

2026 • Том 9 • № 2
2026 • Vol. 9 • № 2

ISSN 2587-7593 (Print)
ISSN 2713-167X (Online)



ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ:
лучевая диагностика
лучевая терапия

JOURNAL OF ONCOLOGY:
Diagnostic Radiology
and Radiotherapy



НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ
РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



С 2019 г. «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия» включен в научную электронную библиотеку и Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
С 2019 г. журнал включен в CrossRef, все статьи индексируются с помощью цифрового идентификатора DOI.
С 2020 г. журнал включен в перечень ВАК Минобрнауки РФ ведущих рецензируемых научных журналов, рекомендованных для опубликования результатов диссертационных исследований.
С 2023 г. журнал получил итоговую категорию К2 по результатам итогового распределения журналов перечня ВАК.
С 2025 г. журнал включен в «Белый список».
Официальный основной журнал Межрегиональной общественной организации содействия развитию ядерной медицины «Общество ядерной медицины» и «Общества интервенционных онкорадиологов».

ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

лучевая диагностика, лучевая терапия

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ



- Лучевая терапия
- Ядерная медицина
- Лучевая диагностика
- Интервенционная радиология
- Комбинированные методы диагностики и лечения
- Медицинская физика
- Экспериментальная радиология
- Радиационная безопасность
- Профессиональное образование
- Клинические случаи

Цель издания — ознакомление широкой медицинской аудитории с новейшими достижениями в лучевой диагностике и радиационной терапии в онкологии для последующего внедрения в широкую клиническую практику.

Наименование отраслей науки по профилю журнала в соответствии с Номенклатурой специальностей:

- 3.1.6. Онкология, лучевая терапия (медицинские и биологические науки)
- 3.1.25. Лучевая диагностика (медицинские науки)
- 3.1.1. Рентгенэндоваскулярная хирургия (медицинские науки)
- 1.3.21. Медицинская физика (физико-математические и технические науки)

2026

Том 9

№ 2

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 2018 г.

Onkologicheskii zhurnal: lucheavaya diagnostika, lucheavaya terapiya

Учредитель и издатель: НП «Общество интервенционных онкорадиологов», 115583, Москва, ул. Елецкая, 15.

Адрес редакции: 115478, Москва, Каширское ш., 23, корп. А, 7 эт., оф. 758.
Тел.: +7 (903)1990722. E-mail: oncolog.zhurnal@mail.ru
Сайт журнала: <http://www.oncoradjournal.ru>

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № ФС77-72406 от 28.02.2018

Владелец права на оригинал-макет и оформление материалов издания — журнал «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия». Авторское право на статьи журнала принадлежит авторам статей.

Материалы этого издания не могут воспроизводиться ни в какой форме без письменного разрешения.

Свободная цена.

ISSN: 2587-7593 (Print) ISSN: 2713-167X (Online)

Ответственный секретарь М.Г. Лаптева
Компьютерная верстка В.В. Колесниченко

Подписано в печать 10.06.2026. Формат 60×88/8.

Печать офсетная. 13,0 усл. печ. л. Тираж 300 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии ООО «Поли Принт Сервис». 127015, Москва, ул. Бутырская, 86. Тел.: +7(495)797-3559.

Москва

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Долгушин Борис Иванович — д.м.н., профессор, академик РАН, директор НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Наркевич Борис Ярославович — д.т.н., профессор, научный консультант лаборатории радиоизотопной диагностики НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Тюрин Игорь Евгеньевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, заместитель директора НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Лаптева Мария Георгиевна — к.м.н., врач-рентгенолог рентгенодиагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕДАКТОР

Финогенова Юлия Андреевна — научный сотрудник лаборатории радионуклидных и лучевых технологий в экспериментальной онкологии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ

Акинфеев Владимир Владимирович — к.м.н., заведующий отделением ангиографии ГУ Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова (Минский район, Беларусь).

Араблинский Андрей Владимирович — д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И. М. Сеченова Минздрава России (Москва, Россия).

Балахнин Павел Васильевич — к.м.н., заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГБУЗ «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)» (Санкт-Петербург, Россия).

Борсуков Алексей Васильевич — д.м.н., профессор, директор проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России; заведующий городским отделением диагностических и малоинвазивных технологий в ОГБУЗ «Клинической больницы №1» (Смоленск, Россия).

Бредер Валерий Владимирович — д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения клинических биотехнологий НИИ клинической онкологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Буйденко Юрий Владимирович — д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории интервенционной радиологии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Вайнсон Адольф Адольфович — д.б.н., профессор, главный научный консультант лаборатории радионуклидных и лучевых технологий в экспериментальной онкологии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Гаирола Муниш — директор отделения радиологии в онкологии Онкологического института и исследовательского центра имени Ра-джива Ганди (Нью-Дели, Индия).

Данзанова Татьяна Юрьевна — д.м.н., врач отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, профессор кафедры ультразвуковой диагностики ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова» Минздрава России (Москва, Россия).

Долгушин Михаил Борисович — д.м.н., профессор, руководитель отдела, заведующий отделением рентгенологических и радионуклидных методов диагностики ФГБУ Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Москва, Россия).

Кайремо Калеви — профессор отдела ядерной медицины Онкологического центра им. И.Д. Андерсона (Хьюстон, США), врач онкологической клиники Дократес (Хельсинки, Финляндия).

Кочергина Наталия Васильевна — д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник рентгенодиагностического отделения ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (Москва, Россия).

Крылов Валерий Васильевич — д.м.н., директор Института ядерной медицины МРНЦ им. А.Ф.Цыба филиала ФГБУ НМИЦ радиологии Минздрава России, заведующий отделением радионуклидной терапии, врач-радиолог, вице-президент МОО «Общество ядерной медицины» (Обнинск, Россия).

Куцук Надир — магистр наук, главный медицинский физик, Медицинский центр Анадолу (Гебзе, Турция).

Лимурис Георгиос — д.м.н., профессор, врач-радиолог, научный консультант Афинского национального университета им. Каподистрии, госпиталь армейского паевого фонда (Афины, Греция).

Липенгольд Алексей Андреевич — к.ф.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории радионуклидных и лучевых технологий в экспериментальной онкологии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Мищенко Андрей Владимирович — д.м.н., профессор, главный врач Института ядерной медицины АО «Медицина» (Москва, Россия).

Назаренко Алексей Витальевич — к.м.н., заведующий радиотерапевтическим отделением ГБУЗ «МКНЦ им. А.С. Логинова» ДЗМ (Москва, Россия).

Охотников Олег Иванович — д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и терапии ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России (Курск, Россия).

Станжевский Андрей Алексеевич — д.м.н., заместитель директора по научной работе ФГБУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. акад. А.М. Гранова» Минздрава России (Санкт-Петербург, Россия).

Трофимова Оксана Петровна — д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения радиотерапии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Бейер Томас — профессор физики визуализации в медицине, заместитель заведующего кафедрой медицинской физики и биомедицинской инженерии Медицинского университета (Вена, Австрия).

Виноградова Юлия Николаевна — д.м.н., главный научный сотрудник, руководитель отдела лучевых и комбинированных методов лечения, профессор кафедры радиологии, хирургии и онкологии ФГБУ «РНЦРХТ им. акад. А.М. Гранова» Минздрава России (Санкт-Петербург, Россия).

Вишнякова Мария Валентиновна — д.м.н., профессор, руководитель рентгенологического отдела, заведующая кафедрой лучевой диагностики ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, главный специалист по лучевой диагностике МЗ Московской области (Москва, Россия).

Григорьева Елена Юрьевна — д.б.н., заведующая лабораторией радионуклидных и лучевых технологий в экспериментальной онкологии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Каприн Андрей Дмитриевич — д.м.н., профессор, академик РАН, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (Москва, Россия).

Карман Андрей Вениаминович — к.м.н., руководитель группы лучевой диагностики диагностической лаборатории РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова (Минск, Беларусь).

Минайло Ирина Ивановна — к.м.н., доцент, заведующая лабораторией лучевой терапии РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова (Минск, Беларусь).

Нуднов Николай Васильевич — д.м.н., профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России; профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России; профессор кафедры онкологии и рентгенорадиологии ФГАОУ ВО РУДН (Москва, Россия).

Погребняков Владимир Юрьевич — д.м.н., профессор, заведующий кабинетом рентгенохирургических методов диагностики и лечения СПб ГБУЗ «ГКОД» (Санкт-Петербург, Россия).

