бобылев Д. А., Чехонацкий И. А., 2025

Заключение. Автоматизированные методы волуметрии камней мочевыделительной системы по данным компьютерной томографии превосходят по точности результаты калькуляции литообъема врачом-рентгенологом. Использование программного обеспечения, методов искусственного интеллекта позволяет повысить диагностическую точность и воспроизводимость измерений у пациентов с уrolитиазом, оптимизировать работу отделений лучевой диагностики.

Ключевые слова: уrolитиаз, объем, камень, компьютерная томография, искусственный интеллект

Для цитирования: Варюхина Д. А., Чехонацкая М. Л., Кондратьева О. А., Бобылев Д. А., Чехонацкий И. А. Применение технологий искусственного интеллекта и программного обеспечения для измерения объема камней по данным компьютерной томографии у пациентов с мочекаменной болезнью (обзор литературы) // Радиология — практика. 2025;5:60-71. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-60-71>

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

Application of Artificial Intelligence Technologies and Software for Measuring the Stones' Volume According to Computed Tomography in Patients with Urolithiasis (Literature Review)

**Dar'ja A. Varjuhina¹, Marina L. Chehonackaja², Ol'ga A. Kondrat'eva³,
Dmitrij A. Bobylev⁴, Il'ja A. Chehonackij⁵**

¹⁻⁴ Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky, Saratov, Russia

⁵ Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia

¹ das4118@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2617-0089>

² fax-1@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4507-9456>

³ okondr7@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-2477-0790>

⁴dreik2006@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1350-2566>

⁵ilyae.devp@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6855-9121>

Corresponding author: Dar'ja A. Varjuhina, das4118@yandex.ru

Abstract

Aim. The choice of surgical treatment method and the prognosis of its effectiveness in urolithiasis depends on the MSCT characteristics of the stone: localization, size, density. In the literature, a CT parameter of a concretion, its volume, is proposed as a promising predictor of the success of surgical intervention. This study examines approaches to volumetry of urinary stones using software and artificial intelligence.

Materials and Methods. The most relevant and cited studies, fundamental work on the automated determination of the volume of concretion, current clinical recommendations for the diagnosis and treatment of ICD, posted in scientific databases in the public domain, have been studied.

Results. Modern approaches to automated volumetry of kidney and ureter calculi are analyzed, and the practical significance of the results of measuring lithological volume by software and artificial intelligence algorithms is demonstrated.

Conclusion. Automated methods of volumetry of urinary stones according to computed tomography exceed the accuracy of the results of the calculation of the lithological volume by a radiologist. The use of software and artificial intelligence methods can improve the diagnostic accuracy and reproducibility of measurements in patients with urolithiasis, and optimize the work of radiation diagnostics departments.

Keywords: Urolithiasis, Volume, Stone, Computed tomography, Artificial Intelligence

For citation: Varjuhina D. A., Chehonackaja M. L., Kondrat'eva O. A., Bobylev D. A., Chehonackij I. A. Application of Artificial Intelligence Technologies and Software for Measuring the Stone's Volume According to Computed Tomography in Patients with Urolithiasis (Literature Review). *Radiology – Practice*. 2025;5:60-71. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-60-71>

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

Мочекаменная болезнь (МКБ) — одна из наиболее часто встречаемых патологий урологического профиля,

остается актуальной проблемой современного здравоохранения: глобальное бремя уrolитиаза значительно увеличилось в период с 1991 по 2021 г. Пик за-

болеваемости среди мужчин и женщин приходится на трудоспособный возраст (30–69 лет) [17]. Характерной чертой уролитиаза является тенденция к рецидивированию: пожизненный риск повторного образования конкремента варьирует от 6 до 67 % [15]. Социально-экономические детерминанты заболеваемости и рецидивное течение МКБ определяют первостепенное значение своевременной диагностики и персонализированного подхода к лечению. Диагностические критерии, влияющие на эффективность оперативного вмешательства при уролитиазе, основаны на оценке результатов мультиспиральной компьютерной томографии органов брюшинного пространства (МСКТ ОЗП). Согласно клиническим рекомендациям по лечению мочекаменной болезни, выбор хирургической тактики напрямую зависит от локализации, плотности и размера камня [2, 14]. В то же время ряд авторов рассматривают объем конкремента в качестве независимого предиктора успешности предстоящей процедуры его элиминации [9]. Альтернативный КТ-литопараметр может быть рассчитан врачом по формуле трехосного эллипсоида, предложенной Европейской ассоциацией урологов: $\pi \times a \times b \times c \times 0,167$, где a , b , c — длина, ширина и высота камня [12]. Измерение трех размеров конкремента и калькуляция его объема сопряжены с увеличением временных затрат в работе рентгенолога. В последние годы в медицине наблюдается активная интеграция IT-технологий, позволяющих анализировать и интерпретировать большие массивы данных в короткий временной интервал [1]. Достижения в области цифровой обработки изображений и алгоритмов искусственного интеллекта повышают точность волюметрии камней почек и мочевыводящих путей посредством автоматизированного анализа компьютерно-томографических сканов.

Цель: анализ данных литературных источников, предлагающих различные подходы к автоматизированному измерению объема нефро- и уролитов, по данным компьютерной томографии у пациентов с мочекаменной болезнью.

Материалы и методы

Проанализировано 17 русско- и англоязычных источников в базах PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>), Научной электронной библиотеки eLibrary.ru (<https://elibrary.ru/>), Google Scholar (<https://scholar.google.com/>). Для поиска информации в вышеперечисленных базах данных были использованы следующие поисковые запросы и ключевые слова: nephrolithiasis (нефролитиаз), urolithiasis (уролитиаз), stone volume (объем камня), measurement of urinary stone volume (измерение объема камней мочевыводящей системы), urinary stones (камни в мочевыводящей системе), kidney stones (камни в почках), artificial intelligence in urinary stone disease (искусственный интеллект и мочекаменная болезнь), эндоурология камней мочевыводящей системы (endourology of urinary stones). Критерии включения: оригинальные статьи по мочекаменной болезни и искусственному интеллекту; полнотекстовые статьи и тезисы по диагностике камней мочевыводящей системы, способам их волюметрии, оценке прогностического потенциала измерения объема конкремента на дооперационном этапе. Критерии исключения: главы из книг, неоригинальные статьи, заметки и комментарии специалистов. Глубина поиска: с 2011 по 2025 г. Изучены научные работы, опубликованные ранее чем в последние 5 лет, так как основной массив исследований был проведен в период с 2011 по 2020 г.

Литоволюметрия с помощью программного обеспечения

В работе Patel S. R. и соавт. (2011) для расчета объема конкрементов была использована программа оценки индек-

са коронарного кальция. Исследователи проанализировали результаты низкодозной КТ-колонографии 50 пациентов с бессимптомным течением МКБ. Было установлено, что автоматизированная волюметрия точнее, чем мануальная: вариабельность расчета программой объема нефролитов в положении пациента на спине и на животе составляла 16,3 %, что вдвое меньше погрешности при измерении специалистом [13]. Ретроспективное исследование Bell J. R. и соавт. (2017) посвящено оценке диагностических возможностей программного обеспечения для автоматизированной идентификации и измерения литопараметров. Программой и специалистами были определены КТ-характеристики 85 конкрементов: плотность (НУ), максимальный размер (мм), объем (мм³). Различия между средними значениями результатов мануальной волюметрии по формуле трехосного эллипсоида и программными измерениями составляло 21 %. Авторы не выявили статистически значимой разницы ($p = 0,86$) между автоматическим определением объема камней и расчетом по формуле трехосного эллипсоида [4]. Wilhelm K. и соавт. в 2018 г. изучили диагностическую точность волюметрии камней почек ($n = 96$) различного состава (кальций-оксалат, бруксит, цистин, мочевиная кислота) с помощью программного обеспечения AMULET (AutoMated UroLithiasis Evaluation Tool) [16]. Для компьютерно-томографического сканирования нефролитов авторами был создан фантом, имитирующий забрюшинное пространство. Эталонными были признаны объемы камней, определенные методом погружения конкрементов в воду. Формула объема сферы ($\frac{4}{3} \times \pi \times \text{radius}^3$) была выбрана исследователями для мануальной волюметрии. Средний объем нефролитов, определенный методом погружения камней в воду, автоматически и вычисленный по математическому выражению, составлял 1200, 1058 и

2252 мм³ соответственно. Результаты корреляционного анализа указали на достоверную и значимую связь ($0,99$, $p < 0,001$) между диагностической точностью волюметрии программным обеспечением по данным КТ-сканирования и эталонным способом. Достаточно сильное корреляционное взаимодействие, как и в случае автоматического измерения, было отмечено между мануальной литоволюметрией и определением объема методом погружения конкрементов в воду ($0,95$, $p < 0,001$) [16].

Возможности искусственного интеллекта в измерении объема камней

Применение искусственного интеллекта (ИИ) для определения стереоскопических литохарактеристик пациентов с МКБ позволяет повысить эффективность и точность расчетов. По результатам ретроспективного исследования, выполненного Babajide R. и соавт. (2022), значение объема конкремента было несколько ниже при измерении его методом машинного обучения по сравнению с экспертной оценкой, статистически значимого различия не установлено ($p = 0,5$). Алгоритмы искусственного интеллекта более точно определяли границы нефролитов, чем специалисты [3].

К похожим выводам пришли Kim J. и соавт. (2024), продемонстрировав эффективность алгоритмов глубокого обучения в определении объема и других параметров конкрементов у пациентов с почечной коликой. При обучении системы ИИ в выборку были включены 39 433 аксиальных нативных преоперационных КТ-изображения ОЗП больных, подвергнутых ретроградному интратеренальному хирургическому вмешательству или уретеролитотомии по поводу МКБ. В процессе валидационного анализа с использованием тестового датасета из 5736 КТ-изображений точность идентификации ИИ конкрементов составляла 95 %. Для достоверности

оценки результатов литоволюметрии в клинической практике с помощью алгоритмов глубокого обучения были проанализированы нативные КТ-сканы пациентов ($n = 87$), обратившихся в медицинское учреждение с симптомами почечной колики. Измерения, выполненные ИИ, были сопоставлены с интерпретацией результатов КТ-исследований тремя специалистами. Объем камней был рассчитан по формуле трехосного эллипсоида. Диагностическая точность алгоритмов глубокого обучения в реальных клинических условиях составляла 94 % при интерпретации результатов МСКТ больных с симптомами почечной колики [10].

Elton D. C. и соавт. (2022) сообщили об успешном применении метода глубокого обучения в волюметрии камней почечной локализации. Для проверки и обучения модели нейронной сети 3D U-Net были использованы результаты КТ-колонографии 91 пациента с нефролитами и 89 больных без камней почек. Для подтверждения достоверности литоволюметрии с помощью 3D U-Net были проанализированы КТ-сканы 6185 пациентов. Определенные нейронной сетью значения литообъемов коррелировали с результатами ручного измерения ($r^2 = 0,95$) [8].

Сумранас А. Д. и соавт. (2023) предприняли попытку обучения сверточной нейронной сети для автоматической сегментации области почек и волюметрии нефролитов на КТ-сканах. «Эталонный» объем камня был определен мануальной сегментацией. Статистический анализ показал надежную точность автоматической сегментации и литоволюметрии алгоритмами ИИ: показатели коэффициентов Dice и Пирсона составляли 0,967 и 0,999 соответственно [5].

Подобные наблюдения были отмечены в работе Morgan K. L. и соавт. (2022). Авторы указали на прямую корреляционную связь (коэффициент Пирсона — 0,82) между результатами

определения объема камней сверточной нейронной сетью и их сегментацией специалистом по данным низкодозной МСКТ ОЗП. При этом корреляционное взаимодействие между итогами калькуляции литообъема по формуле трехосного эллипсоида и мануальной сегментацией было ниже: коэффициент Пирсона составил 0,75 [12].

Сумранас А. Д. и соавт. (2024) опубликовали результаты исследования диагностической точности определения объема камней алгоритмом ИИ, разработанного Калифорнийским университетом. Авторы включили в анализ нативные КТ-сканы 322 пациентов с МКБ. Объем камня, определенный полуавтоматическим методом сегментации, был принят за эталон. Также исследователи рассчитывали стереоскопическую литохарактеристику «вручную», используя математические выражения объема трехосного эллипсоида, вытянутого и сплюснутого эллипсоидов вращения. Искусственный интеллект показал высокую корреляцию результатов волюметрии конкрементов с эталоном ($r = 0,98$). Объемы камней, определенные по формулам эллипсоида, были менее точными, чем измерения алгоритмами ИИ: диапазон значений r варьировал от 0,79 до 0,82 [6].

Обсуждение

В мировой литературе подобные исследования, оценивающие потенциальную роль автоматизированной оценки литообъема у пациентов с МКБ, мало представлены. В центре внимания большинства научных работ было определение прогностической значимости двумерных параметров камня при планировании хирургического лечения уrolитиаза или определении риска самостоятельного отхождения конкрементов при почечной колике. Geraghty R. и соавт. (2024) после метаанализа 24 исследований пришли к выводу, что объем конкремента был более значимым

КТ-предиктором достижения состояния полного освобождения почки от камней (Stone Free Rate или SFR) после выполнения оперативного вмешательства, чем его размер или площадь. Объем нефролита (AUC = 0,71) обладал более высокой прогностической ценностью в эффективности предстоящей дистанционной ударно-волновой литотрипсии или ретроградной интратрениальной хирургии по сравнению с определением его максимального размера (AUC = 0,67) или площади (AUC = 0,69) [9].

Ряд авторов изучали диагностическую точность различных подходов, базируемых на калькуляции литообъема врачом по математическим формулам: объема трехосного эллипсоида, объема сферы ($\frac{4}{3} \times \pi \times \text{radius}^3$), Аккермана ($0,6 \times \pi \times \text{radius}^2$), кумуляции (суммы наибольших диаметров каждого конкремента) [11]. Для мануальной волюметрии камня необходимо определить его высоту, ширину и длину на предоперационных КТ-сканах. Эти измерения могут значительно варьироваться в зависимости от параметров реконструкции, толщины среза, окна визуализации [7]. Калькуляция объема по математическим выражениям лимитирована для крупных конкрементов неправильной геометрической формы. Ситрапанас А. D. и соавт. (2024) продемонстрировали увеличение погрешности мануальной волюмометрии с ростом значений объемов конкрементов по сравнению с полуавтоматическим методом сегментации: показатель переоценки результатов составлял 27–89 % [6].

Искусственный интеллект обладает возможностью полностью автоматизировать процесс сегментации и анализ результатов волюметрии камней у пациентов с МКБ. Kim J. и соавт. (2024) сообщили не только о диагностической точности, но и временном превосходстве алгоритмов глубокого обучения в оценке объема нефролитов. Авторами было отмечено, что система ИИ за 0,2 с

определяла все характеристики конкремента (три максимальных размера, объем, плотность, расстояние от кожи до камня под углами 0, 45 и 90°), в то время как для мануальной литоволюметрии специалисты затрачивали 77 с [10]. Аналогичные результаты продемонстрированы в работе Babajide R. и соавт. (2023). Авторы отметили, что искусственный интеллект значительно быстрее, чем люди, идентифицировал нефролиты на КТ-сканах и автоматически рассчитывал их морфометрические параметры. Независимо от количества камней у одного пациента на это уходило в среднем 12 с. Специалисты затрачивали 10 с на описание характеристик только одного конкремента. Также исследователи сообщили о вариабельности результатов мануального измерения литообъема между операторами: коэффициент Жаккара составлял 0,17 [3].

Результаты ряда научных исследований свидетельствуют о том, что волюметрия нефро- или уролитов с помощью программного обеспечения или методами искусственного интеллекта позволяет повысить диагностическую точность и воспроизводимость измерений. Автоматическое определение объема камня минимизирует операторозависимые риски, возникающие при его калькуляции специалистом. Алгоритмы ИИ позволяют оптимизировать процессы обработки информации, сократив количество времени, затрачиваемого на мануальную волюметрию конкрементов. При тестировании в клинической работе методы искусственного интеллекта демонстрируют правильность определения литообъема у пациентов с МКБ, сопоставимую с клиническим мышлением врача.

Заключение

Определение объема камней, как потенциального КТ-предиктора достижения SFR у пациентов с МКБ, посредством автоматизированного анализа

компьютерно-томографических сканов превосходит результаты мануальной волюметрии, обеспечивая более высокую точность и эффективность. Сегментация и литоволюметрия на основе программного обеспечения/алгоритмов ИИ может быть использована на этапе предоперационного анализа характеристик конкрементов, заменив калькуляцию его объема специалистом. Необходимы дальнейшие исследования, направленные на определение единого подхода к автоматизированному измерению литообъема. Перспективным направлением является материальное и техническое обеспечение широкого доступа к специализированному программному обеспечению для определения объема нефро- и уролитов в повседневной клинической практике.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пранович А. А., Исмаилов А. К., Карельская Н. А., Костин А. А., Кармазановский Г. Г., Грицкевич А. А. Искусственный интеллект в диагностике и лечении мочекаменной болезни // Российский журнал телемедицины и электронного здравоохранения. 2022. № 8 (1). С. 42–57. <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-1-42-57>
2. Клинические рекомендации. Мочекаменная болезнь: МКБ 10: N20: клинические рекомендации. Министерство здравоохранения Российской Федерации, Профессиональные ассоциации. Российское общество урологов, 2024. Текст: электронный // Рубрикатор клинических рекомендаций МЗ РФ [<https://cr.minzdrav.gov.ru>]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/view-cr/7_2 (дата обращения: 02.06.2025).
3. Babajide R., Lembrikova K., Ziemba J., Ding J., Li Y., Fermin A. S., Fan Y., Tasian G. E. Automated Machine Learning Segmentation and Measurement of Urinary Stones on CT Scan. *Urology*. 2022;169:41-46. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2022.07.029>
4. Bell J. R., Posielski N. M., Penniston K. L., Lubner M. G., Nakada S. Y., Pickhardt P. J. Automated Computer Software Compared with Manual Measurements for CT-Based Urinary Stone Metrics: An Evaluation Study. *J. Endourol*. 2018; 32(5):455-461. <https://doi.org/10.1089/end.2017.0787>
5. Cumanas A. D., Morgan K. L., Chantaduly C., Bhatt R., Gorgen A. R. H., Rohani A., McCormac A., Tran C. M., Piedras P., Lavasani S. A., Peta A., Brevick A., Xie L., Karani R., Tano Z. E., Ali S. N., Jiang P., Patel R. M., Landman J., Chang P., Clayman R. V. MP09-11. The Application of Artificial Intelligence for Renal Stone Volume Determination: Ready for Prime Time? *Journal of Urology*. 2023;209(4):108. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000003224.11>
6. Cumanas A. D., Chantaduly C., Morgan K. L., Shao W., Gorgen A. R. H., Tran C. M., Wu Y. X., McCormac A., Tano Z. E., Patel R. M., Chang P., Landman J., Clayman R. V. Efficient and Accurate Computed Tomography-Based Stone Volume Determination: Development of an Automated Artificial Intelligence Algorithm. *J. Urol*. 2024;211(2):256-265. <https://doi.org/10.1097/ju.0000000000003766>
7. Duan X., Wang J., Qu M., Leng S., Liu Y., Krambeck A., McCollough C. Kidney stone volume estimation from computerized tomography images using a model based method of correcting for the point spread function. *J. Urol*. 2012 Sep;188(3):989-95. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.04.098>
8. Elton D. C., Turkbey E. B., Pickhardt P. J., Summers R. M. A Deep Learning System for Automated Kidney Stone Detection and Volumetric Segmentation on Noncontrast CT Scans. *Med Phys*. 2022; 49(4):2545-2554. <https://doi.org/10.1002/mp.15518>
9. Geraghty R., Pietropaolo A., Tzelvels L., Lombardo R., Jung H., Neisius A., Petrik A., Somani B. K., Davis N. F., Gambaro G., Boissier R., Skolarikos A., Tailly T. Which