Риенмюллер Райнер — д.м.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой общей медицинской радиологии Медицинский Университет (Грац, Австрия).

Синайко Валерий Васильевич — д.м.н., заведующий отделением ПЭТ РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова (Минск, Беларусь).

Синюкова Галина Тимофеевна — д.м.н., профессор, ведущий научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва, Россия).

Скуридин Виктор Сергеевич — д.т.н., профессор, заведующий лабораторией №31 ядерного реактора УНЦИАР НЯТШ, начальник производственного отдела радиофармпрепаратов ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия).

Таскаев Сергей Юрьевич — д.ф.-м.н., главный научный сотрудник института ядерной физики им. Г. И. Будкера СО РАН (Новосибирск, Россия).

Троян Владимир Николаевич — д.м.н., профессор, начальник центра лучевой диагностики, главный рентгенолог ФГБУ «Главный военный клинический госпиталь имени академика Н. Н. Бурденко» МО РФ (Москва, Россия).

Чернов Владимир Иванович — д.м.н., профессор, заведующий отделением радионуклидной диагностики, зам. директора по научной работе и инновационной деятельности НИИ онкологии Томского НИМЦ РАН (Томск, Россия).

Черноглаз Павел Феликсович — заведующий рентгеноперационным отделением РНПЦ детской хирургии (Минск, Беларусь).

Чойнзонов Евгений Лхаматренович — д.м.н., профессор, академик РАН, директор НИИ онкологии Томского НИМЦ РАН, заведующий кафедрой онкологии ФГБОУ ВО СибГМУ Минздрава России (Томск, Россия).

СОДЕРЖАНИЕ

ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

- Черных М.В., Миронова О.А., Иванов В.А., Уваров А.С., Черных В.Д., Стилиди И.С.
**Реализация протоколов гарантии качества
 в отделении радиотерапии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина** 9

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

- Аладин А.С., Нуднов Н.В., Аладин П.А.
Оценка ПЭТ/КТ в России на основе данных сети «ПЭТ-Технолоджи» (2021–2024 гг.) 15
- Розенгауз Е.В., Долбов А.Л., Ильин Н.В., Головцова М.Ю., Шелкоплас Э.Н., Хоменко А.А.
**Псевдообразования печени по данным ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и других методов визуализации
 при лимфоме Ходжкина. Обзор литературы и анализ собственных наблюдений** 28

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА

- Дробот Н.Ц.-Д., Романова К.А., Топалов Е.С., Бежанова С.Д., Климов А.В., Медведева Б.М., Лукьянченко А.Б.
Онкоцитомы почек — многоликие проявления 37
- Каушанская С.Ю., Удалов Ю.Д., Маткевич Е.И.
**Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний молочной железы.
 Критерии и неопределенности оценок. Литературный обзор** 45
- Тимофеева Л.А., Александров Ю.К., Алексеев С.С., Юманов А.О.
**Ультразвуковая диагностика в оценке стратификации риска узловых образований щитовидной железы
 по шкале McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS)** 52
- Тихонова Е.В., Сергеева А.М., Бердников С.Н.
**Прогностическая логистическая модель риска метастатического поражения регионарных
 лимфатических узлов у больных меланомой кожи** 59

ИНТЕРВЕНЦИОННАЯ РАДИОЛОГИЯ

- Комаров Д.О., Недро А.О.
**Двухлетний опыт применения внутриартериальной химиотерапии
 местнораспространенных опухолей головы и шеи в условиях областного онкодиспансера** 64
- Курносков И.А., Балахнин П.В., Гуляев Д.А., Ханевич М.Д., Субботина Д.Р., Малькевич В.И.,
 Шмелев А.С., Ромашкина Д.С., Осипова Н.В.
**Технологии плоскодетекторной компьютерной томографии в нейроонкологии:
 опыт НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова** 72

КОМБИНИРОВАННЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ

- Сотников В.М., Нуднов Н.В., Ананьина А.В.
**Результаты химиолучевой терапии нодальной фолликулярной лимфомы брюшной полости и таза.
 Сообщение I. Непосредственный эффект, выживаемость без локального прогрессирования
 и выживаемость без прогрессирования** 84

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

- Лукьянченко А.Б., Никулин М.П., Колобанова Е.С., Романова К.А., Кодзоева Э.Б.
К вопросу о госсипибомах: 3 клинических наблюдения 90
- Прохоров С.Н., Кочергина Н.В., Рыжков А.Д., Крылов А.С., Блудов А.Б., Николаева Е.А.
Синдром Ван Нека-Одельберга. Серия случаев из практики 98



Since 2019, «Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy» is included in the Scientific Electronic Library and the Russian Science Citation Index (RSCI).
Since 2019, the journal is included in CrossRef, all articles are indexed with the digital object identifier DOI.
Since 2020, the journal is included in the list of Higher Attestation Commission (HAC) of the leading peer-reviewed scientific journals recommended for publication of the results of thesis works.
Since 2023, according to the results of the final distribution of the journals of Higher Attestation Commission (HAC) list 2023, the journal is included in the final category K2.
Since 2025 the journal has been included in the White List.
The official main journal of the Association «National Center for Onco-radiological Competence» and the Interregional Public Organization for the Promotion of Nuclear Medicine «Society of Nuclear Medicine»

JOURNAL OF ONCOLOGY

Diagnostic Radiology and Radiotherapy

QUARTERLY SCIENTIFIC-AND-CLINICAL PEER-REVIEWED JOURNAL



- Radiotherapy
- Nuclear Medicine
- Diagnostic Radiology
- Interventional Radiology
- Combined Methods of Diagnostics and Treatment
- Medical Physics
- Experimental Radiology
- Radiation Safety
- Professional Education
- Clinical Cases

Objectives — introducing the latest achievements in diagnostic radiology and radiotherapy in oncology for subsequent implementation in wide clinical practice.

Names of branches of science according to the profile of the journal in accordance with the Nomenclature of specialties:

- 3.1.6. Oncology, radiotherapy (medical and biological sciences)
- 3.1.25. Diagnostic radiology (medical sciences)
- 3.1.1. Endovascular surgery (medical sciences)
- 1.3.21. Medical physics (physical-mathematical and technical sciences)

2026

Volume 9

No. 2

FOUNDED IN 2018

Onkologicheskii zhurnal: luchevaya diagnostika, luchevaya terapiya

Founder and Publisher: Non-Profit Partnership "Society of Interventional Onco-radiologists". 115583, Moscow, Eletskaia str., 15.
Address of Editorial Board: 115478, Moscow, Kashirskoye Shosse, 23, build A, 7th floor, office 758. Phone: +7 (903)1990722.
E-mail: oncolog.zhurnal@mail.ru. website: <http://www.oncoradjournal.ru>
The journal was registered at the Federal Service for Surveillance of Communications, Information Technologies and Mass Media.
Certificate ПИ № ФС77-72406 dated 28.02.2018
The owner of the rights to the original layout and design of the publication of the publication — the journal "Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy".

Copyright for journal articles belongs to the authors of the articles. No part of this copyrighted work may be reproduced, modified or distributed, without the prior written permission.
Free price.
ISSN: 2587-7593 (Print) ISSN: 2713-167X (Online)
Executive Secretary M.G. Lapteva
Computer design and make-up V.V. Kolesnichenko
Signed to the print 10.06.2026. Format 60x88/8.
Offset printing. 13.0 sh. Circulation of 300 copies Order #
Printed in the printing house POLY PRINT SERVICE.
127015, Moscow, Butyrskaya str., 86

Moscow

EDITOR-IN-CHIEF

Boris I. Dolgushin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Boris Ya. Narkevich — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Scientific Consultant of the Radionuclide Diagnostic Department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Igor E. Tyurin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the of the Radiology and Nuclear Medicine Department of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia; Deputy Director of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

THE EXECUTIVE SECRETARY

Maria G. Lapteva — Cand. Sci. (Med.), Radiologist of the Radiology Department of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

TECHNICAL EDITOR

Yulia A. Finogenova — Researcher of the Laboratory of Radionuclide and Radiology Methods at Experimental Oncology of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Vladimir V. Akinfeev — Cand. Sci. (Med.), Head of the Angiography Department of State Scientific and P N.N. Alexandrov ractical Center for Oncology and Medical Radiology (Minsk, Belarus).

Andrei V. Arablinskii — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University) (Moscow, Russia).

Pavel V. Balakhnin — Cand. Sci. (Med.), Head of the Interventional Radiology Department GBUZ St. Petersburg Clinical Scientific and Practical Center for Specialized Types of Medical Care (oncology-oriented) (St. Petersburg, Russia).

Alexei V. Borsukov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Director of the Basic Research Laboratory Diagnostic Research and Minimally Invasive Technologies of the Smolensk State Medical University of the Ministry of Health of Russia; Head of the City Department of Diagnostic and Minimally Invasive Technologies at Clinical Hospital No. 1 (Smolensk, Russia).

Valery V. Breder — Dr. Sci. (Med.), Lead Researcher of the Department of Clinical Biotechnology of the Institute of Clinical Oncology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Yurii V. Buidenok — Dr. Sci. (Med.), Professor, Lead Researcher of the Department of Interventional Radiology of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Adolf A. Vainson — Dr. Sci. (Biol.), Professor, Senior Scientific Consultant of the Laboratory of Radionuclide and Radiology Methods at Experimental Oncology of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Munish Gairola — Director, Radiation Oncology, Rajiv Gandhi Cancer Institute and Research Centre (New Delhi, India).

Tatiana Yu. Danzanova — Dr. Sci. (Med.), Doctor of the Diagnostic Ultrasound Department of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia; Professor of the Diagnostic Ultrasound Department of the Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Mikhail B. Dolgushin — Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of X-ray and Radionuclide Diagnostic Methods of Federal State Budgetary Institution Federal Center of Brain Research and Neurotechnologies of the Federal Medical Biological Agency, Professor of the Radiology and Nuclear Medicine Department of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Kalevi Kairemo — Professor Department of Nuclear Medicine, The University of Texas MD Anderson Cancer Center (Houston, USA), Medical Doctor Department of Theragnostics, Docrates Cancer Center (Helsinki, Finland).

Natalia V. Kochergina — Dr. Sci. (Med.), Professor, Lead Researcher of the Radiology Department of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia. Professor of the Radiology and Nuclear Medicine Department of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Valery V. Krylov — Dr. Sci. (Med.), Director of the Institute of Nuclear Medicine of the A.F. Tsyb Medical Research Center, a branch of the Federal State Budgetary Institution National Medical Research Center of Radiology of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of the Department of Radionuclide Therapy, Radiologist, Vice President of the International Public Organization “Society of Nuclear Medicine” (Obninsk, Russia).

Nadir Küçük — MSc, Chief Medical Physicist in Anadolu Medical Center (Gebze, Turkey).

Georgios S. Limouris — MD, PhD (habil.), Univ.-Prof., Dr. med., nuclear medicine, scientific advisor National National and Kapodistrian University of Athens, School of Medicine, Nuclear Medicine Department, Army Share Fund Hospital of Athens (Athens, Greece).

Alexey A. Lipengolts — Cand. Sci. (Phys.-Math.), Lead Researcher of the Laboratory of Radionuclide and Radiology Methods at Experimental Oncology of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Andrei V. Mishchenko — Dr. Sci. (Med.), Professor, Chief Physician of the Institute of Nuclear Medicine, JSC «Medicine» (Moscow, Russia).

Alexey V. Nazarenko — Cand. Sci. (Med.), Head of the Radiotherapy Department, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov (Moscow, Russia).

Oleg I. Okhotnikov — Dr. Sci. (Med.), Professor of the Diagnostic Radiology and Radiotherapy Department of the Kursk State Medical University of the Ministry of Health of Russia (Kursk, Russia).

Andrei A. Stanzhevsky — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director of FSBI A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg, Russia).

Oksana P. Trofimova — Dr. Sci. (Med.), Lead Researcher of the Radiotherapy Department of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

EDITORIAL COUNCIL

Thomas Beyer — PhD (Physics), MBA Center for Medical Physics and Biomedical Engineering Medical University of Vienna (Vienna, Austria).

Julia N. Vinogradova — Dr. Sci. (Med.), Lead Researcher, Head of the Department of Radiologic and Combined Methods of Treatment, FSBI A.M. Granov Russian Scientific Center of Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg, Russia).

Maria V. Vishnyakova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiological Department, Chief of the Radiology Department of M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical Research Institute, Chief Specialist in Diagnostic Radiology of the Ministry of Health of the Moscow Region (Moscow, Russia).

Elena Yu. Grigoryeva — Dr. Sci. (Biol.), Head of the Laboratory of Radionuclide and Radiation Technologies in Experimental Oncology of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Andrey D. Kaprin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation, General Director of the FSBI NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow, Russia).

Andrey V. Karman — Cand. Sci. (Med.), Head of the Radiation Diagnostics Group, Diagnostic Laboratory, N.N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus (Minsk, Belarus).

Irina I. Minaylo — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Head of the Radiation Therapy Laboratory, N.N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus (Minsk, Belarus).

Nikolay V. Nudnov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Scientific Work of the FSBI Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Health of Russia; Professor of the Radiology and Nuclear Medicine Department of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia; Professor of Oncology and Radiology Department of RUDN University (Moscow, Russia).

Vladimir Yu. Pogrebnyakov — Dr. Sci. (Med.), Professor, head of the office of the Interventional Radiology Department of the St. Petersburg State Budgetary Healthcare Institution GKOD (St. Petersburg, Russia).

Rienmüller Rainer — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of General Diagnostic Radiology of the Medical University Graz (Graz, Austria).

Valery V. Sinayko — Cand. Sci. (Med.), Head of the PET Department, N.N. Alexandrov National Cancer Center of Belarus (Minsk, Belarus).

Galina T. Sinyukova — Dr. Sci. (Med.), Professor, Lead Researcher of the Diagnostic Ultrasound Department of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Victor S. Skuridin — Dr. Sci. (Tech.), Professor, Head of Laboratory No.31 of the Nuclear Reactor of Tomsk Polytechnic University, Educational and Scientific Center Research Nuclear Reactor, Head of the Production Department of Radiopharmaceuticals National Research Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russia).

Sergey Yu. Taskaev — Dr. Sci. (Phys.-Math.), Lead Researcher of G. G. Budker Institute of Nuclear Physics of Siberian Branch Russian Academy of Sciences (Novosibirsk, Russia).

Vladimir N. Troyan — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Center for Radiological Diagnostics, Chief Radiologist of the N.N. Burdenko Main Military Clinical Hospital of the Ministry of Defense of the Russian Federation (Moscow, Russia).

Vladimir I. Chernov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for Science and Innovation, Head of Nuclear Medicine Department, Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences (Tomsk, Russia).

Pavel F. Chernoglaz — Head of the X-ray Surgery Department, RNPC of Pediatric Surgery (Minsk, Belarus).

Evgeny L. Choynzonov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of Cancer Research Institute of Tomsk National Research Medical Center, Head of the Department of Head and Neck Tumors of Cancer Research Institute, Head of Oncology Department of Siberian State Medical University (Tomsk, Russia).

CONTENTS

RADIOTHERAPY

- Marina V. Chernykh, Olesia A. Mironova, Valery A. Ivanov, Andrey S. Uvarov, Vasili D. Chernykh, Ivan S. Stilidi*
**Implementation Of Quality Assurance Protocols in the Radiotherapy Department
 of N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology**9

NUCLEAR MEDICINE

- Alexander S. Aladin, Nikolai V. Nudnov, Platon A. Aladin*
Assessment of PET/CT in Russia Based on Data from the «PET-Technology»¹ Network (2021–2024)15
- Evgeny V. Rozengauz, Artyom L. Dolbov, Nikolay V. Ilyin, Marianna Yu. Golovtsova, Elina N. Shelkopyas,
 Anton A. Khomenko*
**Pseudolesions of the Liver According to PET/CT with ¹⁸F-FDG and Other Imaging Techniques
 for Hodgkin’s Lymphoma. Literature Review and Analysis of Own Observations**28