- Measure of Stone Burden is the Best Predictor of Interventional Outcomes in Urolithiasis: A Systematic Review and Meta-analysis by the YAU Urolithiasis Working Group and EAU Urolithiasis Guidelines Panel. *Eur. Urol Open Sci.* 2024 Nov 22;71:22-30. DOI: 10.1016/j.euro.2024.10.024
10. Kim J., Kwak C. W., Uhm S., Lee J., Yoo S., Cho M. C., Son H., Jeong H., Choo M. S. A Novel Deep Learning-based Artificial Intelligence System for Interpreting Urolithiasis in Computed Tomography. *Eur. Urol. Focus.* 2024;10(6):1049-1054. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2024.07.003>
 11. Merigot de Treigny O., Bou Nasr E., Almont T., Tack I., Rischmann P., Soulié M., Huyghe E. The Cumulated Stone Diameter: A Limited Tool for Stone Burden Estimation. *Urology.* 2015;86(3): 477-81. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2015.06.018>
 12. Morgan K. L., Bhatt R., Soltanzadeh Z., Zarrandi S., Vo K., Vu M. C., Piedras P., Peta A., Brevik A., Karani R., Xie L., Jiang P., Ali S., Patel R. M., Landman J., Clayman R. V. MP33-02. Automated stone volume determination: training an artificially intelligent algorithm to segment kidney stones on ct and calculate 3d volume. *J. of Urology.* 2022;207(Supplement 5):e569.
 13. Patel S. R., Stanton P., Zelinski N., Borman E. J., Pozniak M. A., Nakada S. Y., Pickhardt P. J. Automated Renal Stone Volume Measurement by Noncontrast Computerized Tomography is More Reproducible Than Manual Linear Size Measurement. *The J. of Urology.* 2011;186(6): 2275–2279. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.07.091>
 14. Skolarikos A., Jung H., Neisius A., Petřík A., Kamphius G. M., Davis N. F., Somani B., Tailly T., Lardas M., Gambaro G., Sayer J.A. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Madrid 2025. Text: electronic. European Association of Urology [<https://uroweb.org>]. URL: <https://d56bochluxqnz.cloudfront.net/documents/full-guideline/EAU-Guidelines-on-Urolithiasis-2025.pdf> (дата обращения: 25.05.2025). ISBN 978-94-92671-29-5.
 15. Wang K., Ge J., Han W., Wang D., Zhao Y., Shen Y., Chen J., Chen D., Wu J., Shen N., Zhu S., Xue B., Xu X. Risk factors for kidney stone disease recurrence: a comprehensive meta-analysis. *BMC Urol.* 2022 Apr 19;22(1):62. <https://doi.org/10.1186/s12894-022-01017-4>
 16. Wilhelm K., Miernik A., Hein S., Schlager D., Adams F., Benndorf M., Fritz B., Langer M., Hesse A., Schoenthaler M., Neubauer J. Validating Automated Kidney Stone Volumetry in CT and Mathematical Correlation with Estimated Stone Volume Based on Diameter. *J. Endourol.* 2018; 32(7):659-66. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0058>
 17. Zi H., Liu M. Y., Luo L. S., Huang Q., Luo P. C., Luan H. H., Huang J., Wang D. Q., Wang Y. B., Zhang Y. Y., Yu R. P., Li Y. T., Zheng H., Liu T. Z., Fan Y., Zeng X. T. Global burden of benign prostatic hyperplasia, urinary tract infections, urolithiasis, bladder cancer, kidney cancer, and prostate cancer from 1990 to 2021. *Mil Med Res.* 2024 Sep 18;11(1):64. <https://doi.org/10.1186/s40779-024-00569-w>
- ## References
1. Pranovich A. A., Ismailov A. K., Karelskaya N. A., Kostin A. A., Karmazanovsky G. G., Gritskevich A. A. Artificial intelligence in the diagnosis and treatment of kidney stone disease. *Russian Journal of Telemedicine and E-Health.* 2022;8(1)42-57. (In Russ). <https://doi.org/10.29188/2712-9217-2022-8-1-42-57>
 2. Клинические рекомендации. Мочекаменная болезнь: МКБ 10: N20: клинические рекомендации. Министерство здравоохранения Российской Федерации, Профессиональные ассоциации. Российское общество урологов, 2024. Текст: электронный. Рубрикатор клинических рекомендаций МЗ РФ [<https://cr.minzdrav.gov.ru>]. URL: <https://cr.minzdrav.gov>.

- ru/view-cr/7_2 (date of application: 02.06.2025).
3. Babajide R., Lembrikova K., Ziemba J., Ding J., Li Y., Fermin A. S., Fan Y., Tasian G. E. Automated Machine Learning Segmentation and Measurement of Urinary Stones on CT Scan. *Urology*. 2022;169:41-46. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2022.07.029>
 4. Bell J. R., Posielski N. M., Penniston K. L., Lubner M. G., Nakada S. Y., Pickhardt P. J. Automated Computer Software Compared with Manual Measurements for CT-Based Urinary Stone Metrics: An Evaluation Study. *J. Endourol*. 2018; 32(5):455-461. <https://doi.org/10.1089/end.2017.0787>
 5. Cumanas A. D., Morgan K. L., Chantaduly C., Bhatt R., Gorgen A. R. H., Rojhani A., McCormac A., Tran C. M., Piedras P., Lavasani S. A., Peta A., Brevick A., Xie L., Karani R., Tano Z. E., Ali S. N., Jiang P., Patel R. M., Landman J., Chang P., Clayman R. V. MP09-11. The Application of Artificial Intelligence for Renal Stone Volume Determination: Ready for Prime Time? *Journal of Urology*. 2023;209(4):108. <https://doi.org/10.1097/JU.0000000000003224.11>
 6. Cumanas A. D., Chantaduly C., Morgan K. L., Shao W., Gorgen A. R. H., Tran C. M., Wu Y. X., McCormac A., Tano Z. E., Patel R. M., Chang P., Landman J., Clayman R. V. Efficient and Accurate Computed Tomography-Based Stone Volume Determination: Development of an Automated Artificial Intelligence Algorithm. *J. Urol*. 2024;211(2):256-265. <https://doi.org/10.1097/ju.0000000000003766>
 7. Duan X., Wang J., Qu M., Leng S., Liu Y., Krambeck A., McCollough C. Kidney stone volume estimation from computerized tomography images using a model based method of correcting for the point spread function. *J. Urol*. 2012 Sep;188(3):989-95. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2012.04.098>
 8. Elton D. C., Turkbey E. B., Pickhardt P. J., Summers R. M. A Deep Learning System for Automated Kidney Stone Detection and Volumetric Segmentation on Noncontrast CT Scans. *Med Phys*. 2022;49(4):2545-2554. <https://doi.org/10.1002/mp.15518>
 9. Geraghty R., Pietropaolo A., Tzelvels L., Lombardo R., Jung H., Neisius A., Petrik A., Somani B. K., Davis N. F., Gambaro G., Boissier R., Skolarikos A., Tailly T. Which Measure of Stone Burden is the Best Predictor of Interventional Outcomes in Urolithiasis: A Systematic Review and Meta-analysis by the YAU Urolithiasis Working Group and EAU Urolithiasis Guidelines Panel. *Eur. Urol Open Sci*. 2024 Nov 22;71:22-30. DOI: 10.1016/j.euros.2024.10.024
 10. Kim J., Kwak C. W., Uhm S., Lee J., Yoo S., Cho M. C., Son H., Jeong H., Choo M. S. A Novel Deep Learning-based Artificial Intelligence System for Interpreting Urolithiasis in Computed Tomography. *Eur. Urol. Focus*. 2024;10(6):1049-1054. <https://doi.org/10.1016/j.euf.2024.07.003>
 11. Merigot de Treigny O., Bou Nasr E., Almont T., Tack I., Rischmann P., Soulié M., Huyghe E. The Cumulated Stone Diameter: A Limited Tool for Stone Burden Estimation. *Urology*. 2015;86(3): 477-81. <https://doi.org/10.1016/j.urology.2015.06.018>
 12. Morgan K. L., Bhatt R., Soltanzadeh Zarrandi S., Vo K., Vu M. C., Piedras P., Peta A., Brevik A., Karani R., Xie L., Jiang P., Ali S., Patel R. M., Landman J., Clayman R. V. MP33-02. Automated stone volume determination: training an artificially intelligent algorithm to segment kidney stones on ct and calculate 3d volume. *J. of Urology*. 2022;207(Supplement 5):e569.
 13. Patel S. R., Stanton P., Zelinski N., Borman E. J., Pozniak M. A., Nakada S. Y., Pickhardt P. J. Automated Renal Stone Volume Measurement by Noncontrast Computerized Tomography is More Reproducible Than Manual Linear Size Measurement. *The J. of Urology*. 2011;186(6): 2275-2279. <https://doi.org/10.1016/j.juro.2011.07.091>

14. Skolarikos A., Jung H., Neisius A., Petřík A., Kamphius G. M., Davis N. F., Somani B., Tailly T., Lardas M., Gambaro G., Sayer J.A. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Madrid 2025. Text: electronic. European Association of Urology [<https://uroweb.org>]. URL: <https://d56bochluxqnz.cloudfront.net/documents/full-guideline/EAU-Guidelines-on-Urolithiasis-2025.pdf> (дата обращения: 25.05.2025). ISBN 978-94-92671-29-5.
15. Wang K., Ge J., Han W., Wang D., Zhao Y., Shen Y., Chen J., Chen D., Wu J., Shen N., Zhu S., Xue B., Xu X. Risk factors for kidney stone disease recurrence: a comprehensive meta-analysis. *BMC Urol.* 2022 Apr 19;22(1):62. <https://doi.org/10.1186/s12894-022-01017-4>
16. Wilhelm K., Miernik A., Hein S., Schlager D., Adams F., Benndorf M., Fritz B., Langer M., Hesse A., Schoenthaler M., Neubauer J. Validating Automated Kidney Stone Volumetry in CT and Mathematical Correlation with Estimated Stone Volume Based on Diameter. *J. Endourol.* 2018; 32(7):659-66. <https://doi.org/10.1089/end.2018.0058>
17. Zi H., Liu M. Y., Luo L. S., Huang Q., Luo P. C., Luan H. H., Huang J., Wang D. Q., Wang Y. B., Zhang Y. Y., Yu R. P., Li Y. T., Zheng H., Liu T. Z., Fan Y., Zeng X. T. Global burden of benign prostatic hyperplasia, urinary tract infections, urolithiasis, bladder cancer, kidney cancer, and prostate cancer from 1990 to 2021. *Mil Med Res.* 2024 Sep 18;11(1):64. <https://doi.org/10.1186/s40779-024-00569-w>

Сведения об авторах / Information about the authors

Варюхина Дарья Антоновна, врач-рентгенолог, аспирант, ассистент кафедры лучевой диагностики им. проф. Н. Е. Штерна ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия.

Вклад автора: концепция и дизайн исследования, анализ данных литературных источников и их интерпретация, написание текста статьи, автор-корреспондент.

Varjuhina Dar'ja Antonovna, radiologist, postgraduate student, assistant at the department of radiation diagnostics named after professor N. E. Stern of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky» of the Ministry of Health of the Russian Federation, Saratov, Russia.

Author's contribution: the concept and design of the study, the analysis of data from literary sources and their interpretation, the writing of the text of the article, the corresponding author.

Чехонацкая Марина Леонидовна, доктор медицинских наук, профессор, врач ультразвуковой диагностики, заведующая кафедрой лучевой диагностики им. проф. Н. Е. Штерна ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия.

Вклад автора: редактирование статьи, окончательное утверждение версии для направления статьи в редакционную коллегию журнала.

Chehonackaja Marina Leonidovna, D. Sc., ultrasound diagnostics doctor, professor, head of the department of radiation diagnostics named after prof. N. E. Stern Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky» Ministry of Health of the Russian Federation, Saratov, Russia.

Author's contribution: editing of the article, final approval of the version for sending the article to the editorial board of the journal.

Кондратьева Ольга Алексеевна, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, доцент кафедры лучевой диагностики им. проф. Н. Е. Штерна ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия.

Вклад автора: редактирование статьи, окончательное утверждение версии для направления статьи в редакционную коллегию журнала.

Kondrat'eva Ol'ga Alekseevna, Ph.D. in Medicine, radiologist, associate professor of the department of radiation diagnostics named after prof. N.E. Stern Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky» Ministry of Health of the Russian Federation, Saratov, Russia.

Author's contribution: editing of the article, final approval of the version for sending the article to the editorial board of the journal.

Бобылев Дмитрий Александрович, кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог, доцент кафедры лучевой диагностики им. проф. Н. Е. Штерна ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Саратов, Россия.

Вклад автора: анализ данных литературных источников и их интерпретация.

Bobylev Dmitrij Aleksandrovich, Ph.D. in Medicine, radiologist, associate professor of the department of radiation diagnostics named after prof. N. E. Stern Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saratov State Medical University named after V. I. Razumovsky» Ministry of Health of the Russian Federation, Saratov, Russia.

Author's contribution: the analysis of literary sources and their interpretation.

Чехонацкий Илья Андреевич, кандидат медицинских наук, врач-уролог, ассистент кафедры урологии и хирургической андрологии ФГБОУ ВО ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Вклад автора: анализ данных литературных источников и их интерпретация.

Chehonackij Il'ja Andreevich, Ph. D. in Medicine, urologist, assistant at the department of urology and surgical andrology Federal State Budgetary Educational Institution of Further Professional Education «Russian Medical Academy of Continuous Professional Education» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution: the analysis of literary sources and their interpretation.

Статья поступила в редакцию 04.06.2024;
одобрена после рецензирования 01.08.2025;
принята к публикации 01.08.2025.

The article was submitted 04.06.2024;
approved after reviewing 01.08.2025;
accepted for publication 01.08.2025.



ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзорная статья

УДК 616-71

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-72-88>

Радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия (РЭМС) – новый метод денситометрии (обзор литературы)

А. Ф. Колондаев¹, В. В. Макогон², М. А. Добрицына³,
Н. А. Еськин⁴, С. С. Родионова⁵

^{1–5} ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н. Н. Приорова» Минздрава РФ, Москва, Россия

¹ <https://orcid.org/0000-0002-4216-8800>

² <https://orcid.org/0009-0008-9666-6961>

³ <https://orcid.org/0009-0008-5572-5718>

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4738-7348>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-2726-8758>

Автор, ответственный за переписку: Александр Федорович Колондаев, klndff@inbox.ru

Аннотация

Цель исследования. Ознакомить медицинских работников с возможностями нового метода денситометрии РЭМС, используемого в диагностике остеопороза и оценке риска низкоэнергетических переломов.

Материалы и методы. Поиск и отбор публикаций проводился на основе интернет-ресурсов PubMed, eLibrary, официальных сайтов международных и национальных медицинских организаций с 2004 по 2025 г.

Результаты. В обзоре литературы изложены данные о радиочастотной эхографической мультиспектрометрии – новом перспективном ультразвуковом методе, используемом для оценки количественных показателей костной ткани тел поясничных позвонков и проксимальных отделов бедренных костей, определения риска переломов. Проведенные в ряде стран исследования продемонстрировали высокую степень соответствия результатов, полученных при помощи радиочастотной эхографической мультиспектрометрии и двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, что дало основание рекомендовать новую методику для клинического использования у пациентов с остеопорозом и низкой массой костной ткани. Авторами обзора проводится анализ практических результатов, преимуществ и нерешенных вопросов использования нового метода денситометрии.

Выводы. Радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия является новым перспективным высокоэффективным методом денситометрии, необходимым для более широкого внедрения в диагностику остеопороза и оценку риска низкоэнергетических переломов. В то же время сравнительно ограниченный опыт применения требует продолжения иссле-

© Колондаев А. Ф., Макогон В. В., Добрицына М. А., Еськин Н. А., Родионова С. С., 2025

дований, направленных на изучение его преимуществ и недостатков по сравнению с двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрией.

Ключевые слова: радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия, двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, денситометрия, остеопороз

Для цитирования: Колондаев А. Ф., Макогон В. В., Добрицына М. А., Еськин Н. А., Родионова С. С. Радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия (РЭМС) — новый метод денситометрии (обзор литературы) // Радиология — практика. 2025;5:72-88. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-72-88>

Источники финансирования

Исследование не финансировалось какими-либо источниками.

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат авторам рукописи. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE.

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

Radiofrequency Echographic Multispectrometry (REMS) is a New Method of Densitometry (review)

Aleksandr F. Kolondaev¹, Valentina V. Makogon², Marina A. Dobritsyna³,
Nikolai A. Es'kin⁴, Svetlana S. Rodionova⁵

^{1–5} Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

¹ <https://orcid.org/0000-0002-4216-8800>

² <https://orcid.org/0009-0008-9666-6961>

³ <https://orcid.org/0009-0008-5572-5718>

⁴ <https://orcid.org/0000-0003-4738-7348>

⁵ <https://orcid.org/0000-0002-2726-8758>

Corresponding author: Aleksandr F. Kolondaev, klndff@inbox.ru

Abstract

The purpose of the study. To familiarize medical professionals with the possibilities of the new method of densitometry REMS used in the diagnosis of osteoporosis and risk assessment of low-energy fractures.

Materials and methods. The search and selection of publications was carried out on the basis of PubMed, eLibrary, and official websites of international and national medical organizations from 2004 to 2025.

Results. The literature review presents data on radiofrequency echographic multispectrometry, a new promising ultrasound method used to evaluate quantitative parameters of bone tissue in the lumbar vertebrae and proximal femoral bones, and to determine the risk of fractures. Studies conducted in a number of countries have demonstrated a high degree of consistency between the results obtained using radiofrequency echographic multispectrometry and dual-energy X-ray absorptiometry, which gave reason to recommend a new technique for clinical use in patients with osteoporosis and low bone mass. The authors of the review analyze the practical results, advantages, and unresolved issues of using the new densitometry method.

Conclusions. Radiofrequency echographic multispectrometry is a promising new highly effective method of densitometry, necessary for wider implementation in the diagnosis of osteoporosis and risk assessment of low-energy fractures. At the same time, the comparatively limited application experience requires continued research aimed at studying its advantages and disadvantages in comparison with dual-energy X-ray absorptiometry.

Keywords: Radiofrequency Echographic Multi-spectrometry, Dual-energy X-ray Absorptiometry, Densitometry, Osteoporosis

For citation: Kolondaev A. F., Makogon V. V., Dobritsyna M. A., Es'kin N. A., Rodionova S. S. Radiofrequency Echographic Multispectrometry (REMS) is a New Method of Densitometry (review). *Radiology — Practice*. 2025;5:72-88. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-72-88>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

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

Compliance with Ethical Standards

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

Актуальность

Остеопороз — метаболическое заболевание скелета, характеризующееся снижением массы костной ткани, нарушением ее микроархитектоники и повышением риска переломов. Остеопороз — ведущая причина низкоэнергетических переломов, являющихся актуальной медико-социальной проблемой для всего мира. Переломы проксимального от-

дела бедренной кости при остеопорозе сопровождаются высоким уровнем летальности и требуют экстренных хирургических вмешательств, переломы тел позвонков и костей предплечья ухудшают качество жизни и приводят к социальной дезадаптации пациентов [3, 8].

По имеющимся сведениям, в Российской Федерации частота остеопороза у женщин в постменопаузе состав-

ляет 34 %, у мужчин старше 50 лет — 27 % [1]. В то же время клиническая практика как за рубежом, так и в нашей стране свидетельствует о недостаточной выявляемости заболевания. Так, по результатам ретроспективного анализа работы нескольких региональных травматологических отделений, даже после уже произошедшего низкоэнергетического перелома проксимального отдела бедренной кости диагноз остеопороза регистрировался лишь у 16,7 % пациентов [9].

Золотым стандартом в диагностике остеопороза и оценке эффективности лечения является двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия (DXA). Согласно рекомендациям международного общества клинической денситометрии от 2023 г., DXA поясничных позвонков и проксимальных отделов бедренных костей является предпочтительной по сравнению с исследованием периферического скелета [11].

Однако этот метод доступен для населения далеко не во всех регионах ввиду затратности и необходимости оборудования специальных помещений [6]. Кроме того, рутинное измерение минеральной плотности кости (МПК) не дает возможности адекватно предсказать риск перелома [6]. Низкоэнергетические переломы у лиц старших возрастных групп происходят в половине случаев при отсутствии выявленного по результатам DXA остеопороза [38].

Доказано, что риск перелома в большей степени зависит не только от низкой МПК, но также от нарушения микроархитектоники и метаболизма костной ткани, особенностей анатомического строения, саркопении [31, 45, 47]. С целью повышения точности оценки риска низкоэнергетических переломов в ходе обследования DXA предложены трабекулярный костный индекс и индекс деформации кости. Однако только учет дополнительных факторов риска позволяет добиться наилучшего результата.

Наиболее распространенным комплексным методом прогнозирования низкоэнергетических переломов в настоящее время является алгоритм FRAX [1, 31].

Определение интегральных показателей, отражающих механические свойства костной ткани, потенциально может иметь преимущества по сравнению с измерением МПК в ходе DXA. Таким способом денситометрии является ультразвуковое исследование [41]. Из распространенных ультразвуковых (УЗ) методов денситометрии наибольшей информативностью обладает исследование пяточной кости. По результатам метаанализа измеряемые при этом обследовании параметры (затухание широкополосного ультразвука, скорость, индекс жесткости, количественный ультразвуковой индекс) позволяют оценить риск переломов различных локализаций с точностью, близкой определению МПК при DXA [32].