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

- Natalia Ts.-D. Drobot, Ksenia A. Romanova, Evgeny S. Topalov, Svetlana D. Beghanova,
 Aleksey V. Klimov, Bela M. Medvedeva, Aleksandr B. Lukianchenko*
Renal Oncocytoma — Multifaces Appearances37
- Svetlana Y. Kaushanskaya, Dmitry Y. Udalov, Elena I. Matkevich*
**Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Breast Diseases.
 The Criteria of Assesments. Literature Review.**45
- Lyubov A. Timofeeva, Yuri K. Aleksandrov, Sergey S. Alekseev, Alexander O. Yumanov*
**Ultrasound Diagnosis in Assessing the Risk Stratification of Thyroid Nodules According
 to the McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS)**52
- Elena V. Tikhonova, Anna M. Sergeeva, Sergey N. Berdnikov*
Predictive Logistic Model of Regional Lymph Node Metastasis Risk in Patients with Cutaneous Melanoma.59

INTERVENTIONAL RADIOLOGY

- Daniil O. Komarov, Anton O. Needro*
**Two-Year Experience of Using Intra-Arterial Chemotherapy
 for Locally Advanced Head and Neck Tumors in a Regional Oncology Center.**64
- Ivan A. Kurnosov, Pavel V. Balakhnin, Dmitry A. Gulyaev,, Mikhail D. Khanevich, Darya R. Subbotina,
 Vasili I. Malkevich, Alexey S. Shmelev, Darya S. Romashkina, Nadezhda V. Osipova*
**Flat-Detector Computed Tomography Technologies in Neuro-Oncology:
 The Experience of the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology.**72

COMBINED METHODS OF DIAGNOSTICS

- Vladimir M. Sotnikov, Nikolay V. Nudnov, Alina V. Anan’ina*
**Results of Chemoradiotherapy for Nodal Follicular Lymphoma of the Abdominal Cavity and Pelvis.
 Report I. Immediate Effect, Local Progression-Free Survival and Progression-Free Survival**84

CLINICAL CASES

- Aleksander B. Lukianchenko, Maksim P. Nikulin, Evgenia S. Kolobanova, Ksenia A. Romanova, Elina B. Kodzoeva*
On the Topic of Gossypibomas: 3 Clinical Cases90
- Sergey N. Prokhorov, Nataliya V. Kochergina, Aleksey D. Ryzhkov,
 Aleksandr S. Krylov, Aleksandr B. Bludov, Ekaterina A. Nickolaeva*
Van Neck-Odelberg Syndrome. Case Series98

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОТОКОЛОВ ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА В ОТДЕЛЕНИИ РАДИОТЕРАПИИ НМИЦ ОНКОЛОГИИ ИМ. Н.Н. БЛОХИНА

Черных М.В.^{1,2}, Миронова О.А.¹✉, Иванов В.А.¹, Уваров А.С.¹, Черных В.Д.³, Стилиди И.С.¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

² Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России; Россия, 119048, Москва, ул. Трубецкая, 8, корп. 2

³ Российский университет медицины Минздрава России; Россия, 127006, Москва, ул. Долгоруковская, 4

✉ Миронова Олеся Анатольевна, oa.mironova@mail.ru, +7(925) 195-16-07

РЕФЕРАТ

Цель: Разработка и внедрение клинических протоколов лучевой терапии в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина для стандартизации всех этапов лечебного процесса и повышения качества радиотерапевтической помощи.

Материалы и методы: В рамках федеральной программы «Борьба с онкологическими заболеваниями» проведено масштабное обновление оборудования, что потребовало пересмотра подходов к планированию лечения и подготовки персонала. Разработанные протоколы охватывают весь цикл лучевой терапии — от КТ-топометрии до проведения облучения — и включают детализированные рекомендации по определению объемов облучения, органов риска, дозовых ограничений и критериев качества планов. На основании международных стандартов (IAEA, ICRU, RTOG, TG 263) обеспечена унификация номенклатуры структур, цветовой схемы и критериев оценки дозиметрических планов.

Результаты: Внедрение 157 клинических протоколов позволило ускорить процесс планирования, снизить вариабельность между специалистами и повысить воспроизводимость результатов лечения. Стандартизация рабочих процессов способствовала снижению вероятности ошибок, упрощению обучения новых сотрудников и созданию условий для автоматизации ряда процедур. Внедрение клинических протоколов в практику радиационной онкологии повысило качество и безопасность лучевой терапии, улучшив согласованность работы коллектива и клинические результаты лечения пациентов.

Ключевые слова: лучевая терапия, клинические протоколы, стандартизация, программа гарантии качества, органы риска, планирование облучения

Для цитирования: Черных М.В., Миронова О.А., Иванов В.А., Уваров А.С., Черных В.Д., Стилиди И.С. Реализация протоколов гарантии качества в отделении радиотерапии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):9-14.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-9-14>

IMPLEMENTATION OF QUALITY ASSURANCE PROTOCOLS IN THE RADIOTHERAPY DEPARTMENT OF N.N. BLOKHIN NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTER OF ONCOLOGY

Marina V. Chernykh^{1,2}, Olesia A. Mironova¹✉, Valery A. Ivanov¹, Andrey S. Uvarov¹,
Vasili D. Chernykh³, Ivan S. Stilidi¹

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University; 8 Trubetskaya str., Moscow, Russia 119048

³ Russian University of Medicine; 4 Dolgorukovskaya str., Moscow, Russia 127006,

✉ Olesya A. Mironova, oa.mironova@mail.ru, +7(925) 195-16-07

ABSTRACT

Purpose: To develop and implement clinical radiotherapy protocols aimed at standardizing all stages of the treatment process and improving the quality of radiotherapy care.

Materials and methods: As part of the federal program “Fight Against Oncological Diseases,” a large-scale equipment upgrade was carried out, requiring revision of treatment planning approaches and staff training. The developed protocols cover the entire radiotherapy workflow — from CT simulation to treatment delivery — and include detailed recommendations for target volume delineation, organs-at-risk definition, dose constraints, and treatment plan quality criteria. Based on international standards (IAEA, ICRU, RTOG, TG 263), unified structure nomenclature, color coding, and dosimetric evaluation criteria were implemented.

Results: The implementation of 157 clinical protocols enabled acceleration of the treatment planning process, reduction of inter-observer variability, and improvement in the reproducibility of treatment outcomes. Standardization of clinical workflows contributed to reducing the probability of errors, simplifying the training of new staff members, and creating conditions for the automation of several procedures. The introduction of clinical protocols into radiation oncology practice improved the quality and safety of radiotherapy, enhanced team coordination, and contributed to better clinical outcomes for patients.

Keywords: radiation therapy, clinical protocols, standardization, quality assurance program, organs at risk, treatment planning

For citation: Chernykh M.V., Mironova O.A., Ivanov V.A., Uvarov A.S., Chernykh V.D., Stilidi I.S. Implementation of Quality Assurance Protocols in the Radiotherapy Department of N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):9-14. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-9-14>

Введение

Благодаря федеральной программе «Борьба с онкологическими заболеваниями» [1], с 2019 года было произведено переоснащение радиотерапевтических отделений медицинских организаций субъектов Российской Федерации. На смену гамма-терапевтическим аппаратам для дистанционной лучевой терапии были установлены современные линейные ускорители электронов, которые позволили заменить конвенциональную (2D) методику на более усовершенствованную конформную лучевую терапию с модуляцией интенсивности пучка излучения (IMRT) и ротационным облучением с объемной модуляцией интенсивности (VMAT). Такой резкий технологический скачок поставил врачей радиотерапевтов и медицинских физиков перед необходимостью кардинально изменить подходы к выбору объемов облучения и планированию, а также потребовал длительной переподготовки персонала отделений лучевой терапии [2].

При установке современного оборудования производителями предоставляется минимальный объем обучения: в состав курсов входит знакомство с возможными методиками облучения, функциями системы планирования и «кнопочный» инструктаж. Курсы клинических школ, которые обычно включаются в контракт при поставке оборудования, чаще всего являются недостаточными и не могут в полной мере помочь специалистам отделений радиотерапии внедрить новые методики облучения в своем отделении в рутинную работу. В результате, региональные онкологические центры не могут использовать новое оборудование для лучевой терапии в достаточном объеме и процессы внедрения современных методик в регионе замедляются. Решением описанной проблематики может явиться формирование общего подхода к использованию современного оборудования. Таким образом, возникла острая необходимость стандартизации процесса лучевой терапии — создания и внедрения единых клинических протоколов, регламентирующих все этапы лечения.