Главным недостатком всех традиционных УЗ-денситометров является невозможность оценки состояния костной ткани позвонков и проксимального отдела бедренной кости. Вследствие этого МПК, определяемая при DXA, и данные УЗ-денситометрии пяточной кости коррелируются слабо, в связи с чем последний метод не может заменить DXA. Кроме того, для окончательной оценки точности УЗ-денситометрии пяточной кости на сегодня необходимы дополнительные международные многоцентровые исследования [32, 37, 43].

Цель: ознакомить медицинских работников с возможностями нового метода денситометрии, радиочастотной эхографической мультиспектротометрией, используемой в диагностике остеопороза и оценке риска низкоэнергетических переломов.

Материалы и методы

Поиск и отбор публикаций проводился на основе интернет-ресурсов PubMed, eLibrary, официальных сайтов

международных и национальных медицинских организаций с 2004 по 2025 г.

Результаты

В последние годы в мире активно внедряется новый УЗ-метод денситометрии — радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия (РЭМС).

Анализ ультразвукового сигнала, отраженного от передней поверхности поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости в ходе обследования пациента, позволяет оценить состояние костной ткани этих отделов скелета. Исследование участков, подверженных риску наиболее значимых низкоэнергетических переломов, является важнейшим преимуществом РЭМС по сравнению с другими методами УЗ-денситометрии и соответствует требованиям международного общества клинической денситометрии [11, 23].

Сканирование выполняется эхографическим устройством, работающим на частоте 3,5 МГц. В ходе исследования визуализируются передние отделы тел поясничных позвонков и проксимального отдела бедренной кости, после чего необработанный отраженный сигнал используется в компьютерном анализе для денситометрии. При исследовании позвонков нижние конечности находятся в положении сгибания в тазобедренных и коленных суставах под 90° , бедренной кости — в состоянии внутренней ротации конечности на $15\text{--}25^\circ$. Во время исследования датчики располагаются на передней поверхности брюшной стенки и по передней поверхности тазобедренного сустава. После визуализации зон интереса и установки параметров глубины сканирования программное обеспечение определяет поверхность костной ткани. Участки, не соответствующие по своим эхографическим свойствам костной ткани (артефакты и внекостно расположенные металлоконструкции), автоматически исключаются из анализа. Денситометр имеет мобильный

стационарный и переносной варианты, обладающие одинаковыми диагностическими характеристиками, что делает его доступным как для региональных медицинских учреждений, так и для обследования на дому [5, 44].

Показатель остеопороза (ПО) пациента определяется путем сравнения полученных спектров сигнала с имеющимися референтными моделями и аналогичен МПК при DXA. Т- и Z-критерии также вычисляются относительно общепринятой нормативной базы NHANES. На основе сравнения спектров сигнала у здоровых лиц и пациентов с низкоэнергетическими переломами определяется индекс хрупкости костей (ИХ) [46]. Дополнительно рассчитывается 5-летний риск низкоэнергетических переломов [23].

Сравнительные исследования в популяции показали в целом высокую сопоставимость результатов, полученных методами РЭМС и DXA.

Данные ПО РЭМС и МПК DXA имели высокие коэффициенты корреляции (для шейки бедренной кости $r = 0,93$, поясничных позвонков $r = 0,94$). При качественной оценке результатов (остеопороз/сниженная костная масса/норма) результаты совпадали в 88,2 % для шейки бедренной кости и в 88,8 % случаев для поясничных позвонков [21].

Чувствительность и специфичность ПО РЭМС по сравнению с МПК DXA составили 90,4 и 95,5 % для проксимального отдела бедренной кости, 90,9 и 95,1 % — для поясничных позвонков соответственно [17].

Исследование только среди мужчин также показало высокую корреляцию показателей между РЭМС и DXA — для шейки бедренной кости $r = 0,90$, поясничных позвонков $r = 0,91$ [24].

Оба метода оценки массы костной ткани имели близкие показатели чувствительности и специфичности для прогнозирования низкоэнергетических переломов [12].

Чувствительность и специфичность ИХ для оценки риска переломов проксимального отдела бедренной кости составили соответственно 70,0 и 73,2 % у женщин, 72,2 и 76,1 % у мужчин. Для компрессионных переломов тел позвонков показатели были соответственно 72,4 и 77,9 % у женщин, 71,6 и 79,0% у мужчин. Показано, что прогнозирование низкоэнергетических переломов с помощью ИХ существенно превосходит результаты обычного измерения МПК [34].

Показатель ИХ в высокой степени коррелировал с оценкой риска переломов по FRAX [27]. Дополнительно к этому сами результаты РЭМС могут использоваться в комплексной оценке риска переломов по этой шкале, что потенциально может повысить точность последней [5].

Получены предварительные данные об использовании РЭМС для оценки эффективности терапии при остеопорозе. В работе E. Quarta определение динамики МПК DXA и ПО РЭМС в поясничных позвонках в ходе терапии деносумабом показало высокую сопоставимость этих методов [35].

Преимуществами РЭМС по сравнению с DXA являются мобильность, отсутствие необходимости в специально оборудованном помещении, а также более низкая стоимость оборудования [13, 36]. РЭМС не несет лучевой нагрузки и может применяться при беременности, а также предпочтительна у молодых лиц [15, 18]. В отличие от DXA, РЭМС позволяет выполнить денситометрию при наличии имплантов в позвоночнике или после остеосинтеза проксимального отдела бедренной кости. В ходе исследования РЭМС из зоны сканирования автоматически исключаются артефакты, приводящие к ошибкам измерения МПК при DXA, в частности кальцинаты сосудов или остеофиты [4, 46].

В настоящее время РЭМС признана как за рубежом, так и в нашей стра-

не. С октября 2018 г. РЭМС одобрена для широкого применения Food and Drug Administration в США, в 2019 г. рекомендована совещанием экспертов Европейского общества клинических и экономических аспектов остеопороза, остеоартроза и мышечно-скелетных заболеваний (ESCEO), в 2021 г. учтена Итальянскими национальными рекомендациями по диагностике и лечению низкоэнергетических переломов и Латиноамериканской федерацией эндокринологии [19, 20, 25, 28]. В нашей стране РЭМС рекомендована резолюцией совета экспертов Российской ассоциации геронтологов и гериатров, консенсусом экспертов по диагностике остеопороза и саркопении у пациентов пожилого и старческого возраста [7, 10].

Обсуждение

Несмотря на близкие в целом в популяции результаты DXA и РЭМС, различные физические основы методов и особенности сканирования иногда приводят к их существенным расхождениям, что может сказаться на установлении диагноза и выборе тактики лечения практическим врачом. В связи с этим требуется анализ причин несоответствий.

Одни из факторов — спондилоартроз и формирование остеофитов при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника. Доказано, что завышенные показатели МПК при DXA у таких пациентов не подтверждаются измерением плотности костной ткани тел позвонков количественной компьютерной томографией и определением трабекулярного костного индекса [42].

У пациентов с выраженными дегенеративно-дистрофическими изменениями поясничного отдела позвоночника, по результатам исследования DEMETER, РЭМС имеет более высокую диагностическую точность по сравнению с DXA этого отдела скелета в диагностике остеопороза [16].

В работе А. Fassio изучалась возможность использования РЭМС при метаболическом заболевании костей у пациентов с тяжелой хронической болезнью почек. По мнению авторов, РЭМС поясничных позвонков более точно, чем DXA, оценивает костную массу за счет исключения из зоны исследования кальцината аорты и улучшает прогнозирование риска переломов у этой группы больных [22].

По данным проведенных научных работ, на прочность костной ткани при сахарном диабете влияет не столько снижение массы костной ткани, сколько нарушение ее качества [26, 33]. Известно, что у больных с сахарным диабетом 2 типа риски низкоэнергетических переломов достоверно выше, чем у здоровых людей с одинаковыми значениями Т-критерия МПК шейки бедренной кости. Завышенные показатели массы костной ткани при DXA могут привести к установлению неверного диагноза и ошибочному отказу от назначения остеотропной терапии [39].

В работе С. Caffarelli показано, что МПК у пациенток с длительно текущим сахарным диабетом 2 типа достоверно выше, чем ПО РЭМС, в отличие от контрольной группы. Остеопороз в группе с сахарным диабетом по данным DXA был диагностирован в 28 % случаев, РЭМС — в 47 %. Результаты исследования свидетельствуют о преимуществе РЭМС над DXA у этой группы пациентов, однако в связи с ограниченной выборкой (90 человек) являются предварительными [14].

Быстрая потеря костной массы и высокий риск низкоэнергетических переломов характерны для пациентов со спинальной травмой. В то же время транспортировка лежачих больных для выполнения DXA затруднена, кроме того, оценка массы костной ткани и риска переломов с помощью DXA может быть невозможна из-за развивающихся оссификатов в области тазобедренных

суставов, спондилопатии [30]. Р. Lalli проведено предварительное исследование возможности и эффективности РЭМС проксимального отдела бедренной кости в группе из 35 пациентов с тяжелым остеопорозом, связанным со спинальной травмой. Полученные результаты оказались неоднозначными. С одной стороны, метод показал высокую воспроизводимость результатов, с другой — при сравнительном исследовании величины ПО РЭМС значительно превышали результаты МПК DXA [29].

По нашему мнению, наличие выраженных периартикулярных оссификатов тазобедренных суставов при спинальной травме полностью исключает оценку массы костной ткани непосредственно проксимального отдела бедренной кости обоими методами, тогда как именно РЭМС позволяет устранить артефакты DXA при исследовании тел позвонков. В связи с этим целесообразно проведение оценки эффективности РЭМС у пациентов со спинальной травмой на поясничном отделе позвоночника.

Весьма ограничен опыт использования РЭМС при вторичном остеопорозе. Небольшие группы пациентов или клинические случаи представлены при анорексии, гиперпролактинемии, несовершенном остеогенезе, акромегалии, дефиците витамина D, что не дает возможности определить эффективность РЭМС и требует новых исследований [2, 28, 40].

Необходимо изучение опыта внедрения РЭМС. На практике отмечен недопустимо высокий процент ошибок измерений, который связан в первую очередь с неточной работой операторов. В процессе распространения метода в клиническую практику необходимо уделять особое внимание обучению персонала [6, 28].

Выводы

РЭМС является новым методом денситометрии, применяемым в ходе

диагностики остеопороза и прогнозирования низкоэнергетических переломов. Важнейшими его преимуществами являются высокая точность исследования и мобильность, повышающая доступность для населения.

Тем не менее на сегодня опыт использования РЭМС ограничен.

Требуется продолжение изучения эффективности РЭМС при вторичном остеопорозе, в ходе мониторинга лечения пациентов, при заболеваниях с нарушением минерализации костной ткани, наследственных системных заболеваниях. Несмотря на техническую возможность выполнения исследования, достоверно не изучено влияние нахождения тех или иных имплантов в телах поясничных позвонков или проксимальном отделе бедренной кости на точность измерений РЭМС.

Важным представляется проведение мероприятий, направленных на внедрение этого метода в широкую клиническую практику, в частности — улучшение процесса обучения с целью снижения частоты ошибок операторов.

Список источников

1. Белая Ж. Е., Белова К. Ю., Бирюкова Е. В., Дедов И. И., Дзеранова Л. К., Драпкина О. М., Древаль А. В., Дубовицкая Т. А., Дудинская Е. Н., Ершова О. Б., Загородний Н. В., Илюхина О. Б., Канис Д. А., Крюкова И. В., Лесняк О. М., Мамедова Е. О., Марченкова Л. А., Мельниченко Г. А., Никанкина Л. В., Никитинская О. А., Петрайкин А. В., Пигарова Е. А., Родионова С. С., Рожинская Л. Я., Скрипникова И. А., Тарбаева Н. В., Ткачева О. Н., Торопцова Н. В., Фарба Л. Я., Цориев Т. Т., Чернова Т. О., Юренева С. В., Якушевская О. В. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза // Остеопороз и остеопатии. 2021. Т. 24, № 2. С. 4–47. <https://doi.org/10.14341/osteo12930>
2. Дзеранова Л. К., Шутова А. С., Пигарова Е. А., Воротникова С. Ю., Буйваленко У. В., Перепелова М. А., Кузьмин А. Г. Радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия в диагностике остеопороза при пролактиноме // Ожирение и метаболизм. 2024. Т. 21, № 4. С. 431–438. <https://doi.org/10.14341/omet13197>
3. Добровольская О. В., Торопцова Н. В., Лесняк О. М. Экономические аспекты осложненного остеопороза: стоимость лечения в течение первого года после перелома // Современная ревматология. 2016. Т. 10, № 3. С. 29–34. <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2016-3-29-34>
4. Иванов С. Н. REMS-денситометрия. Расширение возможностей диагностики и прогнозирования рисков переломов // Opinion Leader. 2021. Т. 45, № 4. С. 78–87. <http://library.opinionleaderjournal.com/books/gzba/#p=81>
5. Иванов С. Н. Клинический опыт применения REMS-денситометрии в РФ // Остеопороз и остеопатии. 2022. Т. 25, № 3. С. 58–59. <https://doi.org/10.14341/osteo20223>
6. Лесняк О. М. Новый метод оценки прочности костной ткани: радиочастотная эхографическая мультиспектрометрия // Эффективная фармакотерапия. 2020. Т. 16, № 19. С. 38–44. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2020-16-19-38-44>
7. Резолюция совета экспертов «Целесообразность использования радиочастотной эхографической мультиспектрометрии для диагностики остеопороза и прогнозирования риска переломов в медицинских организациях Российской Федерации» // Российский журнал гериатрической медицины. 2023. № 2. С. 138–141. <https://www.geriatr-news.com/jour/article/view/365/185>
8. Родионова С. С., Аси Х. А., Кривова А. В., Самарин М. А., Соломянник И. А. Низкоэнергетический перелом проксимального отдела бедренной кости

- у лиц старших возрастных групп как фактор избыточной смертности: обзор литературы // Вестник травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. 2022. Т. 29, № 3. С. 297–306. <https://doi.org/10.17816/vto121358>
9. Соломянник И. А., Родионова С. С., Торгашин А. Н., Серополов П. С., Миронов С. П., Губин А. В. Остеопороз в ракурсе оказания профильной травматолого-ортопедической помощи при низкоэнергетических переломах проксимального отдела бедренной кости // Гений ортопедии. 2023. Т. 29, № 1. С. 20–26. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-1-20-26>
 10. Шарашкина Н. В., Наумов А. В., Дудинская Е. Н., Ховасова Н. О., Токарева Л. Г., Полянская А. Р., Онучина Ю. С., Лысенков М. Ю., Деменок Д. В., Сорокина А. В., Рунихина Н. К., Ткачева О. Н. Консенсус экспертов: диагностика остеопороза и саркопении у пациентов пожилого и старческого возраста (сокращенная версия) // Терапия. 2023. Т. 9, № 10. С. 7–20. <https://doi.org/10.18565/therapy.2023.10.7-20>
 11. 2023 ISCD official position. Copyright ISCD, August 2023. – Текст: электронный. URL: <https://iscd.org/wp-content/uploads/2024/03/2023-ISCD-Adult-Positions.pdf> (дата обращения: 02.07.2025).
 12. Adami G., Arioli G., Bianchi G., Brandi M. L., Caffarelli C., Cianferotti L., Gatti D., Girasole G., Gonnelli S., Manfredini M., Muratore M., Quarta E., Quarta L. Radiofrequency echographic multispectrometry for the prediction of incident fragility fractures: A 5-year follow-up study. *Bone*. 2020;134:115297. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115297>
 13. Borsoi L., Armeni P., Brandi M. L. Cost-minimization analysis to support the HTA of Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) in the diagnosis of osteoporosis. *Glob Reg Health Technol Assess*. 2023;10:1-11. <https://doi.org/10.33393/grhta.2023.2492>
 14. Caffarelli C., Tomai Pitinca M. D., Al Refaie A., Ceccarelli E., Gonnelli S. Ability of radiofrequency echographic multispectrometry to identify osteoporosis status in elderly women with type 2 diabetes. *Aging Clin Exp Res*. 2022; 34(1):121-127. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-01889-w>
 15. Caffarelli C., Al Refaie A., De Vita M., Tomai Pitinca M. D., Goracci A., Fagiolini A., Gonnelli S. Radiofrequency echographic multispectrometry (REMS): an innovative technique for the assessment of bone status in young women with anorexia nervosa. *Eat Weight Disord*. 2022;27(8):3207-3213. <https://doi.org/10.1007/s40519-022-01450-2>
 16. Caffarelli C., Al Refaie A., Mondillo C., Manasse G., Versienti A., Tomai Pitinca M. D., Conticini E., Frediani B., Gonnelli S. The Advantages of Radiofrequency Echographic MultiSpectrometry in the Evaluation of Bone Mineral Density in a Population with Osteoarthritis at the Lumbar Spine. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(5):523. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14050523>
 17. Cortet B., Dennison E., Diez-Perez A., Locquet M., Muratore M., Nogués X., Ovejero Crespo D., Quarta E., Brandi M. L. Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) for the diagnosis of osteoporosis in a European multicenter clinical context. *Bone*. 2021;143:115786. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115786>
 18. Degennaro V. A., Brandi M. L., Cagninelli G., Casciaro S., Ciardo D., Conversano F., Di Pasquo E., Gonnelli S., Lombardi F. A., Pisani P., Ghi T. First assessment of bone mineral density in healthy pregnant women by means of Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) technology. *Eur. J. Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2021;263:44-49. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2021.06.014>
 19. Diagnosi, stratificazione del rischio e continuità assistenziale delle Fratture

- da Fragilità. Linea guida pubblicata nel Sistema Nazionale Linee Guida Roma, 18 ottobre 2021. (In Ital) Текст: электронный. URL: https://siot.it/wp-content/uploads/2021/10/LG-392_Fratture-da-Fragilita.pdf (дата обращения: 02.07.2025)
20. Diez-Perez A., Brandi M. L., Al-Daghri N., Branco J. C., Bruyère O., Cavalli L., Cooper C., Cortet B., Dawson-Hughes B., Dimai H. P., Gonnelli S., Hadji P., Halbout P., Kaufman J. M., Kurth A., Locquet M., Maggi S., Matijevic R., Reginster J. Y., Rizzoli R., Thierry T. Radiofrequency echographic multi-spectrometry for the in-vivo assessment of bone strength: state of the art-outcomes of an expert consensus meeting organized by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Aging Clin Exp Res.* 2019;31(10):1375-1389. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01294-4>
 21. Di Paola M., Gatti D., Viapiana O., Cianferotti L., Cavalli L., Caffarelli C., Conversano F., Quarta E., Pisani P., Girasole G., Giusti A., Manfredini M., Arioli G., Matucci-Cerinic M., Bianchi G., Nuti R., Gonnelli S., Brandi M. L., Muratore M., Rossini M. Radiofrequency echographic multispectrometry compared with dual X-ray absorptiometry for osteoporosis diagnosis on lumbar spine and femoral neck. *Osteoporos Int.* 2019;30(2):391-402. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4686-3>
 22. Fassio A., Andreola S., Gatti D., Bianco B., Gatti M., Gambaro G., Rossini M., Viapiana O., Negrelli R., Adami G. Radiofrequency echographic multi-spectrometry and DXA for the evaluation of bone mineral density in a peritoneal dialysis setting. *Aging Clin Exp Res.* 2023;35(1):185-192. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02286-7>
 23. Fuggle N. R., Reginster J. Y., Al-Daghri N., Bruyere O., Burlet N., Campusano C., Cooper C., Perez A. D., Halbout P., Ghi T., Kaufman J. M., Kurt A., Matijevic R., Radermecker R. P., Tuzun S., Veronese N., Rizzoli R., Harvey N. C., Brandi M. L. Radiofrequency echographic multi spectrometry (REMS) in the diagnosis and management of osteoporosis: state of the art. *Aging Clin Exp Res.* 2024;36(1):135. <https://doi.org/10.1007/s40520-024-02784-w>
 24. Giovanni A., Luisa B. M., Carla C., Ernesto C., Francesco C., Marco D. P., Angelo F., Davide G., Francesca G., Stefano G., Anna L. F., Maurizio M., Paola P., Maurizio R. Bone health status evaluation in men by means of REMS technology. *Aging Clin Exp Res.* 2024;36(1):74. <https://doi.org/10.1007/s40520-024-02728-4>
 25. Gómez O., Talero A. P., Zanchetta M. B., Madeira M., Moreira C. A., Campusano C., Orjuela A. M., Cerdas P. S., de la Peña-Rodríguez M. P., Reza A. A., Velazco C., Mendoza B., Uzcátegui L. R., Rueda P. N. Diagnostic, treatment, and follow-up of osteoporosis-position statement of the Latin American Federation of Endocrinology. *Arch Osteoporos.* 2021;16(1): 114. <https://doi.org/10.1007/s11657-021-00974-x>
 26. Gonnelli S., Al Refaie A., Baldassini L., De Vita M., Caffarelli C. Ultrasound-Based Techniques in Diabetic Bone Disease: State of the Art and Future Perspectives. *Indian J. Endocrinol Metab.* 2022;26(6):518-523. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_347_22
 27. Greco A., Pisani P., Conversano F., Soloperto G., Renna M. D., Muratore M., Casciaro S. Ultrasound Fragility Score: An innovative approach for the assessment of bone fragility. *Measurement.* 2017;101:236-242. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.01.033>
 28. Icătoiu E., Vlădulescu-Trandafir A. I., Groșeanu L. M., Berghea F., Cobilinschi C. O., Potcovaru C. G., Bălănescu A. R., Bojincă V. C. Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry-A Novel Tool in the Diagnosis of Osteoporosis and Prediction of Fragility Fractures:

- A Systematic Review. *Diagnostics* (Basel). 2025;15(5):555. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15050555>
29. Lalli P., Mautino C., Busso C., Bardesono F., Di Monaco M., Lippi L., Invernizzi M., Minetto M. A. Reproducibility and Accuracy of the Radiofrequency Echographic Multi-Spectrometry for Femoral Mineral Density Estimation and Discriminative Power of the Femoral Fragility Score in Patients with Primary and Disuse-Related Osteoporosis. *J. Clin Med.* 2022;11(13):3761. <https://doi.org/10.3390/jcm11133761>
30. Maïmoun L., Fattal C., Micallef J. P., Peruchon E., Rabischong P. Bone loss in spinal cord-injured patients: from physiopathology to therapy. *Spinal Cord.* 2006;44(4):203-10. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101832>
31. Messina C., Fusco S., Gazzotti S., Albano D., Bonaccorsi G., Guglielmi G., Bazzocchi A. DXA beyond bone mineral density and the REMS technique: new insights for current radiologists practice. *Radiol Med.* 2024;129(8):1224-1240. <https://doi.org/10.1007/s11547-024-01843-6>
32. Moayyeri A., Adams J. E., Adler R. A., Krieg M. A., Hans D., Compston J., Lewiecki E. M. Quantitative ultrasound of the heel and fracture risk assessment: an updated meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2012;23(1):143-53. <https://doi.org/10.1007/s00198-011-1817-5>
33. Napoli N., Chandran M., Pierroz D. D., Abrahamsen B., Schwartz A. V., Ferrari S. L. IOF Bone and Diabetes Working Group. Mechanisms of diabetes mellitus-induced bone fragility. *Nat Rev Endocrinol.* 2017;13(4):208-219. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.153>
34. Pisani P., Conversano F., Muratore M., Adami G., Brandi M. L., Caffarelli C., Casciaro E., Di Paola M., Franchini R., Gatti D., Gonnelli S., Guglielmi G., Lombardi F. A., Natale A., Testini V., Casciaro S. Fragility Score: a REMS-based indicator for the prediction of incident fragility fractures at 5 years. *Aging Clin Exp Res.* 2023;35(4):763-773. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02358-2>
35. Quarta E., Ciardo D., Ciccarese M., Conversano F., DI Paola M., Forcignanò R., Grimaldi A., Lombardi F. A., Muratore M., Pisani P., Casciaro S. SAT0461 Short-term monitoring of denosumab effect in breast cancer patients receiving aromatase inhibitors using REMS technology on lumbar spine. *Annals of the Rheumatic Diseases.* 2020;79:1187-1188. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-eular.3806>
36. Reginster J. Y., Silverman S. L., Alokail M., Al-Daghri N., Hilgsmann M. Cost-effectiveness of radiofrequency echographic multi-spectrometry for the diagnosis of osteoporosis in the United States. *JBMR Plus.* 2024;9(1):ziae138. <https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziae138>
37. Saadi H. F., Reed R. L., Carter A. O., Al-Suhaili A. R.. Correlation of quantitative ultrasound parameters of the calcaneus with bone density of the spine and hip in women with prevalent hypovitaminosis D. *J. Clin. Densitom.* 2004;7(3):313-8. <https://doi.org/10.1385/jcd:7:3:313>
38. Sanders K. M., Nicholson G. C., Watts J. J., Pasco J. A., Henry M. J., Kotowicz M. A., Seeman E. Half the burden of fragility fractures in the community occur in women without osteoporosis. When is fracture prevention cost-effective? *Bone.* 2006;38(5):694-700. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.06.004>
39. Schwartz A. V., Vittinghoff E., Bauer D. C., Hillier T. A., Strotmeyer E. S., Ensrud K. E., Donaldson M. G., Cauley J. A., Harris T. B., Koster A., Womack C. R., Palermo L., Black D. M. Study of Osteoporotic Fractures (SOF) Research Group; Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group; Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Research Group. Association of BMD and FRAX score with risk of fracture in older adults with type 2 diabetes. *JAMA.*

- 2011;305(21):2184-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.715>
40. Siregar M. F. G., Jabbar F., Effendi I. H., Alhair T., Prabudi M. O., Faradina D. Correlation between serum vitamin D levels and bone mass density evaluated by radiofrequency echographic multi-spectrometry technology (REMS) in menopausal women. *Narra J.* 2024;4(1):e452. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i1.452>
41. Surowiec R. K., Does M. D., Nyman J. S. In vivo Assessment of Bone Quality Without X-rays. *Curr Osteoporos Rep.* 2024;22(1):56-68. <https://doi.org/10.1007/s11914-023-00856-w>
42. Takao S., Uotani K., Misawa H., Tetsunaga T., Shinohara K., Yamane K., Oda Y., Tsuji H., Kajiki Y., Ozaki T. Could the Trabecular Bone Score Be a Complementary Tool for Evaluating Degenerative Lumbar Vertebrae? *Acta Med Okayama.* 2025;79(1):39-45. <https://doi.org/10.18926/AMO/68360>
43. Thomsen K., Jepsen D. B., Matzen L., Hermann A. P., Masud T., Ryg J. Is calcaneal quantitative ultrasound useful as a prescreen stratification tool for osteoporosis? *Osteoporos Int.* 2015;26(5):1459-75. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-3012-y>
44. Tomai Pitinca M. D., Caffarelli C., Gonnelli S. Radiofrequency multiechographic spectrometry (REMS) technology in patients with bone artifacts. *J Endocr Soc.* 2021;5(Suppl 1):A249. <https://doi.org/10.1210/jendso/bvab048.507>
45. Wong R. M. Y., Wong P. Y., Chau W. W., Liu C., Zhang N., Cheung W. H. Very high prevalence of osteosarcopenia in hip fracture patients: risk and protective factors. *J. Orthop Surg Res.* 2025;20(1):423. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05828-7>
46. Zambito K., Kushchayeva Y., Bush A., Pisani P., Kushchayeva S., Peters M., Birch N. Proposed practice parameters for the performance of radiofrequency echographic multispectrometry (REMS) evaluations. *Bone Jt Open.* 2025;6(3):291-297. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.63.BJO-2024-0107.R1>
47. Zarzour F., Aftabi S., Leslie W. D. Effects of femoral neck width and hip axis length on incident hip fracture risk: a registry-based cohort study. *J. Bone Miner Res.* 2025;40(3):332-338. <https://doi.org/10.1093/jbmr/zjaf019>

References

1. Belaya Zh. E., Belova K. Yu., Biryukova E. V., Dedov I. I., Dzeranova L. K., Drapkina O. M., Dreval A. V., Dubovitskaya T. A., Dudinskaya E. N., Ershova O. B., Zagorodniy N. V., Ilyukhina O. B., Kanis D. A., Kryukova I. V., Lesnyak O. M., Mamedova E. O., Marchenkova L. A., Mel'nichenko G. A., Nikankina L. V., Nikitinskaya O. A., Petryaikin A. V., Pigarova E. A., Rodionova S. S., Rozhinskaya L. Ya., Skripnikova I. A., Tarbaeva N. V., Tkacheva O. N., Toroptsova N. V., Farba L. Ya., Tsoriev T. T., Chernova T. O., Yureneva S. V., Yakushevskaya O. V. Federal clinical guidelines for diagnosis, treatment and prevention of osteoporosis. *Osteoporosis and Bone Diseases.* 2021;24(2):4-47. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/osteo12930>
2. Dzeranova L. K., Shutova A. S., Pigarova E. A., Vorotnikova S. Yu., Buyvalenko U. V., Perepelova M. A., Kuzmin A. G. Radiofrequency echographic multi-spectrometry and prolactinoma: case report. *Obesity and metabolism.* 2024;21(4):431-438. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/omet13197>
3. Dobrovolskaya O. V., Toroptsova N. V., Lesnyak O. M. Economic aspects of complicated osteoporosis: The cost of treatment in the first year after fracture. *Sovremennaya Revmatologiya = Modern Rheumatology Journal.* 2016;10(3):29-34. (In Russ.). <https://doi.org/10.14412/1996-7012-2016-3-29-34>
4. Ivanov S. N. REMS-densitometry. Increased ability to diagnose and predict fracture risks. *Opinion Leader.* 2021;45(4):78-87. (In Russ.). <http://library.opinion>

- leaderjournal.com/books/gzba/#p=81 (In Russ)
5. Ivanov S. N. Clinical experience of using REMS-densitometry in the Russian Federation. *Osteoporosis and Bone Diseases*. 2022;25(3):58-59. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/osteo20223>
6. Lesnyak O. M. A new method for assessing bone strength: radiofrequency echographic multispectrometry. *Effective Pharmacotherapy*. 2020;16(19):38-44. (In Russ.). <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2020-16-19-38-44>
7. Resolution of Expert Council «The Use Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) for osteoporosis diagnosis and fracture risk prediction in medical organizations of the Russian Federation». *Russian Journal of Geriatric Medicine*. 2023;(2):138-141. (In Russ.). <https://www.geriatr-news.com/jour/article/view/365/185>
8. Rodionova S. S., Asi K. A., Krivova A. V., Samarin M. A., Solomyannik I. A. Low-energy fracture of the proximal femur in older age groups as a factor of excess mortality: literature review. *N. N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2022;29(3):297-306. (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/vto121358>
9. Solomiannik I. A., Rodionova S. S., Torgashin A. N., Seropolov P. S., Mironov S. P., Gubin A. V. Osteoporosis from the perspective of specialized trauma and orthopaedic treatment of low-energy fractures of the proximal femur. *Genij Ortopedii*. 2023;29(1):20-26. (In Russ.). <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2023-29-1-20-26>
10. Sharashkina N. V., Naumov A. V., Dudinskaya E. N., Khovasova N. O., Tokareva L. G., Polyanskaya A. R., Onuchina Yu. S., Lysenkov M. Yu., Demenok D. V., Sorokina A. V., Runihina N. K., Tkacheva O. N. Expert consensus: diagnosis of osteoporosis and sarcopenia in elderly and senile patients (abridged version). *Therapy*. 2023;9(10): 7-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.18565/therapy.2023.10.7-20>
11. 2023 ISCD official position. Copyright ISCD, August 2023. Text: electronic. URL: <https://iscd.org/wp-content/uploads/2024/03/2023-ISCD-Adult-Positions.pdf> (date of request: 02.07.2025).
12. Adami G., Arioli G., Bianchi G., Brandi M. L., Caffarelli C., Cianferotti L., Gatti D., Girasole G., Gonnelli S., Manfredini M., Muratore M., Quarta E., Quarta L. Radiofrequency echographic multispectrometry for the prediction of incident fragility fractures: A 5-year follow-up study. *Bone*. 2020;134:115297. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115297>
13. Borsoi L., Armeni P., Brandi M. L. Cost-minimization analysis to support the HTA of Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) in the diagnosis of osteoporosis. *Glob Reg Health Technol Assess*. 2023;10:1-11. <https://doi.org/10.3393/grhta.2023.2492>
14. Caffarelli C., Tomai Pitinca M. D., Al Refaie A., Ceccarelli E., Gonnelli S. Ability of radiofrequency echographic multispectrometry to identify osteoporosis status in elderly women with type 2 diabetes. *Aging Clin Exp Res*. 2022;34(1):121-127. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-01889-w>
15. Caffarelli C., Al Refaie A., De Vita M., Tomai Pitinca M. D., Goracci A., Fagiolini A., Gonnelli S. Radiofrequency echographic multispectrometry (REMS): an innovative technique for the assessment of bone status in young women with anorexia nervosa. *Eat Weight Disord*. 2022;27(8):3207-3213. <https://doi.org/10.1007/s40519-022-01450-2>
16. Caffarelli C., Al Refaie A., Mondillo C., Manasse G., Versienti A., Tomai Pitinca M. D., Conticini E., Frediani B., Gonnelli S. The Advantages of Radiofrequency Echographic MultiSpectrometry in the Evaluation of Bone Mineral Density in a Population with Osteoarthritis at the Lumbar Spine. *Diagnostics (Basel)*. 2024;14(5):523. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14050523>

17. Cortet B., Dennison E., Diez-Perez A., Locquet M., Muratore M., Nogués X., Ovejero Crespo D., Quarta E., Brandi M. L. Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) for the diagnosis of osteoporosis in a European multicenter clinical context. *Bone*. 2021;143:115786. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2020.115786>
18. Degennaro V. A., Brandi M. L., Cagninelli G., Casciaro S., Ciardo D., Conversano F., Di Pasquo E., Gonnelli S., Lombardi F. A., Pisani P., Ghi T. First assessment of bone mineral density in healthy pregnant women by means of Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) technology. *Eur. J. Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2021;263:44-49. <https://doi.org/10.1016/j.ejogrb.2021.06.014>
19. Diagnosi, stratificazione del rischio e continuità assistenziale delle Fratture da Fragilità. Linea guida pubblicata nel Sistema Nazionale Linee Guida Roma, 18 ottobre 2021. (In Ital) Текст: электронный. URL: https://siot.it/wp-content/uploads/2021/10/LG-392_Fratture-da-Fragilita.pdf (дата обращения: 02.07.2025).
20. Diez-Perez A., Brandi M. L., Al-Daghri N., Branco J. C., Bruyère O., Cavalli L., Cooper C., Cortet B., Dawson-Hughes B., Dimai H. P., Gonnelli S., Hadji P., Halbout P., Kaufman J. M., Kurth A., Locquet M., Maggi S., Matijevic R., Reginster J. Y., Rizzoli R., Thierry T. Radiofrequency echographic multi-spectrometry for the in-vivo assessment of bone strength: state of the art-outcomes of an expert consensus meeting organized by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Aging Clin Exp Res*. 2019;31(10):1375-1389. <https://doi.org/10.1007/s40520-019-01294-4>
21. Di Paola M., Gatti D., Viapiana O., Cianferotti L., Cavalli L., Caffarelli C., Conversano F., Quarta E., Pisani P., Girasole G., Giusti A., Manfredini M., Arioli G., Matucci-Cerinic M., Bianchi G., Nuti R., Gonnelli S., Brandi M. L., Muratore M., Rossini M. Radiofrequency echographic multispectrometry compared with dual X-ray absorptiometry for osteoporosis diagnosis on lumbar spine and femoral neck. *Osteoporos Int*. 2019;30(2):391-402. <https://doi.org/10.1007/s00198-018-4686-3>
22. Fassio A., Andreola S., Gatti D., Bianco B., Gatti M., Gambaro G., Rossini M., Viapiana O., Negrelli R., Adami G. Radiofrequency echographic multi-spectrometry and DXA for the evaluation of bone mineral density in a peritoneal dialysis setting. *Aging Clin Exp Res*. 2023;35(1):185-192. <https://doi.org/10.1007/s40520-022-02286-7>
23. Fuggle N. R., Reginster J. Y., Al-Daghri N., Bruyere O., Burlet N., Campusano C., Cooper C., Perez A. D., Halbout P., Ghi T., Kaufman J. M., Kurt A., Matijevic R., Radermecker R. P., Tuzun S., Veronese N., Rizzoli R., Harvey N. C., Brand M. L. Radiofrequency echographic multi spectrometry (REMS) in the diagnosis and management of osteoporosis: state of the art. *Aging Clin Exp Res*. 2024;36(1):135. <https://doi.org/10.1007/s40520-024-02784-w>
24. Giovanni A., Luisa B. M., Carla C., Ernesto C., Francesco C., Marco D. P., Angelo F., Davide G., Francesca G., Stefano G., Anna L. F., Maurizio M., Paola P., Maurizio R. Bone health status evaluation in men by means of REMS technology. *Aging Clin Exp Res*. 2024;36(1):74. <https://doi.org/10.1007/s40520-024-02728-4>
25. Gómez O., Talero A. P., Zanchetta M. B., Madeira M., Moreira C. A., Campusano C., Orjuela A. M., Cerdas P. S., de la Peña-Rodríguez M. P., Reza A. A., Velazco C., Mendoza B., Uzcátegui L. R., Rueda P. N. Diagnostic, treatment, and follow-up of osteoporosis-position statement of the Latin American Federation of Endocrinology. *Arch Osteoporos*. 2021;16(1):114. <https://doi.org/10.1007/s11657-021-00974-x>

26. Gonnelli S., Al Refaie A., Baldassini L., De Vita M., Caffarelli C. Ultrasound-Based Techniques in Diabetic Bone Disease: State of the Art and Future Perspectives. *Indian J. Endocrinol Metab.* 2022;26(6):518-523. https://doi.org/10.4103/ijem.ijem_347_22
27. Greco A., Pisani P., Conversano F., Soloperto G., Renna M. D., Muratore M., Casciaro S. Ultrasound Fragility Score: An innovative approach for the assessment of bone fragility. *Measurement.* 2017;101:236-242. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.01.033>
28. Icătoiu E., Vlădulescu-Trandafir A. I., Groșeanu L. M., Berghea F., Cobilinschi C. O., Potcovaru C. G., Bălănescu A. R., Bojincă V. C. Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry-A Novel Tool in the Diagnosis of Osteoporosis and Prediction of Fragility Fractures: A Systematic Review. *Diagnostics (Basel).* 2025;15(5):555. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15050555>
29. Lalli P., Mautino C., Busso C., Bardesono F., Di Monaco M., Lippi L., Invernizzi M., Minetto M. A. Reproducibility and Accuracy of the Radiofrequency Echographic Multi-Spectrometry for Femoral Mineral Density Estimation and Discriminative Power of the Femoral Fragility Score in Patients with Primary and Disuse-Related Osteoporosis. *J. Clin. Med.* 2022;11(13):3761. <https://doi.org/10.3390/jcm11133761>
30. Maïmoun L., Fattal C., Micallef J. P., Peruchon E., Rabischong P. Bone loss in spinal cord-injured patients: from physiopathology to therapy. *Spinal Cord.* 2006;44(4):203-10. <https://doi.org/10.1038/sj.sc.3101832>
31. Messina C., Fusco S., Gazzotti S., Albano D., Bonaccorsi G., Guglielmi G., Bazzocchi A. DXA beyond bone mineral density and the REMS technique: new insights for current radiologists practice. *Radiol Med.* 2024;129(8):1224-1240. <https://doi.org/10.1007/s11547-024-01843-6>
32. Moayyeri A., Adams J. E., Adler R. A., Krieg M. A., Hans D., Compston J., Lewiecki E. M. Quantitative ultrasound of the heel and fracture risk assessment: an updated meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2012;23(1):143-53. <https://doi.org/10.1007/s00198-011-1817-5>
33. Napoli N., Chandran M., Pierroz D. D., Abrahamsen B., Schwartz A. V., Ferrari S. L. IOF Bone and Diabetes Working Group. Mechanisms of diabetes mellitus-induced bone fragility. *Nat Rev Endocrinol.* 2017;13(4):208-219. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2016.153>
34. Pisani P., Conversano F., Muratore M., Adami G., Brandi M. L., Caffarelli C., Casciaro E., Di Paola M., Franchini R., Gatti D., Gonnelli S., Guglielmi G., Lombardi F. A., Natale A., Testini V., Casciaro S. Fragility Score: a REMS-based indicator for the prediction of incident fragility fractures at 5 years. *Aging Clin Exp Res.* 2023;35(4):763-773. <https://doi.org/10.1007/s40520-023-02358-2>
35. Quarta E., Ciardo D., Ciccarese M., Conversano F., Di Paola M., Forcignanò R., Grimaldi A., Lombardi F. A., Muratore M., Pisani P., Casciaro S. SAT0461 Short-term monitoring of denosumab effect in breast cancer patients receiving aromatase inhibitors using REMS technology on lumbar spine. *Annals of the Rheumatic Diseases.* 2020;79:1187-1188. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2020-eular.3806>
36. Reginster J. Y., Silverman S. L., Alokail M., Al-Daghri N., Hilgsmann M. Cost-effectiveness of radiofrequency echographic multi-spectrometry for the diagnosis of osteoporosis in the United States. *JBMR Plus.* 2024;9(1):ziae138. <https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziae138>
37. Saadi H. F., Reed R. L., Carter A. O., Al-Suhaili A. R. Correlation of quantitative ultrasound parameters of the calcaneus with bone density of the spine and hip in women with prevalent hypovitaminosis D. *J. Clin. Densitom.* 2004;7(3):313-8. <https://doi.org/10.1385/jcd.7.3.313>
38. Sanders K. M., Nicholson G. C., Watts J. J., Pasco J. A., Henry M. J., Kotowicz