Целями разработки таких протоколов стали повышение качества и безопасности лечения, снижение нежелательной вариабельности решений в практике разных специалистов и обеспечение воспроизводимости результатов. Стандартизация поддерживается не только локальными потребностями, но и нормативными требованиями и рекомендациями профессиональных сообществ [3]. Министерство здравоохранения РФ регламентирует деятельность радиотерапевтических отделений через приказы и порядки оказания помощи и ожидает соблюдения единых стандартов лечения на территории РФ [4]. Кроме того, МАГАТЭ (IAEA) на международном уровне поощряет выработку единых подходов к обеспечению качества: в сериях отчетов IAEA Human Health Reports и Safety Reports опубликованы руководства

по организации служб лучевой терапии и предотвращению радиационных аварий. В частности, отчет IAEA Safety Reports Series № 17 [5] обобщает уроки из многочисленных случайных облучений в радиотерапии и служит своего рода чек-листом уязвимостей для клиник. В нём подчёркивается важность развитой культуры безопасности, стандартизованных процедур и системы проверки, которая предотвращает повторения подобных инцидентов.

Материалы и методы

1. Клинические протоколы отделения радиотерапии

С целью определения необходимых рубрик и элементов протокола проводился анализ всех этапов лечебного процесса в отделении радиотерапии НМИЦ онкологии им. Н. Н. Блохина и сопоставление полученной информации с актуальными клиническими рекомендациями Минздрава РФ по соответствующим нозологиям [6].

Для каждой локализации разработаны алгоритмы лечения, которые легли в основу созданных протоколов НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

Указанный объем работы выполнялся врачами-радиотерапевтами и медицинскими физиками.

Каждый клинический протокол оформлен в виде документа, содержащий структурированные рекомендации процесса лучевой терапии и разделен на четыре раздела, которые включают в себя следующие рекомендации:

1. Предлучевая топометрическая подготовка.
 - Памятка по подготовке пациента перед проведением топометрии.
 - Положение пациента при проведении КТ-топометрии.
 - Используемые фиксирующие приспособления.
 - Особенности шага и границ сканирования, необходимость контрастного усиления.
 - Исследования других модальностей, необходимые для добавления к разметочной КТ для выбора оптимального объема облучения.
2. Подготовка объемов облучения и органов риска.
 - Тактика лечения.
 - Набор структур, которые необходимо создать.
 - Правила определения объемов облучения и органов риска.
 - Дозные ограничения на органы риска.
 - Разовая и суммарная дозы облучения.
3. Подготовка дозиметрического плана лучевой терапии.
 - Набор дополнительных неклинических структур, которые необходимы медицинскому физическому для создания оптимального плана лучевой терапии.
 - Геометрия полей облучения.

- Оптимальная и альтернативная методика облучения.
- Ограничения на органы риска.
- Требования минимального охвата объема облучения и максимально допустимой дозы.
- Критерии принятия дозиметрических планов.

2. Программа гарантии качества

Параллельно с созданием протоколов разрабатывалась программа гарантии качества отделения, охватывающая весь цикл лучевой терапии — от КТ-топометрии до проведения облучения. При применении современных методик планирования медицинские физики проводят инверсное планирование, при котором невозможно задать ограничения на орган риска, если структура не создана. Поэтому необходимо определить набор основных структур для создания оптимального плана облучения, который включает в себя не только стандартизированные, согласно докладу МКРЕ-83, объемы GTV, CTV, PTV [7], но и полный набор органов риска и планируемого объема органов риска (при необходимости).

В протоколе отображены особенности определения объемов облучения на основе международных рекомендаций RTOG по определению объемов облучения и органов риска [8–10], приведены стандарты отступов для создания клинического и планируемого объемов, а также указаны особенности определения органов риска и их границы.

Во все протоколы добавляются неклинические структуры, необходимые медицинскому физическому для корректной подготовки дозиметрического плана облучения.

Проведена стандартизация названий и цветов всех необходимых структур согласно международному протоколу TG 263 [11].

Введена процедура повторной оценки контуров вторым врачом-радиотерапевтом, а дозиметрического плана лучевой терапии — вторым медицинским физиком, в рамках программы гарантии качества.

На основе международных рекомендаций каждый протокол включал в себя описание режимов облучения, приоритетную методику и ограничения на органы риска. Также описаны критерии дозиметрического плана ЛТ с конкретным описанием требований по охвату объемов облучения, максимальной допустимой дозы в мишени и теле пациента. Оценка плана осуществляется на основе гистограмм доза-объем. Распределение дозы в PTV при IMRT может быть менее гомогенно, чем при 3D конформной ЛТ, тогда выбор точки предписания внутри области высокой или низкой дозы может значительно исказить поглощенную дозу. Градиент дозы на границе PTV в результате наложения пучков может быть больше, чем 10 %/мм, и небольшой сдвиг в поле может повлиять на достоверность величины дозы в точке. Не рекомендуется использовать величины минимальных и максимальных доз, их следует заменить на величины вблизи минимума (D98 %) и вблизи максимума (D2 %) согласно протоколу МКРЕ №83 [7].

Результаты

После создания протоколов для проведения лучевой терапии следующим шагом была реализация внедрения их в систему планирования. Всего было разработано 157 клинических протоколов для различных локализаций, из которых 73 — часто используемые (рис. 1).

Протокол создается для каждого этапа ЛТ последовательно, в зависимости от предписанных суммарных доз, с учетом клинической ситуации. Например,

ID	Approval	Diagnosis	Treatment Site
Anal_Canal_46Gy (2Gy)	Approved		Anus
Anal_Canal_50Gy (2Gy)	Approved		Anus
Anal_Canal_54Gy (2Gy)	Approved		Anus
Anal_Canal_58Gy (2Gy)	Approved		Anus
Bladder_44	Approved		Bladder
Bladder_50	Approved		Bladder
Brachy_7.5Gyx1fr	Approved		Cervix
Brachy_7.5Gyx4fr	Approved		Cervix
Brachy_Sarcoma	Approved		
Brachy_Split (7Gyx4fr)	Approved		Cervix
Brain_mts_3fr	Approved		
Brain_mts_5fr	Approved		
Breast_L	Approved		Breast, Left
Breast_LB	Approved		Breast, Left
Breast_LbN	Approved		Breast, Left
Breast_LbNB	Approved		Breast, Left
Breast_LN	Approved		Breast, Left
Breast_LN+B	Approved		Breast, Left
Breast_LNB	Approved		Breast, Left
Breast_R	Approved		Breast, Right

Рис. 1. Интерфейс системы планирования с каталогом клинических протоколов

Fig. 1. Planning system interface with a catalog of clinical protocols

при раке анального канала выбираются протоколы для разных стадий заболевания с учетом профилактического облучения регионарного лимфоколлектора до суммарной дозы 46 Гр и последующим бустом на локальные объемы: Anal_Canal_46Gy (2Gy), Anal_Canal_50Gy (2Gy), Anal_Canal_54Gy (2Gy) и Anal_Canal_58Gy (2Gy).

Алгоритм создания плана лучевой терапии с использованием протокола:

1. Врач-радиотерапевт добавляет протокол к пациенту в окне оконтуривания и определяет объемы облучения и органы риска, которые были добавлены.
2. Создается предписание, которое включает в себя дозу за фракцию, их количество и объем облучения.
3. Медицинский физик создает дополнительные неклинические структуры, которые расположены в конце списка. Это необходимо для более корректного планирования и создания оптимального дозного распределения.
4. Медицинский физик создает план лучевой терапии. В каждом протоколе уже определены методика облучения, геометрия полей, условия ограниченной дозы для органов риска в оптимизаторе и при оценке дозиметрического плана, а также необходимые условия охвата объема облучения.
5. Врач-радиотерапевт проводит оценку дозиметрического плана. Актуальные значения дозы определяются автоматически благодаря уже занесенным в протокол ограничениям дозы на органы риска.

Пример протокола для немелкоклеточного рака легкого НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина представлен в табл. 1, который включает набор структур для протокола НМРЛ. Все структуры выбираются автоматически (рис. 2), они уже имеют название и строго определенный цвет в соответствии с протоколом TG 263 (рис. 3). Далее врач-радиотерапевт определяет объемы облучения для всех выбранных структур из набора и создает предписание для медицинского физика (рис. 4). Контур переходит на следующий этап работы.

Обсуждение

Клинические протоколы позволяют систематизировать процесс создания дозиметрических планов лучевой терапии, а также ускорить процесс принятия плана врачом и медицинским физиком. После завершения подготовки дозиметрического плана медицинским физиком, в системе планирования автоматически определяются ограничения на органы риска и сравниваются с желаемыми значениями. После этого медицинский физик совместно с радиотерапевтом оценивает дозовое распределение, выбранную методику и соответствие всем критериям, включенным в протокол.