- M. A., Seeman E. Half the burden of fragility fractures in the community occur in women without osteoporosis. When is fracture prevention cost-effective? *Bone*. 2006;38(5):694-700. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2005.06.004>
39. Schwartz A. V., Vittinghoff E., Bauer D. C., Hillier T. A., Strotmeyer E. S., Ensrud K. E., Donaldson M. G., Cauley J. A., Harris T. B., Koster A., Womack C. R., Palermo L., Black D. M. Study of Osteoporotic Fractures (SOF) Research Group; Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group; Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Research Group. Association of BMD and FRAX score with risk of fracture in older adults with type 2 diabetes. *JAMA*. 2011;305(21):2184-92. <https://doi.org/10.1001/jama.2011.715>
40. Siregar M. F. G., Jabbar F., Effendi I. H., Alhair T., Prabudi M. O., Faradina D. Correlation between serum vitamin D levels and bone mass density evaluated by radiofrequency echographic multi-spectrometry technology (REMS) in menopausal women. *Narra J*. 2024;4(1):e452. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i1.452>
41. Surowiec R. K., Does M. D., Nyman J. S. In vivo Assessment of Bone Quality Without X-rays. *Curr Osteoporos Rep*. 2024;22(1):56-68. <https://doi.org/10.1007/s11914-023-00856-w>
42. Takao S., Uotani K., Misawa H., Tetsunaga T., Shinohara K., Yamane K., Oda Y., Tsuji H., Kajiki Y., Ozaki T. Could the Trabecular Bone Score Be a Complementary Tool for Evaluating Degenerative Lumbar Vertebrae? *Acta Med Okayama*. 2025;79(1):39-45. <https://doi.org/10.18926/AMO/68360>
43. Thomsen K., Jepsen D. B., Matzen L., Hermann A. P., Masud T., Ryg J. Is calcaneal quantitative ultrasound useful as a pre-screen stratification tool for osteoporosis? *Osteoporos Int*. 2015;26(5):1459-75. <https://doi.org/10.1007/s00198-014-3012-y>
44. Tomai Pitinca M. D., Caffarelli C., Gonnelli S. Radiofrequency multiechographic spectrometry (REMS) technology in patients with bone artifacts. *J. Endocr Soc*. 2021;5(Suppl 1):A249. <https://doi.org/10.1210/jendso/bvab048.507>
45. Wong R. M. Y., Wong P. Y., Chau W. W., Liu C., Zhang N., Cheung W. H. Very high prevalence of osteosarcopenia in hip fracture patients: risk and protective factors. *J. Orthop Surg Res*. 2025;20(1):423. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-05828-7>
46. Zambito K., Kushchayeva Y., Bush A., Pisani P., Kushchayeva S., Peters M., Birch N. Proposed practice parameters for the performance of radiofrequency echographic multispectrometry (REMS) evaluations. *Bone Jt Open*. 2025;6(3):291-297. <https://doi.org/10.1302/2633-1462.63.BJO-2024-0107.R1>
47. Zarzour F., Aftabi S., Leslie W. D. Effects of femoral neck width and hip axis length on incident hip fracture risk: a registry-based cohort study. *J. Bone Miner Res*. 2025;40(3):332-338. <https://doi.org/10.1093/jbmr/zjaf019>

Сведения об авторах / Information about the authors

Колондаев Александр Федорович, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова, Москва, Россия.

Вклад автора: концепция статьи, сбор материала, написание статьи.

Kolondaev Aleksandr Fyodorovich, Ph.D, senior researcher. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.

Author's contribution: conceptualization, collection of material, writing the text

Макогон Валентина Владимировна, врач функциональной диагностики Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова, Москва, Россия.
Вклад автора: сбор материала, написание статьи.

Makogon Valentina Vladimirovna, doctor of functional diagnostics. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.
Author's contribution: collection of material, writing the text.

Добрицына Марина Андреевна, врач-рентгенолог Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова, Москва, Россия.
Вклад автора: сбор материала, написание статьи.

Dobritsyna Marina Andreevna, radiologist. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.
Author's contribution: collection of material, writing the text.

Еськин Николай Александрович, доктор медицинских наук, профессор Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова, Москва, Россия.
Вклад автора: концепция статьи, написание статьи.

Es'kin Nikolai Aleksandrovich, Dr. Sci. (Med.), Professor. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.
Author's contribution: conceptualization, writing the text.

Родионова Светлана Семеновна, доктор медицинских наук, профессор Национального медицинского исследовательского центра травматологии и ортопедии имени Н. Н. Приорова, Москва, Россия.
Вклад автора: концепция статьи, написание статьи.

Rodionova Svetlana Semyonovna, Dr. Sci. (Med.), Professor. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia.
Author's contribution: conceptualization, writing the text.

Статья поступила в редакцию 01.06.2024;
одобрена после рецензирования 30.06.2025;
принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 01.06.2024;
approved after reviewing 30.06.2025;
accepted for publication 30.06.2025.



ПРОДОЛЖЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Обзорная статья

УДК 611.811.012

<https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-89-102>

Возможности объемной эхографии для исследования ЦНС плода в первом триместре беременности

Оксана Владимировна Талолина

Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В. И. Кулакова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия; o_talolina@oparina4.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8031-0962>

Аннотация

Введение. Последние полвека характеризуются бурным развитием цифровых технологий и их использованием в разных сферах жизнедеятельности. Активно развивается процесс цифровизации и в различных отраслях медицины. К числу последнего можно отнести и объемную эхографию, обладающую множеством преимуществ перед 2D-визуализацией в возможности получения новой информации об особенностях и характере патологических изменений в формировании аномалий центральной нервной системы (ЦНС) плода.

Цель исследования. Анализ научных публикаций, посвященных применению объемной эхографии с возможностью дальнейшего использования файлов трехмерных ультразвуковых данных для исследования ЦНС плода в I триместре беременности.

Материалы и методы. Обзор проведен на основе анализа баз данных PubMed, eLibrary, Библиотека Cochrane, UpToDate, MEDLINE, Embase с 2011 по 2024 г. Количество проанализированных источников — 42.

Результаты. Получены данные о современных возможностях ультразвуковой диагностики в I триместре беременности для раннего выявления аномалий ЦНС плода.

Выводы. В научной литературе подчеркивается актуальность и клиническая польза применения объемной эхографии с возможностью дальнейшего использования файлов трехмерных ультразвуковых данных для исследования ЦНС плода в I триместре беременности.

Ключевые слова: объемная эхография, I триместр беременности, аномалии ЦНС, машинный анализ эхограмм

Для цитирования: Талолина О. В. Возможности объемной эхографии для исследования ЦНС плода в первом триместре беременности // Радиология — практика. 2025;5:89-102. <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-89-102>

© Талолина О. В., 2025

Источники финансирования

Личные средства автора.

Конфликт интересов

Автор заявляет, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов. Мнения, изложенные в статье, принадлежат автору рукописи. Автор подтверждает 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 Possibilities of Volumetric Echography for the Study of the Fetal Central Nervous System in the First Trimester of Pregnancy

Oksana V. Talolina

National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia; o_talolina@oparina4.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8031-0962>

Abstract

Introduction. The past half-century has been marked by rapid advances in digital technologies and their integration into multiple areas of human activity, including medicine. One of the most dynamically evolving fields is volume (three-dimensional) ultrasonography, which offers substantial advantages over conventional 2D-imaging by providing novel insights into the nature and pattern of fetal central nervous system (CNS) anomalies.

Objective. To analyse the scientific literature on the application of volume ultrasonography and subsequent processing of three-dimensional ultrasound data files for the assessment of the fetal CNS during the first trimester of pregnancy.

Materials and Methods. A narrative review was conducted using PubMed, eLibrary, the Cochrane Library, UpToDate, MEDLINE, and Embase for the period 2011–2024. A total of 42 sources were reviewed.

Results. Current data demonstrate the potential of first-trimester ultrasonography for the early detection of fetal CNS anomalies, highlighting the diagnostic capabilities of three-dimensional imaging.

Conclusions. Published evidence underscores the relevance and clinical value of volume ultrasonography, particularly the subsequent utilisation of three-dimensional ultrasound data files, for the investigation of the fetal CNS in the first trimester of pregnancy.

Keywords: Three-dimensional Echography, first Trimester of Pregnancy, CNS Abnormalities, Machine Analysis of Echograms

For citation: Talolina O. V. The Possibilities of Volumetric Echography for the Study of the Fetal CNS in the First Trimester of Pregnancy. *Radiology – Practice*. 2025;5:89-102. (In Russ.). <https://doi.org/10.52560/2713-0118-2025-5-89-102>

Funding

The study was not funded by any sources.

Conflicts of Interest

The author state that this work, its topic, subject and content do not affect competing interests. The opinions expressed in the article belong to the author of the manuscript. The author confirm the compliance of his authorship with the international ICMJE.

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.

Последние полвека характеризуются бурным развитием цифровых технологий и их использованием в разных сферах жизнедеятельности. Активно развивается процесс цифровизации и в различных отраслях медицины. К числу последнего можно отнести и объемную эхографию, обладающую множеством преимуществ перед 2D-визуализацией в возможности получения новой информации об особенностях и характере патологических изменений в формировании аномалий центральной нервной системы (ЦНС) плода.

Цель: анализ научных публикаций, посвященных применению объемной эхографии с возможностью дальнейшего использования файлов трехмерных ультразвуковых данных для исследования центральной нервной системы (ЦНС) плода в I триместре беременности.

В результате поиска литературы с помощью баз данных Scopus, Medline (Pubmed), Elibrary обнаружено 42 источника, удовлетворяющих поставленным задачам.

В настоящее время скрининговое ультразвуковое исследование первого триместра беременности в режиме реального времени с применением 2D-тех-

нологии относится к рутинной практике и используется в качестве эффективного и безопасного метода визуализации плода [8]. При этом его роль существенно возросла, превратившись из скрининга на анеуплоидию, в основной диагностический инструмент [41].

Активное применение новых технологий диагностического оборудования в области объемного пространственного разрешения позволяет достовернее визуализировать этапы развития плода, максимально возможно снижать срок беременности для раннего выявления и классификации аномалий.

С целью выяснения коррелятивности трехмерной эхографии с двухмерной во время скрининга в I триместре беременности Khalifeh A. и соавт. (2016) [19] провели проспективное наблюдательное исследование при измерении толщины воротникового пространства (ТВП) 366 пациенток с одноплодной беременностью. С этой целью выполнялись три измерения ТВП с использованием общепринятого стандартизированного 2D-метода в средне-сагиттальных плоскостях, а затем измерения ТВП повторялись для каждого случая с помощью трехмерной (3D) эхографии в сагиттальной и ак-

сиальной плоскостях. Подтверждение наличия взаимосвязи между методами основывалось на тесте Крускала — Уоллиса и ранговой корреляции Спирмена. В проведенном исследовании ранговая корреляция Спирмена при сравнении полученных параметров при 2D- и 3D-эхографии в сагиттальной и аксиальной плоскостях составила 0,73 и 0,68 соответственно ($p < 0,001$). Это подтверждало эффективность применения 3D-эхографии при отсутствии условий для получения оптимальных 2D-измерений воротникового пространства.

Положение о том, что для прогнозирования исходов беременности 3D-эхография в I триместре является более эффективным методом по сравнению с 2D-эхографией, выдвинули Tudorache Ş. и соавт. (2019) [36] при выявлении пациенток с высоким риском прерывания беременности, задержкой внутриутробного развития (ЗВУР) и низкой массой при рождении. Ими были изучены объемы плодного яйца, эмбриона, плаценты, желточного мешка в соответствии с копчико-теменным размером (КТР) плода. Авторы выявили наличие взаимосвязи между показателями исследуемых параметров при различных диагностических подходах, степень соответствия между которыми составила 89,7 %. 3D-УЗИ продемонстрировало диагностическую эффективность в 96,6 %, в то время как 2D-УЗИ — в 89,6 % случаев.

Особый интерес представляет ранняя диагностика врожденных аномалий ЦНС, позволяющая не только мониторировать этапы их развития, но прогнозировать вероятность последующих клинических проявлений в виде психоневрологической инвалидизации и нарушения когнитивных функций.

Актуальность раннего выявления данных аномалий обусловлена высокой частотой встречаемости патологии ЦНС, которая составляет 14 / 10 000 родившихся детей, и частотой неблагоприятного прогноза при ее наличии,

хотя он и различается в зависимости от пораженной области головного мозга и типа изменений [22]. Врожденные пороки развития (ВПР) ЦНС в Российской Федерации достигают в среднем 6,2 % от всех врожденных пороков и находятся на 3-м месте в структуре младенческой смерти от ВПР (Туманова У. Н. и соавт., 2018) [1]. Второе место в структуре заболеваний ЦНС занимают дефекты нервной трубки (ДНТ), частота встречаемости которых составляет в среднем от 5,2 случая на 10 000 родов [7] до 18,6 (15,3–23,0) / 10 000 [10]. В настоящее время их региональная распространенность различна и зависит от применения профилактических фолатных программ: в странах Африки — 21,4 (19,3–23,6) / 10 000 [24], в Великобритании — 12,5 (12,1–12,9) / 10 000 [11], а в Китае отмечается снижение до 1,5 / 10 000 [21].

Данные исследований о частоте внутричерепных аномалий при интактной нервной трубке (Morris J. K. и соавт., 2019) приводят показатели 9,8–14 случаев на 10 000 родов [23], а при некоторых вариантах патологии она может составлять 1 : 4000 ($\approx 2,5$ / 10 000) [33]. Но в обновленных рекомендациях ISUOG (2021) (Ультразвуковое исследование центральной нервной системы плода. Часть 2) Paladini D., Malinger G. и соавт. не отвергают выдвинутую ранее гипотезу, что их истинная частота намного выше и может достигать 1 : 100 [25]. Leibovitz Z., Lerman-Sagie T. и соавт. (2022) предположили, что это связано с длительностью внутриутробного развития и организацией коры головного мозга. И здесь важную роль играют следующие патогенетические механизмы: аномальная нейруляция, телэнцефалическое деление, пролиферация и миграция нейронов [20]. Чаще всего именно они определяют формирование вариантов аномалий, остающихся незамеченными в перинатальном периоде, с клиническими проявлениями в более позднем возрасте.

Эхографическая оценка состояния ЦНС в I триместре беременности представляет собой сложную диагностическую задачу в связи с активным развитием и постоянным изменением размеров и формы головного мозга по мере прогрессирования беременности [6, 12, 15]. Тем не менее, используя преимущественно трансвагинальный доступ, можно отчетливо визуализировать структуры мозга плода в 11–14 недель беременности. В случае обнаружения патологии дополнительно необходимо проведение экспертного многоплоскостного обследования с целью ее точной диагностики и классификации [22].

Так, Scheier M. и соавт. (2011) [32] в процессе ретроспективного анализа сохраненных трехмерных изображений задней черепной ямки у нормальных плодов и плодов с открытой расщелиной позвоночника в сериях последовательных пренатальных ультразвуковых сканирований на 11–14, 20–24, 28–34 и 34–38-й неделях беременности описали признаки, которые могли бы позволить выявить этот дефект на более ранних сроках.

Rousian M. и соавт. (2013) [30] в проспективном когортном исследовании в автономном режиме с использованием программного обеспечения 3D (4D view) и VR (V-Scope) и двух различных методов – трехмерной ультразвуковой визуализации (3D) и виртуальной реальности (VR) — проанализировали параметры роста и развития мозжечка в I триместре беременности. Ими были проведены трехкратные измерения поперечного диаметра мозжечка, диаметра левого и правого полушарий и их толщины, которые в последующем соотносились со сроком беременности и КТР плода. По заключению исследователей, применение данных технологий позволило измерять параметры мозжечка начиная с 7 недель беременности, а использование трехмерной эхографии обеспечило лучшую визуализацию моз-

жечка. Авторы предложили использовать полученные значения в качестве эталонных для изучения физиологического и аномального роста и развития мозжечка.

Peker N. и соавт. (2013) [27] применили 3D-эхографию для визуализации четвертого желудочка в I триместре беременности при диагностике дефектов нервной трубки. Авторы заключили, что четвертый желудочек у нормальных плодов легко выявляется в средне-сагиттальной плоскости, а отсутствие его изображения должно служить важным фактором, принимаемым во внимание при ранней диагностике открытых дефектов позвоночника. Ими также была отмечена высокая эффективность применения трехмерной эхографии в диагностике аномалий позвоночника в случае неудобного положения плода, затрудняющего достоверную визуализацию структур.

Conturso R. и соавт. (2015) [14] применили объемную эхографию в сочетании с доплерографией высокой четкости для оценки наличия мозолистого тела в сроках 11–13 недель. 70 пакетов объемных файлов ультразвукового исследования в I триместре были сохранены в режиме пространственной корреляции. При постпроцессорном анализе оценка перикалезных артерий проводилась ими с использованием признаков: «отсутствие визуализации» / «визуализация начала» или «визуализация всего хода». Контрольное исследование для подтверждения наличия мозолистого тела в каждом случае осуществлялось на 20-й неделе беременности. Авторы сделали вывод, что при проведении объемной эхографии с доплерографией высокой четкости перикалезные артерии выявляются с I триместра беременности, так как во всех последующих наблюдениях было подтверждено неизменное мозолистое тело.

Raviova E. и соавт. (2015) [26] продемонстрировали, что полученный в со-

стоянии покоя трансабдоминально или трансвагинально единственный набор 3D-файлов всего плода в сроках от 11 до 13 нед. 6 дн. беременности позволяет получить полную информацию для базовой оценки всех его основных анатомических структур. С помощью специализированного программного обеспечения был проведен автономный анализ 186 пакетов трехмерных ультразвуковых изображений органов плода, которые обычно исследуются в первом триместре беременности. Авторы пришли к выводу, что достоверная визуализация большинства органов плода оказалась возможной более чем в 90 % случаев, а полное обследование анатомии плода — успешным более чем в 70 % наблюдений.

Gonçaves L. F. (2016) [18], освещая основные принципы трехмерного УЗИ, подчеркнул клиническую приемлемость метода в пренатальной диагностике аномалий лица, позвоночника, костной системы, а также его высокий потенциал для нейровизуализации при физических ограничениях, связанных с артефактами движения, акустическим затенением и другими барьерами.

По мнению Rooh R. K. (2016) [29], из современных технологий 3D-эхографию, расширяющую возможности выявления пороков развития центральной нервной системы, следует отнести к наиболее привлекательным методам в области ультразвуковой визуализации плода. Современное диагностическое оборудование обеспечивает визуализацию как поверхностной анатомии, так и многоплоскостную визуализацию внутричерепных структур, томографическую ультразвуковую визуализацию головного мозга плода в любом срезе, объемную визуализацию костных структур свода черепа и позвонков, а также толстых срезов внутричерепной структуры. Одновременная объемно-контрастная визуализация одного участка структуры головного мозга плода в нескольких плоскостях позволяет

проводить расчет объема органов-мишеней: четвертого желудочка, бокового желудочка, сосудистого сплетения и внутричерепных объемных патологических структур. 3D-энергетическая или цветовая доплерография делает возможной объемную соноангиографию мозгового кровообращения. Для более детальной нейровизуализации могут быть применены высокоразрешающие режимы объемного изображения по типу виртуальной амниоскопии с использованием перемещаемого виртуального источника освещения (HDlive silhouette) и расширенный режим перемещаемого виртуального источника, совместимый с цветовым и энергетическим доплеровским картированием (HDlive flow). Автор предположил, что технология объемной эхографии для оценки структуры центральной нервной системы плода в сочетании с молекулярно-генетическим анализом способствует выявлению мутации гена, ответственного за нарушение миграции нейронов. По мнению автора, развитие эмбриональной нейросоногенетики сможет внести неопределимый вклад в дифференциальную диагностику заболеваний плода с возможностью профилактики или генной терапии.

Martins Santana E. F. и соавт. (2018) [31] в своем исследовании с использованием 3D-эхографии наглядно представили различные фенотипические характеристики последовательности акрания — экзэнцефалия — анэнцефалия. Объемная поверхностная реконструкция плода убедительно демонстрирует акранию, двустворчатое лицо «Микки-Мауса», кистозную, удлиненную, неправильную и нависающую морфологию головки. При применении данного метода чувствительность выявления основных врожденных аномалий в первом триместре беременности в группах высокого риска составила около 60 %, а при акрании достигала 100 %. Авторы заключили, что представленные измене-

ния патогномоничны для анеуплоидии и ряда генетических синдромов, сочетающихся с другими экстракраниальными пороками.

При ретроспективном анализе сохраненных на 11–13-й неделе пакетов объемных файлов 407 эуплоидных и 88 хромосомно аномальных плодов (трисомия 21, $n = 40$; трисомия 18, $n = 19$; трисомия 13, $n = 7$; триплоидия, $n = 14$; синдром Тернера, $n = 8$). Ferreira C. и соавт. (2019) [17] изучили диаметры субарахноидального пространства в анатомической области непосредственно над силвиевым водопроводом, соответствующей проекции вены Галена. Авторы сделали выводы, что для большинства плодов с триплоидией на сроке беременности 11–13 недель характерно увеличение диаметра субарахноидального пространства в указанной области.

Altmann R. и соавт. (2019) [5] при проведении анализа архивированных папок объемных файлов 47 случаев с беременностью высокого риска в I триместре оценили эхографическую выявляемость аномалий задней черепной ямки (ЗЧЯ) трансвагинальным доступом. Они сравнили полученные описательные и морфометрические характеристики ствола мозга, червя мозжечка, сосудистого сплетения четвертого желудочка, передней перепончатой области, кармана Блейка в случаях с аномалиями задней черепной ямки у беременных, посетивших пренатальный центр для проведения ультразвукового обследования в I триместре, с ранее опубликованными данными плодов без аномалий развития.

Описанный Ushakov F. и соавт. (2019) [37] crash-признак был впервые обнаружен в процессе ретроспективного анализа сохраненных папок объемных файлов УЗИ головного мозга плодов с расщелиной позвоночника, прошедших ультразвуковое исследование в первом триместре беременности. Авторы заключили, что эхографическая картина

crash-признака в виде смещения среднего мозга кзади в сочетании с деформацией затылочной кости в аксиальной плоскости встречается при этой патологии в 90,6 % (48/53) случаев.

Pertl V. и соавт. (2019) [28] с помощью объемной эхографии удалось визуализировать динамику анатомического развития задней черепной ямки в I триместре с последующим проведением скрининга на наличие открытой расщелины позвоночника и кистозных аномалий ЗЧЯ. На основании сопоставления эмбриологического описания с полученной эхографической картиной авторами был предложен диагностический алгоритм продольного развития структур мозжечка, четвертого желудочка и большой цистерны. Характерные особенности данных структур в I триместре с последующими типичными проявлениями во II и III триместрах были разделены на три группы: скопление жидкости в задней черепной ямке (мальформация Денди – Уокера, киста кармана Блейка, Mega Cisterna Magna, арахноидальная киста, гипоплазия червя мозжечка); уменьшенный объем мозжечка (гипоплазия мозжечка, понтоцеребеллярная гипоплазия); подозрительная анатомия мозжечка (порок развития Арнольда – Киари, ромбэнцефалосинапсис, синдром Жубера).

Comănescu M. C. и соавт. (2019) [13] провели детальную оценку состояния мозга плода в I триместре при 2D- и 3D-эхографии в четырех аксиальных плоскостях у 1376 пациенток. Анатомические ориентиры аксиальных плоскостей на уровне боковых желудочков, таламуса, задней черепной ямки и орбит были ими выбраны в соответствии с рекомендациями Abuhamad A., Chaoui R. (2018) [2]. Авторы заключили, что трехмерная эхография делает более доступной достоверную визуализацию необходимых трансталамических плоскостей и помогает избегать косых плоскостей, снижающих точность измерений.

Birnbaum R. и соавт. (2020) [9] при проведении трехмерной эхографии описали раннее развитие мозолистого тела. Измерения проводились в 89 наборах сохраненных объемных файлов головки плода, полученных трансвагинальным доступом в состоянии покоя через передний родничок в сроках между 14-й и 17-й неделями беременности. Авторам удалось четко идентифицировать следующие ориентиры: телохориоидея, отверстие Монро, раннее мозолистое тело, развивающаяся полость прозрачной перегородки. Измеренные в технологии объемно-пространственной корреляции параметры: передний, задний сегменты, высота (по отношению к передней границе) и общий объем мозолистого тела соотносились с гестационным возрастом. Авторы констатировали, что визуализация мозолистого тела плода возможна уже с 14 недель, при этом передний сегмент мозолистого тела появляется раньше, чем задний, и при продолжающемся росте в двух направлениях заднее удлинение значительно больше переднего.

Volpe N., Dall'Asta A. и соавт. (2020) [39] сформулировали положение о возможности проведения многоплоскостной нейросонографии в конце первого триместра, следуя методологии, рекомендованной для специализированного ультразвукового исследования головного мозга плода во втором триместре беременности. Авторы отметили важность расширенного протокола нейросонографии в первом триместре беременности, включающего систематическую оценку специфических маркеров структурных аномалий, таких как соотношение ствол мозга / ствол мозга-затылочная кость (BS / BSOB). По их мнению, это позволит прогнозировать развитие патологии ЦНС во втором триместре беременности.

Подтверждая важность 3D-эхографии в диагностике tethered cord syndrome (синдром фиксированного спинного мозга), He S., Ruan J. и соавт.

(2020) [34] ретроспективно проанализировали 468 наборов объемных эхограмм нормальных плодов в качестве контрольной группы и 14 плодов с TCS в качестве группы сравнения. В их работе возможность измерения между самой каудальной точкой мозгового конуса (МК) и дистальным концом копчика (КД) при 3D-эхографии по повторяемости превзошли 2D-ультразвуковое исследование. При сравнении авторами результатов 3D-эхографии и МРТ существенных различий в эффективности определения местоположения мозгового конуса и измерения указанных параметров выявлено не было.

В более позднем исследовании Volpe P., De Robertis V. и соавт. (2021) [39] продемонстрировали преимущество мультиплоскостной ортогональной корреляции изображений с объемно-контрастной визуализацией для нейросонографии плода при подозрении на аномалию задней черепной ямки в I триместре. Они сравнили ультразвуковые изображения средне-сагиттальной и аксиальных плоскостей головного мозга из пакетов объемных файлов 90 пациенток с нормальной одноплодной беременностью с архивированными в институциональной базе пакетами объемных файлов 41 случая с подтвержденной патологией ЗЧЯ. Исследователи продемонстрировали возможность ультразвуковой оценки расположения сосудистого сплетения четвертого желудочка в I триместре. Авторы заключили, что локализация сосудистого сплетения четвертого желудочка в 11–14 недель беременности является маркером в дифференциации аномалии Денди – Уокера (ДУ) кисты кармана Блейка (ККБ), что согласуется с механизмами развития данных патологических состояний.

Zegarra R. R., Volpe N. и соавт. (2021) [42] подтвердили роль 3D-эхографии в оценке локализации мозгового конуса у плодов в первом триместре беременности. Двумя независимыми операторами

была проведена оценка изображений анатомически нормальных плодов с КТР от 45 до 84 мм в 143 пакетах объемных файлов, полученных путем трансвагинального доступа. Количественный метод включал в себя измерение расстояний между наиболее каудальной частью МК и дистальным концом копчика. Качественный метод представлял собой описание расположения МК по отношению к области впадения пуповины в переднюю брюшную стенку плода. Данная оценка была возможной у 130 плодов (90,9 %). Отсутствие врожденных аномалий было подтверждено во всех случаях после рождения.

Возможности объемной эхографии для визуализации нормального развития структур головного мозга плода в сроки беременности от 11 нед. 3 дн. до 13 нед. 6 дн. были продемонстрированы Altmann R., Rechberger T. и соавт. (2023) [3, 4]. Исследователям удалось получить отчетливую визуализацию ганглионарного возвышения, базальных ганглиев, третьего желудочка с окружающими его структурами по средней линии, а также области будущих полостей прозрачной перегородки и промежуточного паруса в 285 (из 402) и 93 (из 387) наборах сохраненных трехмерных эхограмм. При анализе пакетов архивированных объемных файлов возможность проведения морфометрических измерений зафиксирована в 104 (из 285) и 93 (из 387) наблюдениях.

Несмотря на то что пренатальное ультразвуковое обследование в первом триместре беременности является наиболее важным диагностическим методом, такие проблемы, как высокая подвижность плода, чрезмерная толщина брюшной стенки матери и вариабельность измерений между наблюдателями, ограничивают его дальнейшее клиническое развитие. Для повышения эффективности эхографии в I триместре на современном этапе активно внедряются компьютерные технологии, связанные

с анализом ультразвуковых изображений плода на основе искусственного интеллекта. Современные приложения машинного анализа в ультразвуковом исследовании плода в основном сосредоточены на стандартном обнаружении плоскости, биометрических измерениях и диагностике измененных ультразвуковых изображений.

Хие Н. N. и соавт. (2020) [40] исследовали возможность использования алгоритмов глубокого обучения для классификации нормальных или измененных эхографических изображений головного мозга плода в стандартных аксиальных плоскостях. Для данной цели была использована база массива данных 10 251 плода с нормальной морфометрией и 2529 плодов с подтвержденной патологией ЦНС. После серии предварительных этапов обработки данных было получено 15 372 нормальных и 14 047 измененных изображений головного мозга плода, которые в последующем были разделены на обучающие и тестовые наборы данных (на уровне случая, а не изображения) в соотношении 8 : 2. Обучающие данные использовались с целью научить алгоритмы выполнению сегментации изображения, классификации изображения как нормального или измененного, уточнению локализации поражения. Затем точность была проверена на тестовых наборах данных. Эффективность сегментации оценивалась с использованием точности, отзыва и коэффициента Дайса (DICE), рассчитанного для измерения степени перекрытия между областями, помеченными человеком и сегментированными машиной. Точность сегментации, повторения и DICE в проведенном исследовании составила 97,9, 90,9 и 94,1 % соответственно. Общая точность классификации алгоритмом глубокого обучения составила 96,3 %, а чувствительность и специфичность для идентификации изменений по изображению составили 96,9 и 95,9 % соответственно. Алгоритмы точно указа-

ли область локализации в 61,6 % (1535/2491) измененных изображений, приблизительно в 24,6 % аномалий (614/2491) и нерелевантно в 13,7 % (342/2491). Xiao S. и соавт. (2023) [30] в своей статье заключили, что сочетание искусственного интеллекта (ИИ) с анализом данных ультразвукового исследования может помочь оптимизировать ультразвуковое обследование в I триместре за счет сокращения времени, снижения рабочей нагрузки врача и повышения точности диагностики. Familiari A. и соавт. (2024) [16] сообщили о проведении многоцентрового ретроспективного исследования с участием 16 референсных центров с целью разработки алгоритма искусственного интеллекта (ИИ) для автоматической классификации ультразвуковых изображений задней черепной ямки в I триместре беременности как «нормальных» или «аномальных». Для разработки алгоритма была использована 251 эхограмма головного мозга плода в срединно-сагиттальной плоскости: 150 случаев были классифицированы как «нормальные» и 101 – как «аномальные» (42 случая – открытая спинномозговая грыжа; 59 случаев – мальформация Денди – Уокера). Область интереса выбиралась с помощью визуализации трех гипоехогенных областей ЗЧЯ и количественной оценки с помощью измерения отношения ствол мозга / ствол мозга-затылочная кость (BS / BSOB). Каждое изображение было вручную сегментировано и оптимизировано для применения глубокого обучения. В последующем набор данных был случайным образом разделен на 70 % обучающих (n = 175) и 30 % тестовых (n = 76) наборов и проведена трехкратная перекрестная проверка учебного набора для обучения различных нейронных сетей и выбора оптимальной модели. Тестовый набор использовался исключительно для оценки эффективности классификации выбранной модели. Для объединения нескольких отдельно полученных моделей вероятность про-

гнозов была усреднена. По результатам исследования авторы заключили, что алгоритм глубокого обучения с помощью полностью автоматической обработки данных может помочь врачам ультразвуковой диагностики в оценке состояния головного мозга плода и потенциально повысить эффективность УЗИ в I триместре при выявлении аномалий ЦНС.

Выводы

Проведенный анализ литературы показал многообразие исследований, посвященных современным возможностям объемной эхографии в диагностике аномалий ЦНС у плода в I триместре беременности. Исходя из опубликованных данных научных исследований, можно также сделать вывод об актуальности разработки и внедрения экспертной нейросонографии в I триместре. Все авторы однозначно указывают на эффективность применения технологии трехмерной эхографии и использования алгоритмов глубокого обучения.

Список источников / References

1. Туманова У. Н., Шувалова М. П., Щеголев А. И. Анализ статистических показателей врожденных аномалий как причины ранней неонатальной смерти в Российской Федерации // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2018;63(6):60-67. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2018-63-5-60-67>
Tumanova U. N., Shuvalova M. P., Shchegolev A. I. Analysis of statistical indicators of congenital anomalies as causes of early neonatal death in the Russian Federation. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2018;63(6):60-67. (In Russ.).
2. Abuhamad A., Chaoui R. The fetal central nervous system. In: Abuhamad A., Chaoui R. First trimester ultrasound diagnosis of fetal abnormalities. 1. Philadelphia: Wolters Kluwer Health. 2018;113-144. ISBN: 9781496396372.

3. Altmann R., Rechberger T., Altmann C., Hirtler L., Scharnreitner I., Stelzl P., Enengl S. Development of the prosencephalic structures, ganglionic eminence, basal ganglia and thalamus at 11 + 3 to 13 + 6 gestational weeks on 3D transvaginal ultrasound including normative data. *Brain Struct. Funct.* 2023;228:2089-2101. <https://doi.org/10.1007/s00429-023-02679-y>
4. Altmann R., Scharnreitner I., Auer C., Hirtler L., Springer C., Falschlehner S., Arzt W. Visualization of the third ventricle, the future cavum septi pellucidi, and the cavum veli interpositi at 11+3 to 13+6 gestational weeks on 3D transvaginal ultrasound including normative data. *Ultraschall Med.* 2023;44(1):e72-e82. <https://doi.org/10.1055/a-1683-6141>
5. Altmann R., Schertler C., Scharnreitner I., Arzt W., Dertinger S., Scheier M. Diagnosis of Fetal Posterior Fossa Malformations in High-Risk Pregnancies at 12–14 Gestational Weeks by Transvaginal Ultrasound Examination. *Fetal Diagn. Ther.* 2020;47(3):182-187. <https://doi.org/10.1159000501500>
6. Andescavage N. N., du Plessis A., McCarter R., Serag A., Evangelou I., Vezina G., Robertson R., Limperopoulos C. Complex Trajectories of Brain Development in the Healthy Human Fetus. *Cereb Cortex.* 2017;27(11):5274-5283. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhw306>
7. Atta C. A., Fiest K. M., Frolkis A. D., Jette N., Pringsheim T., St Germaine-Smith C., Rajapakse T., Kaplan G. G., Metcalfe A. Global Birth Prevalence of Spina Bifida by Folic Acid Fortification Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am. J. Public Health.* 2016;106:e 24-34. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302902>
8. Bilardo C. M., Chaoui R., Hyett J. A., Kagan K. O., Karim J. N., Papageorgiou A. T., Poon L. C., Salomon L. J., Syngelaki A., Nicolaides K. H. ISUOG Practice Guidelines (updated): performance of 11–14-week ultrasound scan. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2023;61(1):127-143. <https://doi.org/10.1002/uog.26106>
9. Birnbaum R., Barzilay R., Brusilov M., Wolman I., Malinger G. The early pattern of human corpus callosum development: A transvaginal 3D neurosonographic study. *Prenat. Diagn.* 2020;40(10):1239-1245. <https://doi.org/10.1002/pd.5735>
10. Blencowe H., Kancherla V., Moorthie S., Darlison M. W., Modell B. Estimates of global and regional prevalence of neural tube defects for 2015: a systematic analysis. *Ann N Y Acad Sci.* 2018 Feb;1414(1):31-46. <https://doi.org/10.1111/nyas.13548>. Epub 2018 Jan 24. PMID: 29363759.
11. Broughan J. M., Martin D., Higgins T., Swan G., Cullum A., Kurinczuk J. J., Draper E. S., Luyt K., Wellesley D. G., Stevens S., Tedstone A., Rankin J. Prevalence of neural tube defects in England prior to the mandatory fortification of non-wholemeal wheat flour with folic acid: a population-based cohort study. *Arch. Dis. Child.* 2024 Jan 22;109(2):106-112. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2023-325856>
12. Cara M. L., Streatam I., Buga A. M., Iliescu D. G. Developmental brain asymmetry. The good and the bad sides. *Symmetry.* 2022;14:128. <https://doi.org/10.3390/sym14010128>
13. Comănescu M. C., Căpitănescu R. G., Comănescu A. C., Cernea N., Popa A., Barbu E. M., Albulescu D. M. First Trimester Neurosonogram-Our Experience. *Curr Health Sci J.* 2019 Apr-Jun;45(2):167-173. <https://doi.org/10.12865/CHSJ.45.02.06>. Epub 2019 Jun 30. PMID: 31624643; PMCID: PMC6778289.
14. Conturso R., Contro E., Bellussi F., Youssef A., Pacella G., Martelli F., Rizzo N., Pili G., Ghi T. Demonstration of the Pericallosal Artery at 11-13 Weeks of Gestation Using 3D Ultrasound. *Fetal Diagn Ther.* 2015;37(4):305-9. <https://doi.org/10.1159/000366156>. Epub 2014 Nov 1. PMID: 25376870.
15. Engels A. C., Joyeux L., Brantner C., De Keersmaecker B., De Catte L., Baud D., Deprest J., Van Mieghem T. Sonographic

- detection of central nervous system defects in the first trimester of pregnancy. *Prenat. Diagn.* 2016;36(3):266-273. <https://doi.org/10.1002/pd.4770>
16. Familiari A., Di Ilio C., Fanelli T., Volpe P., Dall'Asta A., Volpe N., Zegarra R. R., Minopoli M., Thilaganathan B., Prefumo F., Quarello E., Raffaelli R., Binder J., Grisolia G., Rizzo G., Meagher S., Tran H., Boldrini L., Ghi T. (2024), OP02.09: AIRFRAME: artificial intelligence for recognition of fetal brain anomalies from ultrasound images of the first trimester. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2024;64:64-65. <https://doi.org/10.1002/uog.27891>
17. Ferreira C., Rouxinol-Dias A. L., Loureiro T., Nicolaides K. Subarachnoid space diameter in chromosomally abnormal fetuses at 11-13 weeks' gestation. *J. Matern Fetal Neonatal Med.* 2019;32(12):2079-2083. <https://doi.org/10.1080/14767058.2018.1425833>
18. Gonçalves L. F. Three-dimensional ultrasound of the fetus: how does it help? *Pediatr Radiol.* 2016;46(2):177-189. <https://doi.org/10.1007/s00247-015-3441-6>
19. Khalifeh A., Weiner S., Berghella V., Scott S., Gerson A. Comparative Analysis of Two – Versus Three-Dimensional Sonography for Nuchal Translucency Measurement. *Am. J. Perinatol.* 2016;33(5):486-489. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1566248>
20. Leibovitz Z., Lerman-Sagie T., Haddad L. Fetal Brain Development: Regulating Processes and Related Malformations. *Life (Basel).* 2022;12(6):809. <https://doi.org/10.3390/life12060809>
21. Li Z., Di J. Prevention and Control of Birth Defects in China: Achievements and Challenges. *China CDC Wkly.* 2021 Sep 10;3(37):771-772. <https://doi.org/10.46234/ccdcw2021.191>. PMID: 34594987; PMCID: PMC8441183.
22. Malinger G., Paladini D., Haratz K. K., Monteagudo A., Pilu G. L., Timor-Tritsch I. E. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 1: performance of screening examination and indications for targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2020;56(3):476-484. <https://doi.org/10.1002/uog.22145>
23. Morris J. K., Wellesley D. G., Barisic I., Addor M.-C., Bergman J. E. H., Braz P., Caverro-Carbonell C., Draper E. S., Gatt M., Haeusler M., Klungsoyr K., Kurinczuk J. J., Lelong N., Luyt K., Lynch C., O'Mahony M. T., Mokoroa O., Nelen V., Neville A. J., Pierini A., Randrianaiivo H., Rankin J., Rissmann A., Rouget F., Schaub B., Tucker D. F., Verellen-Dumoulin C., Wiesel A., Zymak-Zakutnia N., Lanzoni M., Garne E. Epidemiology of congenital cerebral anomalies in Europe: A multicentre, population-based EUROCAT study. *Arch Dis in Child.* 2019;104(12):1181-1187. <https://doi.org/10.1136/archdischild-2018-316733>
24. Oumer M., Tazebew A., Silamsaw M. Birth prevalence of neural tube defects and associated risk factors in Africa: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pediatr* 21, 190 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12887-021-02653-9>
25. Paladini D., Malinger G., Birnbaum R., Monteagudo A., Pilu G., Salomon L. J., Timor-Tritsch I. E. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic examination of the fetal central nervous system. Part 2: performance of targeted neurosonography. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021. <https://doi.org/10.1002/uog.23616>
26. Paviova E., Markov D., Ivanov S. Fetal Anatomy Assessment at 11+0-13+6 W.G. After Acquisition of a Single 3D Volume-Myth or Reality? *Akush. Ginekol. (Sofia)* 2015;54(4):3-11.
27. Peker N., Yeniel A. O., Ergenoglu M., Hurşitoğlu S., Akercan F., Karadadaş N. Combination of intracranial translucency and 3D sonography in the first trimester diagnosis of neural tube defects: case report and review of literature. *Ginekol Pol.* 2013;84(1):65-67. <https://doi.org/10.17772/gp/1543>