Формирование клинических протоколов в радиационной онкологии тесно связано с развитием

Таблица 1. Названия структур и их цветовое обозначение в шаблоне протокола (пример для НМРЛ — немелкоклеточный рак легкого)
Names of structures and colors in the protocol template (example for NSCLC — non-small cell lung cancer)

Название структуры	Цвет
CTVp	Оранжевый
CTV n	Оранжевый
CTV all	Красный
GTVn	Красный
GTVp	Красный
PTV	Оранжевый
BODY	Зеленый
Bones	Бежевый
BrachialPlexus	Желтый
Esophagus	Пурпурный
Esophagus_PRV5	Пурпурный
Heart	Розовый
Liver	Темно-зеленый
Lung_L	Светло-синий
Lung_R	Темно-зеленый
Lungs	Темно-синий
SpinalCord	Желтый
SpinalCord_PRV	Желтый
Trachea	Темно-синий
zEsophagus-PTV	Пурпурный
zHeart-PTV	Розовый
zLungs-PTV	Темно-синий
zRing	Пурпурный
zTrachea-PTV	Темно-синий

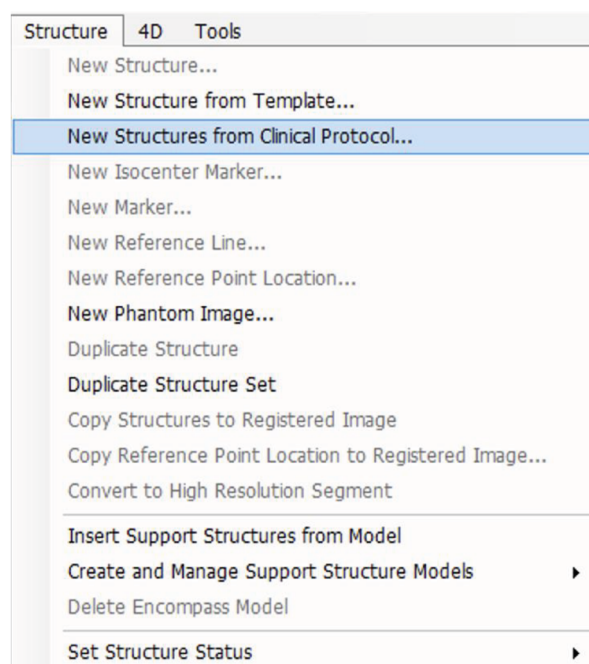


Рис. 2. Пример интеграции шаблона протокола
Fig. 2. Example of integrating a protocol template

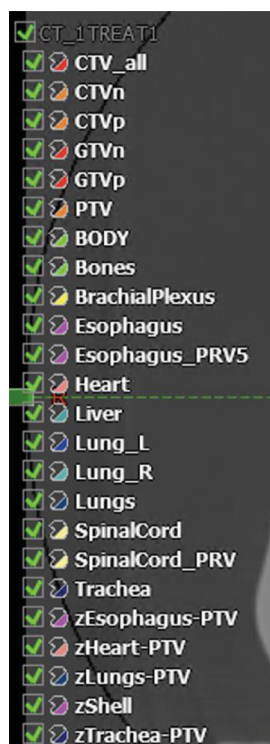


Рис. 3. Структуры, созданные по протоколу
Fig. 3. Structures in the protocol

многоцентровых исследований и международного сотрудничества. Одним из ключевых этапов стало создание в США в конце 1960-х гг. группы RTOG (Radiation Therapy Oncology Group), занимавшихся систематизацией подходов к проведению облучения. Их работа была направлена на разработку единых методик и критериев качества, что позволяло обеспечивать сопоставимость результатов между различными лечебными учреждениями. Впоследствии накопленные данные многоцентровых исследований стали основой международных клинических рекомендаций, формирующих доказательные стандарты лечения. Основная цель этих документов заключается в повышении эффективности и безопасности терапии за счёт применения воспроизводимых, проверенных на практике методик.

Стандартизация рабочих процессов обеспечивает использование оптимальных схем, эффективность которых подтверждена результатами клинических исследований, и способствует выбору наиболее рационального лечебного плана для каждого пациента. Четкие критерии оценки качества, включающие показатели покрытия мишени и ограничения доз на

критические органы, упрощают внутренний аудит и проведение экспертной оценки планов. Такой подход снижает риск как недостаточного воздействия на опухоль, так и избыточного облучения здоровых тканей, что повышает надёжность и предсказуемость лечебного процесса.

Снижение вариабельности и повышение воспроизводимости являются важными преимуществами стандартизированных протоколов. В отсутствие единых регламентов различные специалисты могут по-разному интерпретировать одну и ту же клиническую ситуацию, что приводит к неоднородности результатов. Наличие протоколов позволяет выработать согласованные подходы внутри коллектива, обеспечивает преемственность в лечении и исключает зависимость качества оказания помощи от субъективного фактора. Международный опыт подтверждает, что унификация номенклатуры структур и использование стандартных шаблонов планирования ускоряют процесс подготовки и создают условия для автоматизации отдельных этапов.

Кроме того, протоколы играют важную роль в образовательной и организационной деятельности. Наличие четко структурированных рекомендаций облегчает подготовку и адаптацию молодых врачей и медицинских физиков, формируя у них единый алгоритм действий. Унифицированная терминология и стандарты описания способствуют эффективной коммуникации внутри коллектива и снижают вероятность недопонимания.

Таким образом протоколы сразу были ориентированы на практическое применение и потенциальную адаптацию в регионах.

Заключение

В отделении лучевой терапии НМИЦ им. Н.Н. Блохина внедрение клинических протоколов охватило широкий спектр онкологических заболеваний и клинических ситуаций.

Внедрение клинических протоколов в отделении лучевой терапии НМИЦ им. Н.Н. Блохина обеспечило стандартизацию всех этапов лечебного процесса — начиная с КТ-разметки и заканчивая проведением сеанса облучения. Для каждого клинического случая были сформированы рекомендации, основанные на международных руководствах, что повысило корректность и воспроизводимость формирования объемов облучения. Наличие детализированных алгоритмов действий облегчило обучение молодых

Primary	Prescription Objectives				Fraction Dose [Gy]	Total Dose [Gy]	Actual Total Dose [Gy]
<input checked="" type="checkbox"/>	PTV	At least	50.0	% receives more than	2.000	60.000	60.000

Рис. 4. Этап создания предписания
Fig. 4. Example of the RT prescription

специалистов и ускорило их профессиональную адаптацию.

Применение единых шаблонов и унифицированной номенклатуры контуров позволило снизить трудоёмкость рутинных операций, сократить время подготовки планов лечения и уменьшить вероятность ошибок, связанных с повторным ручным вводом данных. Это также создало условия для автоматизации ряда процессов, включая алгоритмы автоматизированного планирования и формирование отчетной документации.

Таким образом, внедрение клинических протоколов в практику лучевой терапии способствует повышению качества и безопасности лечения. Стандартизация рабочих процессов обеспечивает воспроизводимость результатов, улучшает согласованность работы коллектива, оптимизирует образовательные процессы и, в конечном счёте, положительно отражается на клинических исходах и удовлетворенности пациентов.

Список литературы / References

1. Федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями» за период 2019–2024 годов, 2024
The Federal Project “Fighting Cancer” for the period 2019-2024, 2024 (In Russ.).
2. Transition from 2-D radiotherapy to 3-D conformal and intensity modulated radiotherapy IAEA-TECDOC-1588, 2008
3. Saiful Huq M, Fraass BA, Dunscombe PB, et al. The Report of Task Group 100 of the AAPM: Application of Risk Analysis Methods to Radiation Therapy Quality Management. *Medical Physics*. 2016; 43(7):4209-4262. <https://doi.org/10.1118/1.4947547>
4. Приказ Министерства Здравоохранения Российской Федерации от 19 февраля 2021 года N 116н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи взрослому населению при онкологических заболеваниях», 2021
Order No. 116n of the Ministry of Health of the Russian Federation dated February 19, 2021, “On Approval of the Procedure for Providing Medical Care to Adults with Cancer”, 2021. (In Russ.).
5. Safety Reports Series № 17 «Lessons learned from accidental exposures in radiotherapy» International Atomic Energy Agency, 2000.
6. Злокачественные опухоли: Практические рекомендации Российского общества клинической онкологии. Под ред. Моисеенко В.М. Общероссийская общественная организация «Российское общество клинической онкологии», 2024.
Malignant Tumors: Practical Recommendations of the Russian Society of Clinical Oncology. Ed by Moiseenko VM. Moscow: Russian Society of Clinical Oncology, 2024. (In Russ.).
7. ICRU Report 83 Prescribing, Recording, and Reporting Photon-beam Intensity-modulated Radiation Therapy (IMRT). *Journal of the ICRU*. 2010;10(1). <https://doi.org/10.1093/jicru/ndq001>
8. Kachnic LA, Winter K, Myerson RJ. RTOG 0529: a phase 2 evaluation of dose-painted intensity modulated radiation therapy in combination with 5-fluorouracil and mitomycin-C for the reduction of acute morbidity in carcinoma of the anal canal. *Int J Radiation Oncology Biol Phys*. 2013; 86(1):27-33. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2012.09.023>
9. Bradley JD, Hu Ch, Komaki R. Long-Term Results of NRG Oncology RTOG 0617: Standard- Versus High-Dose Chemoradiotherapy With or Without Cetuximab for Unresectable Stage III Non-Small-Cell Lung Cancer. *Journal of Clinical Oncology*. 2019;38(7). <https://doi.org/10.1200/JCO.19.01162>
10. Bradley JD, Hu C, Komaki RR, et al. Long-Term Results of NRG Oncology RTOG 0617: Standard- Versus High-Dose Chemoradiotherapy With or Without Cetuximab for Unresectable Stage III Non-Small-Cell Lung Cancer. *J Clin Oncol*. 2020;38(7):706-714. <https://doi.org/10.1200/JCO.19.01162>.
11. Hong TS, Moughan J, Garofalo MC, et al. NRG Oncology Radiation Therapy Oncology Group 0822: A Phase 2 Study of Preoperative Chemoradiation Therapy Using Intensity Modulated Radiation Therapy in Combination With Capecitabine and Oxaliplatin for Patients With Locally Advanced Rectal Cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2015;93(1):29-36. <https://doi.org/10.1016/j.ijrobp.2015.05.005>.
12. Standardizing Nomenclatures in Radiation Oncology The Report of AAPM Task Group 263, 2018

Information about the authors

Marina V. Chernykh, <https://orcid.org/0000-0003-4944-4035>
Olesia A. Mironova, <https://orcid.org/0009-0002-6250-2957>
Valeriy A. Ivanov, <https://orcid.org/0000-0003-3028-7578>
Andrey S. Uvarov, <https://orcid.org/0000-0003-4721-6426>
Vasili D. Chernykh, <https://orcid.org/0009-0003-0603-2206>
Ivan S. Stilidi, <https://orcid.org/0000-0002-0493-1166>

Вклад авторов

М.В. Черных: написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи, разработка дизайна статьи, консультация клинической составляющей исследования.

О.А. Миронова: сбор и обработка информации, редактирование статьи.
И.С. Стилиди, В.А. Иванов, А.С. Уваров: правка и редактирование статьи.
В.Д. Черных: сбор и анализ данных.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соответствие принципам этики

Одобрение этического комитета получено.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 30.03.2026
Принята к публикации: 10.05.2026
Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

M.V. Chernykh: writing the article text, reviewing publications on the topic of the article, developing the article design, and consulting on the clinical component of the study.
O.A. Mironova: collecting and processing information and editing the article.
I.S. Stilidi, V.A. Ivanov, A.S. Uvarov: revising and editing the article.
V.D. Chernykh: collecting and analyzing data.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Ethical compliance

Ethical committee approval was received.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 30.03.2026
Accepted for publication: 10.05.2026
Published online: 26.06.2026

ОЦЕНКА ПЭТ/КТ В РОССИИ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СЕТИ «ПЭТ-ТЕХНОЛОДЖИ»¹ (2021–2024 гг.)

Аладин А.С.¹✉, Нуднов Н.В.², Аладин П.А.³

¹ Обособленное подразделение «Центр ядерной медицины и диагностики г. Москва» Акционерного общества «Клиника К+31»; Россия, 117485, Москва, ул. Профсоюзная, 86, стр. 3

² Российский научный центр рентгенорадиологии Минздрава России; Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 86

³ Российский университет транспорта, Институт управления и цифровых технологий; Россия, 127994, Москва, ул. Образцова, 9, стр. 9

✉ Аладин Александр Сергеевич, aladindoctoru@gmail.com, +79683392368

РЕФЕРАТ

Актуальность: Несмотря на глобальный рост клинического применения ПЭТ/КТ-диагностики, в Российской Федерации отсутствуют систематизированные данные о её региональной распространенности и операционной динамике.

Цель исследования: Провести комплексный анализ количественных и качественных показателей функционирования сети ПЭТ/КТ-центров «ПЭТ-Технолоджи» в России за 2021–2024 гг.

Материалы и методы: Методом сплошного наблюдения проанализировали данные из 29 регионов (6 федеральных округов) по ключевым индикаторам: динамике объемов исследований, плотности оборудования по федеральным округам, распределению клинических целей диагностики и спектру применяемых РФП.

Результаты: Выявлен рост абсолютных объёмов исследований, однако относительные показатели достоверно снизились ($p < 0,05$), что отражает региональные диспропорции. Клиническая практика соответствует мировым стандартам. Более 35 % исследований направлены на мониторинг терапии при злокачественных новообразованиях. Неонкологические показания практически отсутствуют. При этом 98,7 % исследований выполняются с ¹⁸F-ФДГ.

Выводы: Полученные результаты могут служить ориентиром для планирования в частном секторе и стимулом для создания национальной системы мониторинга, оптимизации территориального планирования и повышения равенства доступа к ядерной диагностике.

Ключевые слова: ядерная медицина, ПЭТ/КТ, ¹⁸F-ФДГ, онкологическая диагностика, региональное распределение ресурсов, доступность медицинской помощи, операционные показатели, частный сектор в здравоохранении, система обязательного медицинского страхования

Для цитирования: Аладин А.С., Нуднов Н.В., Аладин П.А. Оценка ПЭТ/КТ в России на основе данных сети «ПЭТ-Технолоджи» (2021–2024 гг.). Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):15–27.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-15-27>

ASSESSMENT OF PET/CT IN RUSSIA BASED ON DATA FROM THE «PET-TECHNOLOGY»¹ NETWORK (2021–2024)

Alexander S. Aladin¹✉, Nikolai V. Nudnov², Platon A. Aladin³

¹ Branch «Center of Nuclear Medicine and Diagnostics, Moscow» of «K+31 Clinic»; 86, Bldg. 3, Profsoyuznaya Str., Moscow, 117485, Russia

² Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; 86 Profsoyuznaya Str., Moscow, 117997, Russia

³ Institute of Management and Digital Technologies, Russian University of Transport; 9, Bldg. 9, Obraztsova Str., Moscow, 127994, Russia

✉ Alexander S. Aladin, aladindoctoru@gmail.com, +7 968 339-23-68

ABSTRACT

Relevance: Despite the global expansion of PET/CT diagnostics, systematic data on its regional distribution and operational dynamics in the Russian Federation remain lacking.

Purpose: To conduct a comprehensive analysis of quantitative and qualitative indicators of the «PET-Technology» PET/CT network performance in Russia from 2021 to 2024.

Materials and methods: A complete enumeration observational study was performed using data from 29 regions across 6 federal districts, focusing on key indicators: trends in imaging volumes, equipment density by federal district, distribution of clinical diagnostic purposes, and the spectrum of radiopharmaceuticals used.

Results: Absolute imaging volumes demonstrated growth; however, relative accessibility indicators significantly declined ($p < 0.05$), reflecting deepening regional disparities. Clinical practice aligns with international standards. More than 35 % of studies are dedicated to therapy monitoring in malignant neoplasms. Non-oncological indications are virtually absent (<0.3 %). Furthermore, 98.7 % of PET/CT studies were performed using ¹⁸F-FDG.

Conclusions: These findings may serve as a reference for private-sector planning and as a catalyst for establishing a national PET/CT monitoring system, optimizing territorial resource allocation, and improving equity in access to nuclear diagnostics.