28. Pertl B., Eder S., Stern C., Verheyen S. The Fetal Posterior Fossa on Prenatal Ultrasound Imaging: Normal Longitudinal Development and Posterior Fossa Anomalies. *Ultraschall Med.* 2019;40(6): 692-721. <https://doi.org/10.1055/a-1015-0157>
29. Pooh R. K. Three-dimensional Evaluation of the Fetal Brain. Donald School *J. Ultrasound Obstet Gynecol.* 2017;11(4): 268-275. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10009-1532>
30. Rousian M., Groenenberg I. A. L., Hop W. C., Koning A. H. J., van der Spek P. J., Exalto N., Steegers E. A. P. Human embryonic growth and development of the cerebellum using 3-dimensional ultrasound and virtual reality. *Reprod Sci.* 2013; 20(8):899-908. <https://doi.org/10.1177/1933719112468950>
31. Martins Santana E. F., Araujo Júnior E., Tonni G., Costa F. D. S., Meagher S. Acrania-exencephaly-anencephaly sequence phenotypic characterization using two- and three-dimensional ultrasound between 11 and 13 weeks and 6 days of gestation. *J. of Ultrason.* 2018;18(74):240-246. <https://doi.org/10.15557/JoU.2018.0035>
32. Scheier M., Lachmann R., Pětroš M., Nicolaides K. H. Three-dimensional sonography of the posterior fossa in fetuses with open spina bifida at 11–13 weeks' gestation. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2011;38(6):625-629. <https://doi.org/10.1002/uog.9067>
33. Shwe W. H., Schlatterer S. D., Williams J., du Plessis A. J., Mulkey S. B. Outcome of agenesis of the corpus callosum diagnosed by fetal MRI. *Pediatr Neurol.* 2022;135:44-51. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2022.07.007>
34. He S., Ruan J., Wang X., Lyu G., Wei Y., Huang T., Zeng P. Measurement of fetal conus distance with 3D ultrasonography as a reliable prenatal diagnosis method for tethered cord syndrome. *Obstetrics & Gynaecology Research.* 2020;46(4):587-594. <https://doi.org/10.1111/jog.14202>
35. Xiao S., Zhang J., Zhu Y., Zhang Z., Cao H., Xie M., Zhang L. Application and Progress of Artificial Intelligence in Fetal Ultrasound. *J. Clin. Med.* 2023;12(9): 3298. <https://doi.org/10.3390/jcm12093298>
36. Tudorache Ș., Căpitănescu R. G., Drăgușin R. C., Zorilă G. L., Marinaș M. C., Cernea N., Pătru C. L. Implications of the First Trimester 2d and 3D Ultrasound in Pregnancy Outcome. *Curr. Health. Sci. J.* 2019;45(3):311-315. <https://doi.org/10.12865/CHSJ.45.03.10>
37. Ushakov F., Sacco A., Andreeva E., Tudorache S., Everett T., David A. L., Pandya P. P. Crash sign: new first-trimester sonographic marker of spina bifida. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2019; 54(6):740-745. <https://doi.org/10.1002/uog.20285>
38. Volpe N., Dall'Asta A., Di Pasquo E., Frusca T., Gh T. First-trimester fetal neurosonography: technique and diagnostic potential. *Ultrasound Obstet. Gynecol.* 2021; 57(2):204-214. <https://doi.org/10.1002/uog.23149>
39. Volpe P., De Robertis V., Volpe G., Boito S., Fanelli T., Olivieri C., Votino C., Persico N. Xiao. Position of the choroid plexus of the fourth ventricle in first- and second-trimester fetuses: a novel approach to early diagnosis of cystic posterior fossa anomalies. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2021;58 (4):568-575. <https://doi.org/10.1002/uog.23651>
40. Xie H. N., Wang N., He M., Zhang L. H., Cai H. M., Xian J. B., Lin M. F., Zheng J., Yang Y. Z. Using deep-learning algorithms to classify fetal brain ultrasound images as normal or abnormal. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2020;56(4):579-587. <https://doi.org/10.1002/uog.21967>
41. Yankova M., Stratieva V., Chaveeva P., Hadjidekov G. Detection of Fetal Defects in First Trimester by Ultrasound Examination – Abilities and Limitations. *International Journal of Gynecology, Obstetrics and Neonatal Care.* 2016;3;41-46. <https://doi.org/10.15379/2408-9761.2016.03.02.03>

42. Zegarra R. R., Volpe N., Bertelli E., Amorelli G. M., Ferraro L., Schera G. B. L., Cromi A., di Pasquo E., Dall'Asta A., Ghezzi F., Frusca T., Ghi T. Three-Dimensional Sonographic Evaluation of the Position of the Fetal Conus Medullaris at First Trimester. *Fetal Diagn. Ther.* 2021;48(6):464-471. <https://doi.org/10.1159/000516516>

Сведения об авторе/ Information about the author

Талолина Оксана Владимировна, врач-эксперт отделения ультразвуковой и функциональной диагностики Национального медицинского исследовательского центра акушерства, гинекологии, перинатологии имени академика В. И. Кулакова Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия.

Вклад автора в публикацию: автор идеи, концепция, сбор и анализ литературных данных, написание текста.

Talolina Oksana Vladimirovna, expert physician, Department of Ultrasound and Functional Diagnostics, National Medical Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology named after Academician V. I. Kulakov of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow, Russia.

Author's contribution to the publication: idea originator, concept development, literature data collection and analysis, manuscript writing.

Статья поступила в редакцию 06.04.2025;
одобрена после рецензирования 10.08.2025;
принята к публикации 10.08.2025.

The article was submitted 06.04.2025;
approved after reviewing 10.08.2025;
accepted for publication 10.08.2025.



Отчет о проведении VII съезда Национального общества нейрорадиологов

Report on the Event VII Congress of the National Society of Neuroradiology

С 4 по 6 сентября 2025 года в Москве в Национальном медицинском исследовательском центре нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко Минздрава РФ прошел съезд Национального общества нейрорадиологов.

«Нейровизуализация: приоритет науке» — таков был девиз съезда, и его программа была сфокусирована на передовых научных исследованиях. Нейрорентгенология наряду с другими нейронауками — это современная, быстро развивающаяся область знаний, и обмен научным опытом необходим не только для внедрения новых знаний в практику, но и для развития фундаментальных исследований.

Организаторами съезда были РОО «Национальное общество нейроради-

ологов», ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко» Минздрава России, Российское общество рентгенологов и радиологов, Фонд развития лучевой диагностики.

Генеральным партнером съезда явилась компания GE HealthCare, а также партнерами съезда выступили компании Siemens Healthineers, ООО «ФИЛИПС», ООО «НТЦ Амплитуда», Центр молекулярных исследований (CMR), АО «Генериум».

Всего в съезде приняли участие 314 человек из 39 городов России.

Открытие съезда началось с приветственных слов президента Национального общества нейрорадиологов академика РАН Пронина И. Н.; президента

съезда профессора РАН Захаровой Н. Е.; Героя Труда России, почетного президента НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко академика РАН Коновалова А. Н.; директора Российского центра неврологии и нейронаук, вице-президента РАН академика Пирадова М. А.; директора НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н. Н. Бурденко академика РАН Усачева Д. Ю.

В течение трех дней участники съезда заслушали 83 доклада, которые были посвящены передовым нейрорентгенологическим исследованиям в нейрохирургии и нейроонкологии, интраоперационным КТ- и МРТ-исследованиям, нейровизуализации при неотложных состояниях, сосудистой патологии головного мозга, эпилепсии.

На съезде были широко представлены научные исследования рентгенологов при неврологических заболева-

ниях — демиелинизации и других аутоиммунных, а также нейродегенеративных заболеваниях.

Отдельный интерес участников съезда вызвали сессии, посвященные искусственному интеллекту в нейрохирургии и неврологии, а также экспериментальной нейрорентгенологии.

Важно, что свои научные доклады на съезде представили не только ведущие российские специалисты, но и молодые ученые, за которыми будущее отечественной рентгенологии и нейрорентгенологии. Лучшие работы молодых ученых будут опубликованы в виде статей в журнале «Радиология – практика».

Надеемся, что работы, представленные на съезде, вдохновят нас и подтолкнут к новым свершениям как в фундаментальных исследованиях, так и в практической медицине.



Отчет о проведении IX Межрегиональной научно-практической конференции «Байкальские встречи. Актуальные вопросы лучевой диагностики»

Report on the IX Interregional Scientific and Practical Conference «Baikal Meetings. Current Issues of Radiology»



10–12 сентября 2025 г. ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», ИРОО «Байкальское общество рентгенологов, радиологов, специалистов УЗД и врачей по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению» и АНО «Научных и медицинских работников» при поддержке Министерства здравоохранения Иркутской области, ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ, РОО «Общество рентгенологов, радиологов, врачей УЗД и врачей по рентгенэндоваскулярной диагностике и лечению Сибири» и ассоциации врачей лучевой и инструментальной диагностики Республики Бурятия провели IX Межре-

гиональную научно-образовательную конференцию «Байкальские встречи. Актуальные вопросы лучевой диагностики».

Мероприятие было проведено при содействии ведущих отечественных и зарубежных производителей и дистрибьюторов медицинской техники. Главным спонсором выступила компания ООО «ФИЛИПС». Генеральными спонсорами выступили компании АО «МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ», ООО «ДжиИ Хэлскеа», ООО ИМК «ИНСАЙТ». Спонсорами конференции стали компании ООО «АСВОМЕД», АО «Р-ФАРМ» и ООО «С.П.ГЕЛ-ПИК». Участниками выставки были

представители компаний ООО «Агфа» и АО «НИИПК «Электрон». Информационную поддержку осуществляли интернет-порталы www.iscst.ru и www.baikalconf.ru.

Среди участников конференции присутствовали представители медицинского сообщества Иркутской области, Республики Бурятия, Забайкальского края и различных городов России — Москвы, Санкт-Петербурга, Смоленска, Краснодара, Новосибирска, Красноярска. Мероприятие посетил 191 человек.

10 сентября был проведен мастер-класс доктором медицинских наук, доцентом Бодровой Ириной Витальевной (Москва) «Minimum minimorum о КТ височных костей, или С чем может столкнуться врач-рентгенолог в рутинной работе» на базе Иркутского областного диагностического центра. Мастер-класс посетили 67 участников.

В тот же день состоялось совместное заседание президиума РОО «Общество рентгенологов, радиологов, врачей УЗД и врачей по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению Сибири», Иркутской региональной общественной организации «Байкальское общество рентгенологов, радиологов, врачей УЗД и врачей по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению» и членов президиума РОРР. Речь шла о подготовке к проведению IX съезда лучевых диагностов и лучевых терапевтов СФО, который должен состояться в июне 2026 года в г. Томске.

Открытие IX конференции «Байкальские встречи» состоялось на пленарном заседании 11 сентября 2025 года.

С приветственным словом выступил президент Иркутской региональной общественной организации «Байкальское общество рентгенологов, радиологов, врачей УЗД и врачей по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению», доктор медицинских наук, внештатный научный сотрудник ФГБНУ «ИНЦХТ», заведующий лабораторией лучевой

диагностики НКО нейрохирургии Селиверстов Павел Владимирович, который отметил высокую значимость профессиональных контактов сообществ центральных регионов России, Сибири и Дальнего Востока.

Далее выступила сопредседатель оргкомитета НК «Байкальские встречи», главный внештатный специалист по лучевой и инструментальной диагностике МЗ ИО, заведующая отделением лучевой диагностики ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 1», врач высшей категории Толстых Алла Александровна. Она отметила большой интерес специалистов разных медицинских направлений Иркутской области к конференции «Байкальские встречи».

В пленарном заседании выступили:

- доктор медицинских наук, профессор Мищенко Андрей Владимирович (Москва);
- Толстых Алла Александровна (Иркутск);
- доктор медицинских наук, профессор Дергилев Александр Петрович (Новосибирск);
- доктор медицинских наук, доцент Левшакова Антонина Валерьевна (Москва);
- доктор медицинских наук, профессор Лежнев Дмитрий Анатольевич (Москва);
- доктор медицинских наук, профессор Громов Александр Игоревич (Москва);
- кандидат медицинских наук, Иванов Александр Петрович (Иркутск).

Во время перерыва был проведен мастер-класс «Оценка диффузных изменений печени — эластометрия и стеатометрия».

Научную программу первого дня конференции включали три секционных заседания:

- «Лучевая диагностика боевой травмы. Искусственный интеллект в рентгенологии»;

- «Лучевая диагностика заболеваний и повреждений головы и шеи. Лучевая диагностика в челюстно-лицевой хирургии, оториноларингологии и онкологии»;
- «Новые технологии в ультразвуковой диагностике».

На заседаниях были заслушаны доклады доктора медицинских наук, профессора Трояна В. Н. (Москва), доктора медицинских наук, профессора Степановой Ю. А. (Москва), доктора медицинских наук, профессора Дергилева А. П. (Новосибирск), доктора медицинских наук, профессора Лежнева Д. А. (Москва), кандидата медицинских наук Перфильевой О. М. (Москва), доктора медицинских наук, профессора Громова А. И. (Москва), кандидата медицинских наук, доцента Васильевой М. А. (Москва), кандидата медицинских наук, доцента Постновой Н. А. (Москва), кандидата медицинских наук Шестаковой Д. Ю. (Смоленск), Ивановой Т. А. (Москва), Крымского И. С. (Москва), Александрова Д. В. (Москва), Щербина В. Г. (Краснодар).

Второй день конференции включал в себя четыре секционных заседания:

- «Лучевая диагностика в онкологии»;
- «Актуальные вопросы рентгенэндоваскулярных методов диагностики и лечения»;

- «Секция маммографии»;
- «Актуальные вопросы лучевой диагностики в педиатрии».

Доклады на заседаниях представили доктор медицинских наук, профессор Степанова Ю. А. (Москва), доктор медицинских наук, профессор Громов А. И. (Москва), доктор медицинских наук, профессор Дергилев А. П. (Новосибирск), доктор медицинских наук, профессор Погребняков В. Ю. (Санкт-Петербург), доктор медицинских наук, профессор Шолохова Н. А. (Москва), доктор медицинских наук, доцент Левшакова А. В. (Москва), доктор медицинских наук Мищенко А. В. (Москва), доктор медицинских наук Павлова Т. В. (Москва), кандидат медицинских наук, доцент Сударкина А. В. (Новосибирск), кандидат медицинских наук Балахнин П. В. (Санкт-Петербург), кандидат медицинских наук Мануйлова О. О. (Москва), Мункуев А. В. (Иркутск), Демичев Э. Д. (Иркутск), Андриянов А. П. (Иркутск), Кошкина Т. С. (Иркутск), Шатханова Н. А. (Иркутск), Быргазов А. А. (Иркутск).

Конференция завершилась определением перспектив развития дальнейшего сотрудничества в области научной и образовательной деятельности, а также планированием X Межрегиональной научной конференции «Байкальские встречи» 2027.



Отчет о проведении научно-практической конференции «Актуальные вопросы лучевой диагностики: Крымская рапсодия-2.0»

Report on the Scientific and Practical Conference «Topical Issues of Radiology: Crimean Rhapsody-2.0»



В период с 24 по 25 сентября в г. Ялта (Республика Крым) состоялась научно-практическая конференция «Актуальные вопросы лучевой диагностики: Крымская рапсодия-2.0» в рамках X юбилейной международной медицинской выставки «Здравоохранение. Крым 2025».

Организаторами конференции выступили Министерство здравоохранения Республики Крым, Фонд развития лучевой диагностики, Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики.

Спонсорами конференции выступили компании НПАО «АМИКО», АО



«МТЛ», «ПМК». Информационная поддержка осуществлялась научно-практическим журналом «Радиология — практика» и интернет-порталом www.unionrad.ru

К участию были приглашены руководители медицинских, научных и образовательных учреждений, врачи-рентгенологи и врачи-ультразвуковой диагностики. Конференция проходила в течение двух дней и состояла из двух подсекций: «Ультразвуковая диагностика» (24 сентября) «Рентгенология» (25 сентября). За два дня в конференции приняли участие более 200 специалистов. География участников была представлена несколькими регионами Российской Федерации: г. Москва, г. Тула, г. Нижний Новгород, г. Челябинск, г. Донецк, г. Севастополь, г. Симферополь и другие города Республики Крым.

Первое заседание подсекции «Ультразвуковая диагностика» открыл доклад главного внештатного специалиста Министерства здравоохранения Республики Крым по лучевой диагностике и рентгенологии, заслуженного врача Республики Крым, врача-рентгенолога, врача ультразвуковой диагностики ГБУЗ РК «РКБ им. Н. А. Семашко» Филиппова Алексея Владимировича (г. Симферополь). Аудитории была представлена информация о состоянии

ультразвуковой диагностики в Республике Крым. Особый интерес вызвали сообщения и мастер-класс, посвященные ультразвуковому исследованию при повреждениях сухожильного аппарата плечевого сустава и хрящевой губы лопатки, а также УЗД нервов вокруг плечевого сустава, плечевому сплетению, проксимальным отделам нервов верхних конечностей, кандидата медицинских наук врача ультразвуковой диагностики, врача-рентгенолога Кинзерского Сергея Александровича (г. Челябинск).

Особенности ультразвуковой визуализации разных типов кальцификатов щитовидной железы и их сопряженность с онкологическим риском были продемонстрированы доктором медицинских наук, профессором, профессором кафедры внутренних болезней № 2 ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет им. М. Горького» Минздрава России, заведующим хирургическим отделением ГБУ ДНР «РКБ им. М. И. Калинина» Зубовым Александром Демьяновичем (ДНР, г. Донецк).

Демонстрация возможностей современных ультразвуковых систем — опций и технологий, — представленная Оськиным Антоном Владимировичем («Медицинские системы» АО «Р-Фарм»), заинтересовала слушателей.

Современное состояние эхокардиографической диагностики легочной гипертензии, критерии степени тяжести данного заболевания обсуждались в докладе доктора медицинских наук, доцента, профессора кафедры ультразвуковой диагностики ФДПО ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский университет» Минздрава России Петровой Екатерины Борисовны (г. Нижний Новгород).

Заседание завершилось сообщением доктоа медицинских наук, доцента, профессора кафедры лучевой диагностики Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА России (г. Москва), руководителя научно-методического отдела компании НПАО «АМИКО» Капустина Владимира Викторовича о современном состоянии вопроса биопсии простаты под ультразвуковым контролем.

Второе заседание началось торжественным открытием конференции «Крымская рапсодия-2.0». Приветственное слово участникам конференции произнес 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» Минздрава России Васильев Александр Юрьевич (г. Москва), а также сопредседатели секции кандидат медицинских наук, доцент Постнова Надежда Анатольевна и Филиппов Алексей Владимирович.

Заседание продолжилось докладом «Ультразвуковые технологии в исследовании опухолей легких, средостения, плевры», который представил Кабин Юрий Вячеславович, кандидат медицинских наук, врач ультразвуковой диагностики ГБУ «Городская онкологическая больница № 62 ДЗ г. Москвы». Его второе сообщение «Трансабдоминаль-

ное ультразвуковое исследование при опухолях желудка и кишечника» вызвало дискуссию у аудитории.

Заслуженный врач РФ, кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики МБУИиНО ГНЦ РФ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна, врач ОУЗД ФКУЗ «ГКГ МВД Российской Федерации» Постнова Надежда Анатольевна (г. Москва) выступила в двух лекциях: «Ультразвуковое исследование вен нижних конечностей: потребности флебологов и возможности диагностов» и «Эластография в клинической практике — сегодня и завтра». По итогам выступления аудиторией было задано много вопросов.

Обсуждение вопросов алгоритма ультразвукового исследования при поступлении пациента с гематурией и ультразвуковая диагностика ургентной патологии почек и верхних мочевых путей провела кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики с/ф НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, врач ультразвуковой диагностики ММНКЦ им. С. П. Боткина Васильева Мария Александровна (г. Москва). Выступление завершилось дискуссией со стороны слушателей.

О современном состоянии телемедицинских технологий в РФ с демонстрацией наиболее актуальных случаев рассказала научный сотрудник ООО «Центральный научно-исследовательский институт лучевой диагностики», врач УЗД Юрченко Оксана Валерьевна (г. Москва).

Финалом первого дня конференции стала викторина для всех участников с розыгрышем медицинской литературы по ультразвуковой диагностике.

Второй день конференции был посвящен вопросам рентгенологии. Председателями были доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заведующий кафедрой лучевой

диагностики с/ф НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Лежнев Дмитрий Анатольевич (г. Москва) и главный внештатный специалист Министерства здравоохранения Республики Крым по лучевой диагностике и рентгенологии Филиппов Алексей Владимирович (г. Симферополь).

Первый доклад Филиппова Алексея Владимировича был посвящен состоянию рентгенологии, технического оснащения аппаратурой и кадрового состава в Республике Крым.

Организационные и методические аспекты искусственного интеллекта в лучевой диагностике представил 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 докладе было отмечено, что искусственный интеллект становится неотъемлемой частью лучевой диагностики, но его успешное внедрение требует совместных усилий ученых, врачей и разработчиков технологий.

Актуальная информация для рентгенологов была представлена в лекции «Компьютерная томография в оценке вариативной анатомии и диагностике патологии околоносовых пазух и полости носа» доктора медицинских наук, профессора Лежнева Дмитрия Анатольевича (г. Москва).

Инновации, технологии и перспективы российской цифровой рентгенологии были продемонстрированы в докладе заместителя генерального директора АО «Медицинские технологии Лтд» (АО «МТЛ») Шокиной Светланы Юрьевны (г. Москва).

О современном рентгенодиагностическом оборудовании и новинках груп-

пы компаний АМИКО рассказал доктор медицинских наук, доцент, профессор Капустин Владимир Викторович (г. Москва). Его лекция «Мультимодальная визуализация рака предстательной железы» во второй части заседания вызвала интерес у аудитории.

Дальнейшую программу продолжили доклады «Современные принципы лучевой диагностики опухолей орофарингеальной зоны» кандидата медицинских наук, заместителя главного врача по медицинской части клиники имени проф. Ю. Н. Касаткина ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, доцента кафедры радиологии, радиотерапии, радиационной гигиены и радиационной безопасности имени академиков А. С. Павлова и Ф. Г. Кроткова ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России Перфильевой Оксаны Михайловны (г. Москва) и «МР-семиотика гонартроза» доктора медицинских наук, профессора кафедры лучевой диагностики с/ф НОИ стоматологии им. А. И. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России Егоровой Елены Алексеевны (г. Москва).

Вопросы КТ в диагностике осложнений после операций на легких у онкологических пациентов обсудил кандидат медицинских наук, заведующий центром комплексной диагностики ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С. С. Юдина ДЗМ» Нечаев Валентин Александрович (г. Москва). Важные аспекты компьютерной томографии в оценке местной распространенности рака поджелудочной железы были представлены им во втором докладе.

Доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «Донецкий государственный медицинский университет имени М. Горького» Минздрава России Первак Марина Борисовна (г. Донецк) с доктором медицинских наук, профессором Момот Н. В. и Атамановой Л. В. (г. Донецк) отразили

в своем докладе наиболее острую тему: «Лучевая диагностика торакальной патологии в условиях многолетнего военного конфликта на Донбассе».

Об особенностях проведения, интерпретации и современных технологиях денситометрии рассказала врач-рентгенолог, эксперт отделения лучевой диагностики № 2 дистанционного консультативного центра лучевой диагностики ГБУЗ «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ» (г. Москва) Подливаева Алина Андреевна в соавторстве с доктором медицинских наук, доцентом Петрайкиным Алексеем Владимировичем (г. Москва).

Врач-рентгенолог рентгеновского отделения ГБУЗС «Городская больница № 1 им. Н. И. Пирогова» Клокотина Ксения Александровна совместно с Виноградским Ю. Л. (г. Севастополь) представили вниманию участников доклад «Профессиональный путеводитель по маммографии».

Заключительным выступлением второго дня конференции был доклад «Пути повышения качества маммографического обследования в современных реалиях» Митрохиной Ольги Андреевны, заведующей лечебно-диагностическим отделением ГБУЗ РК «Симферопольская клиническая больница», врача-рентгенолога, врача ультразвуковой диагностики, преподавателя кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ОТКЗ «Медицинский институт им. С. И. Георгиевского» (г. Симферополь).

Финалом второго дня конференции стала викторина для всех участников с розыгрышем ценных призов и медицинской литературы по рентгенологии и вручением благодарностей организаторам конференции.

Двухдневная конференция закончилась обсуждением услышанных докладов, обменом опытом и общением коллег.



Отчет о проведении IX научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Лучевая диагностика-2025. Конкурс молодых ученых»

Report on the IX Scientific and Practical Online Conference with International Participation «Radiology-2025. Competition of Young Scientists»

Проблемная научно-исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» (г. Смоленск) совместно с кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Смоленск), кафедрой лучевой диагностики с/н НОИ стоматологии им. А. Е. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России (г. Москва) и кафедрой лучевой диагностики УО «Гомельский государственный медицинский университет» (г. Гомель, Республика Беларусь) провели 19 сентября 2025 года IX научно-практическую онлайн-конференцию с международным участием «Лучевая диагностика-2025. Конкурс молодых ученых».

Информационная и техническая поддержка осуществлялась Санкт-Петербургским радиологическим обществом (СПРО), журналом «Радиология — практика» и Фондом развития лучевой диагностики. Конференция транслировалась из личных кабинетов СПРО и ВК-канала, что позволило всем желающим следить за выступлениями докладчиков.

В работе конференции приняли участие молодые ученые, аспиранты, ординаторы и студенты из Москвы, Санкт-Петербурга, Смоленска, Ново-

сибирска, Саратова, Ташкента (Узбекистан), Минска (Республика Беларусь), Гомеля (Республика Беларусь), Нью-Дели (Индия). За время работы конференции к прямой трансляции подключилось более 600 участников.

На открытии конференции с приветственным словом выступил доктор медицинских наук, профессор, директор проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России Борсуков Алексей Васильевич.

В состав жюри входили:

- председатель: **Васильев Александр Юрьевич**, член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики с/н НОИ стоматологии им. А. Е. Евдокимова ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России, директор Центрального научно-исследовательского института лучевой диагностики (г. Москва);
- **Железняк Игорь Сергеевич**, доктор медицинских наук, профессор, начальник кафедры рентгенологии и радиологии с курсом ультразвуковой диагностики ФГБОУ ВО «Военно-медицинская акаде-

мия им. С. М. Кирова» Минобороны России, президент РОО СПРО (г. Санкт-Петербург);

- **Лежнев Дмитрий Анатольевич**, профессор, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой лучевой диагностики с/н НОИ стоматологии им. А. Е. Евдокимова» ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Минздрава России (г. Москва);
- **Дорошенко Дмитрий Александрович**, доктор медицинских наук, заведующий отделением лучевых и функциональных исследований ГКБ № 15 им. О. М. Филатова, директор Университетской клиники ультразвуковой диагностики «РНМУ им. Н. И. Пирогова» (г. Москва);
- **Мамошин Андриан Валерьевич**, профессор, доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отделения абдоминальной хирургии ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А. В. Вишневского» (г. Москва).

Программа научно-практической конференции была посвящена актуальным направлениям в лучевой диагностике:

- изучению роли маммографического скрининга в повышении ранней диагностики рака молочной железы у женщин Гомельского региона

(Демко А. В., кафедра медико-диагностического факультета УО «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь);

- мультипараметрической ультразвуковой диагностике в предоперационной оценке регионарных лимфатических узлов у больных меланомой кожи группы высокого риска (Тихонова Е. В., отделение ультразвуковой диагностики НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина, г. Москва, Россия);
- эпидемиологии, значению ранней диагностики и стратегии профилактики узловых образований щитовидной железы по результатам профилактического УЗИ (Сапарбаева Ж. С., Сапарбаева К. Х., Ташкентский государственный медицинский университет, г. Ташкент, Узбекистан).

Актуальную тему затронул доклад «Возможности МРТ в диагностике пиелонефрита у беременных» (Алисова В. А., ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Новосибирск, Россия).

Креативным подходом к построению научной мысли отличался доклад «The Influence of the Quality of Ultrasound Images on the Accuracy of Detecting Steatotic Liver Disease: a Study Based on the Results of Surveys of Specialists» («Влияние качества



Участники конференции из Москвы, Ташкента (Узбекистан), Новосибирска, Смоленска

ультразвуковых изображений на точность выявления стеатоза печени: исследование по результатам опроса специалистов») студента 5-го курса факультета иностранных студентов Завери Саурбаха Сандатйкумара (Zaveri Saurabh Sanjaykumar) и Дарьи Шестаковой (кафедра факультетской терапии, проблемная научно-исследовательская лаборатория «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии»). Соавторы сообщения представляли ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России (г. Смоленск).

Важным сообщением для практической деятельности являлся доклад, посвященный особенностям работы с переносными УЗ-сканерами при постановке заключения в приемном отделении в соответствии с протоколом Imaging 2.0 (Журавлев Е. Р., Шестакова Д. Ю., ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» МЗ РФ, г. Смоленск, Россия).

В рамках программы IX научно-практической онлайн-конференции с международным участием «Лучевая диагностика-2025» состоялся «Конкурс молодых ученых», который был разделен на два модуля: конкурс устных докладов и конкурс постерных докладов. Общее количество участников составило 37 человек (30 научных работ). В устной сессии было представлено 12 докладов, в постерной — 18 (научно-исследовательские работы — 16; клинические случаи — 2).

Освещался широкий спектр инструментальных методов исследования: классическая рентгенография, компьютерная томография и магнитно-резонансная томография, ангиография, ультразвуковая диагностика (в том числе количественная стеатометрия, эластография и контраст-усиленное ультразвуковое исследование), двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия.

Подведение итогов конференции было сделано членом жюри доктором медицинских наук Дмитрием Александровичем Дорошенко. В своем выступлении он отметил высокий уровень организации научно-практической конференции, актуальность представленных докладов, активность работы молодых ученых в области лучевой диагностики, высказал предложение о дальнейшей оптимизации и совершенствовании технической стороны проекта для возможности реализации подобных мероприятий в режиме онлайн.

С записью трансляции можно ознакомиться [по ссылке](#).

Все участники конференции получили сертификаты, победителям конкурса за лучшие научные работы в области лучевой диагностики были вручены дипломы.

Благодарим всех участников конференции! Все материалы (сборник тезисов, постерные доклады) расположены [по ссылке](#).

Некролог в память о Юрии Ивановиче Воробьеве

Obituary in Memory of Yury I. Vorob'ev



С глубоким прискорбием сообщаем, что 1 октября 2025 года на 95-м году жизни скончался заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор Юрий Иванович Воробьев.

Ушел из жизни лучевой терапевт, специалист в области лучевой диагностики, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, ученик академика РАН СССР А. С. Павлова и профессора И. А. Шехтера, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ММСИ имени Н. А. Семашко (в дальнейшем МГМСУ) с 1975 по 2003 г.

Юрий Иванович в 1954 г. с отличием окончил Московский медицинский стоматологический институт

(ММСИ) и поступил в клиническую ординатуру на кафедру рентгенологии и радиологии, а в 1955 г. стал первым ее аспирантом. В 1958 г. с успехом защитил кандидатскую диссертацию и до 1967 г. был ассистентом кафедры. В 1967–1971 гг. являлся экспертом ВОЗ (полевой проект «Судан»), после чего вернулся на кафедру в должности доцента. В 1972 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Мегавольтная лучевая терапия злокачественных опухолей верхней челюсти» и стал профессором кафедры. В 1975 г. после смерти своего учителя И. А. Шехтера был назначен заведующим кафедрой рентгенологии и радиологии ММСИ, которой и руководил до 2003 г.

С 1976 по 1985 г. являлся деканом стоматологического факультета ММСИ имени Н. А. Семашко и экспертом ВАК СССР. В течение 8 лет был членом редколлегии журнала «Медицинская радиология». Им опубликовано 312 научных работ, из них 5 монографий, 2 учебника, 3 атласа, 1 патент на изобретение.

Под руководством Ю. И. Воробьева защищены 42 кандидатские и 4 докторские диссертации.

Юрий Иванович награжден серебряной и двумя бронзовыми медалями ВДНХ СССР, премией Минздрава СССР, медалью «Ветеран труда» (1997). Он отличник здравоохранения, заслуженный деятель науки Российской Федерации (1992), врач высшей категории.

С 1976 по 2010 г. — член ученых советов по защите кандидатских и докторских диссертаций (МГМСУ и Научно-исследовательский центр рентгенологии и радиологии).

Юрий Иванович Воробьев, проявив талант руководителя, сумел удержать педагогический коллектив в трудные 1990-е гг. Наряду с педагогической и лечебной на кафедре проводилась научная работа, а студенческий научный кружок пополнял в дальнейшем состав ординаторов и аспирантов кафедры.

Юрий Иванович много сил вложил в сохранение традиций и развитие кафедры: подбор кадров, обеспечение учебного процесса на додипломном и последипломном этапах учебно-методическими пособиями и рентгенодиагностической и радиологической аппаратурой, организация научно-исследовательской деятельности по проблемам лучевой диагностики и лучевой терапии.

Юрий Иванович уважительно относился к памяти своих учителей, любил учеников и был проводником знаний и традиций для коллег и студентов. Он навсегда останется в памяти коллег и учеников как мудрый, светлый и отзывчивый человек и наставник.

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

Светлая память!

Некролог в память о Галине Авраамовне Литваковской

Obituary in Memory of Galina A. Litvakovskaya



С глубоким прискорбием сообщаем, что 15 октября 2025 года на 96-м году жизни скончалась кандидат медицинских наук ассистент кафедры лучевой диагностики Российского университета медицины с 1967 по 2015 год Галина Авраамовна Литваковская.

Галина Авраамовна в 1954 году окончила 1-й ММИ, с 1954 по 1957 г. обучалась в клинической ординатуре этого института по специальности «рентгенология». В период 1957–1963 гг. — врач-рентгенолог ГКБ № 50.

В 1963 г. Г. А. Литваковская зачислена на должность старшего лаборанта кафедры рентгенологии и радиологии ММСИ.

В 1967 г. Г. А. Литваковская успешно защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по теме «Рентгенодиагностика юношеской ангиофибромы основания черепа» и в этом же году избрана на должность ассистента кафедры. Представленная на выставке достижений в медицине работа по методике рентгено-

логического исследования в диагностике опухолей основания черепа была удостоена медали ВДНХ за 1968 г.

Г. А. Литваковскую знают специалисты по лучевой диагностике как в Москве и Московской области, так и во всей стране и за ее пределами, поскольку в течение многих лет с высоким профессионализмом и любовью она успешно читала лекции, проводила семинары и практические занятия с клиническими ординаторами, врачами-интернами и на цикле профессиональной переподготовки врачей по специальности «рентгенология», сертификационных и тематических циклах повышения квалификации врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов. Все эти годы она с большим успехом проводила занятия и со студентами лечебного и стоматологического факультетов.

Большое внимание Г. А. Литваковская уделяла разработке методик рентгенографии заболеваний ЛОР-органов,

сердца и крупных сосудов. Семинары и практические занятия со студентами лечебного и стоматологического факультетов, а также на циклах последипломного образования, которые проводила Г. А. Литваковская, пользовались неизменной популярностью.

Г. А. Литваковская — автор 79 научных работ по различным вопросам рентгенодиагностики, опубликованных в ведущих журналах России и за рубежом (2 работы). В 2004 и 2005 гг. она награждена почетными грамотами Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации «За многолетний добросовестный труд».

Галину Авраамовну отличали человеколюбие и доброжелательность, неизменная готовность помочь в профессиональных и житейских ситуациях, жизнелюбие, оптимизм и чувство юмора. Такой она останется в памяти учеников и коллег.

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

Светлая память!

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

²Federal 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:

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

²электронная 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 подписной подписи (см. рис. 1).

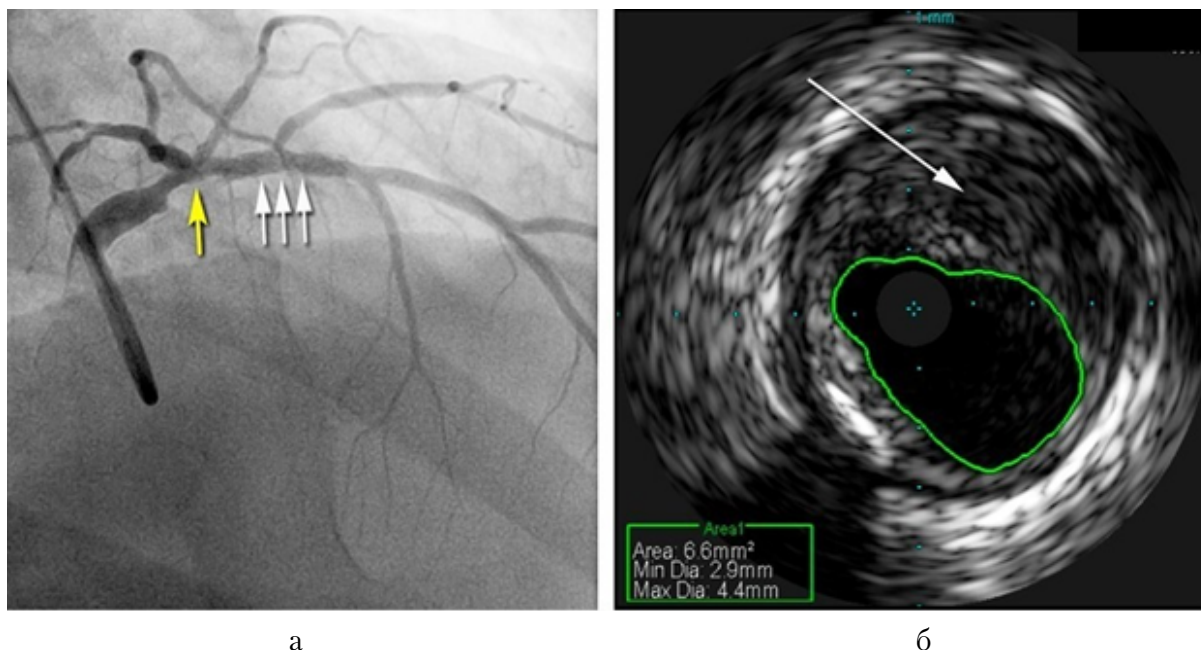


Рис. 1. Внутрисосудистое ультразвуковое исследование ствола левой коронарной артерии выше зоны бифуркации: *а* — массивная атеросклеротическая бляшка в просвете ствола левой коронарной артерии (*стрелка*); *б* — «виртуальная гистология бляшки», на которой при компьютерном анализе визуализируется липидный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

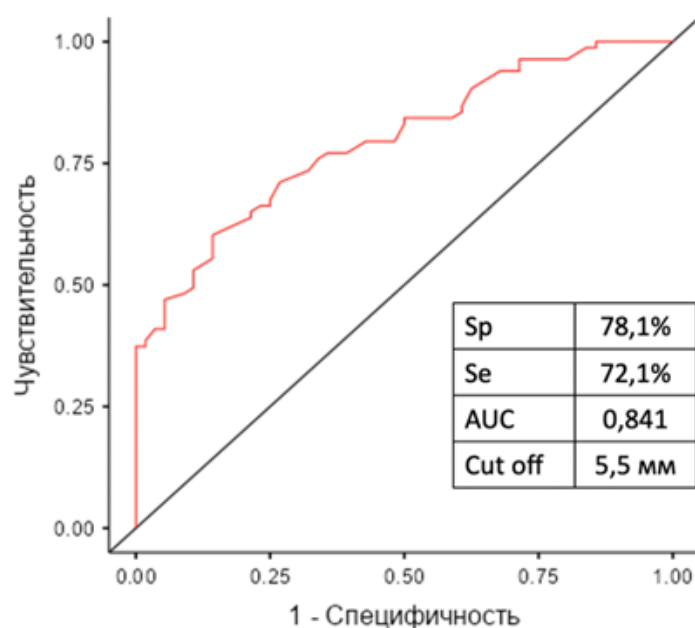


Рис. 2. ROC-анализ: сравнение размера мешотчатых аневризм и патологического контрастирования стенки аневризмы. Sp — специфичность, Se — чувствительность, AUC — площадь под кривой, Cut off — пороговое значение

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 (*а, 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