Key words: nuclear medicine, PET/CT, ¹⁸F-FDG, oncological diagnostics, regional resource distribution, access to medical care, operational performance indicators, private healthcare sector, compulsory health insurance

For citation: Aladin A.S., Nudnov N.V., Aladin P.A. Assessment of PET/CT in Russia Based on Data from the «PET-Technology» Network (2021–2024). Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):15–27. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-15-27>

¹ Проект ГК МедИнвестГрупп (<https://www.pet-net.ru/projects>)

¹ Project of MedInvestGroup Group (<https://www.pet-net.ru/projects>)

Введение

За последние три десятилетия ландшафт медицинской визуализации изменился. Это связано с фундаментальными исследованиями и развитием технологий в области ядерной медицины и растущими потребностями клинической практики [1].

Яркий пример этих изменений — позитронно-эмиссионная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией (ПЭТ/КТ) — гибридная технология, изначально воспринимавшаяся как узкоспециализированный инструмент фундаментальной науки, но быстро занявшая центральное место в современной диагностике [2]. Сегодня ПЭТ/КТ — неотъемлемая часть диагностических алгоритмов в онкологии, обеспечивающая не только локализацию первичной опухоли и оценку метастатического процесса, но и мониторинг терапии, выявление рецидивов и персонализацию лечебной тактики [4–7].

Помимо онкологии, метод применяется в кардиологии, ревматологии, неврологии, психиатрии и других областях, где требуется неинвазивная оценка функционального состояния органов тканей [8–13].

Расширение клинического применения ПЭТ/КТ обусловлено тремя факторами. Во-первых, расширяется спектр показаний, подтвержденных доказательной базой и включенных в национальные и международные клинические рекомендации [3–5]. Во-вторых, активно развивается радиофармацевтика, появляются новые радиофармпрепараты (РФП). Их применение значительно повышает специфичность и чувствительность медицинской визуализации [14–19]. В-третьих, совершенствуются технические характеристики аппаратуры. Современные цифровые ПЭТ/КТ-сканеры обеспечивают высокую чувствительность и скорость сканирования, снижая лучевую нагрузку и сокращая время исследования без потери качества изображения [20–23].

На фоне технологического прогресса наблюдается рост глобальной инфраструктуры ядерной медицины. За последнее десятилетие число ПЭТ/КТ-сканеров в мире увеличилось на 40–60 %, а ежегодный объем исследований растет на 15–20 % [1, 4].

Однако такой тренд сопровождается выраженным географическим неравенством. В странах с высоким уровнем дохода (США, Япония, страны Западной Европы) обеспеченность достигает 4–25 сканеров на 1 млн населения, тогда как в странах с низким и средним доходом — менее 0,5–1,5 на 1 млн населения. Даже внутри отдельных государств наблюдаются значительные диспропорции [1, 4, 24–38].

В Российской Федерации проблема неравномерного распределения ресурсов ядерной медицины особенно остро стоит в условиях реализации федеральной программы «Развитие ядерной медицины в РФ». Несмотря на наличие отдельных публикаций, в открытых источниках — включая офи-

циальную статистику Минздрава России, Росстата и Росздравнадзора — отсутствуют систематизированные, сопоставимые и актуальные данные о состоянии и региональной доступности ПЭТ/КТ-диагностики [39–44]. Этот информационный дефицит создаёт серьёзные барьеры как для научного анализа, так и для разработки эффективной государственной политики в области развития ядерной медицины [45].

Таким образом, в российской научной литературе сохраняется существенный пробел. Отсутствуют комплексные аналитические работы, системно отражающие операционную деятельность сети ПЭТ/КТ-центров на национальном уровне с учетом: межрегиональных различий в объемах исследований и численности пациентов, плотности локализации оборудования, структуры клинических целей диагностики, географического распределения по федеральным округам и доступности целевых РФП в регионах.

Цель исследования — восполнить указанный пробел путем системного анализа количественных и качественных показателей функционирования сети ПЭТ/КТ-центров (далее — центров) «ПЭТ-Технолджи» в Российской Федерации за период 2021–2024 гг.

Актуальность и новизна работы заключается в том, что впервые на основе репрезентативных данных крупной отечественной сети проведен комплексный анализ ключевых индикаторов ПЭТ/КТ-диагностики, включая динамику исследований, межрегиональную неравномерность доступности, распределение клинических целей и ассортимент применяемых РФП.

Материалы и методы

Целью статистического анализа стало изучение динамики основных показателей ПЭТ/КТ-диагностики в Российской Федерации за период 2021–2024 гг. на основе данных сети «ПЭТ-Технолджи». Особое внимание уделено сравнению показателей 2021 и 2024 гг., выявлению статистически достоверных изменений и оценке региональной неравномерности.

Исследование выполнено в формате ретроспективного наблюдательного анализа на двух взаимодополняющих уровнях:

- Макроуровень — общенациональный анализ всех центров сети.
- Мезоуровень — анализ по федеральным округам, обеспечивающий детализацию и отсутствие чрезмерной фрагментации данных.
- Москва выделена в отдельную аналитическую категорию в силу ее уникальных характеристик: население свыше 13 млн человек, высокая концентрация инфраструктуры ядерной медицины и административный статус, сопоставимый с федеральными округами. Учитывая эти особенности, включение Москвы в состав Центрального

федерального округа (ЦФО) искажает агрегированные показатели округа. Такой подход соответствует международной практике анализа мегаполисов [40, 46–48].

Источником данных была агрегированная отчетность из медицинской информационной системы (МИС) «ПЭТ-Технолоджи» и открытые данные Федеральной службы государственной статистики (Росстат, <https://rosstat.gov.ru/>) и Канцер-регистра с сайта Главного онколога Минздрава России (https://glavonco.ru/cancer_register/). Для нормирования показателей применялась численность населения (https://glavonco.ru/cancer_register/).

Оцениваемые количественные показатели:

1. «Исследования, все» — ПЭТ/КТ, выполненная по всем источникам финансирования — базовой и территориальной программ обязательного медицинского страхования (ОМС), добровольному медицинскому страхованию и платным услугам. Этот показатель — основа для оценки нагрузки на сеть.

2. «Исследования, регион» — ПЭТ/КТ, выполненная в рамках территориальной программы ОМС субъекта РФ. Ключевой индикатор доступности услуги в рамках государственных гарантий.

3. «Пациенты, регион» — количество пациентов получивших ПЭТ/КТ в рамках территориальной программы ОМС.

4. «Исследований на 1000 населения, регион» — уровень доступности, формула расчета: $I = (N/P) \times 1000$, где N — число исследований из региона за год, P — численность населения на 1 января текущего года. Показатель приведён к стандартной демографической шкале («на 1000 человек»), что обеспечивает сопоставимость регионов с разной плотностью населения.

5. «Исследований на 1 пациента, регион» — частота ПЭТ/КТ, формула расчета: $I = N/U$, где U — число пациентов. Показатель отражает среднее количество исследований на одного пациента.

6. «Сканеров на 1 млн населения, регион» — плотность сканеров, формула расчета: $S = (K/P) \times 106$, где K — количество функционирующих сканеров. Коэффициент 106 стандартизирует показатель для сравнения регионов.

7. «Исследования с РФП» — количество исследований с конкретным РФП по всем источникам финансирования, показывает уровень специализации ПЭТ-центра.

Оцениваемые качественные показатели:

1. «Нозологическая структура (по МКБ-10)» — рейтинг первых 5 нозологий (ТОП-5) составляющих ~ 50 % от всех исследований, позволял оценить клинический профиль использования ПЭТ/КТ и выявить региональные особенности.

2. «Цель исследования» — показатель позволяет понять клиническую роль ПЭТ/КТ в региональной практике.

Оценку нозологий и целей диагностики проводили за четыре года по федеральным округам с учётом всех исследований независимо от субъекта РФ и источника финансирования. Это обеспечило репрезентативность всей клинической практики сети «ПЭТ-Технолоджи».

Нормальность распределение оценивалась с помощью критерия Шапиро-Уилки. Большинство абсолютных показателей имели ненормальное распределение, поэтому для описательной статистики использовались медиана (Me), межквартильный размах (IQR) и процентиля (Q1, Q3) — показатели центральной тенденции и вариации и устойчивые к выбросам [49, 50].

Для оценки динамики за 2021–2024 гг. применена линейная смешанная модель (англ. — Linear Mixed Model, LMM) с учетом межрегиональной вариабельности. Модель допускала неполные наблюдения (открытие/закрытие центров), классифицируя пропуски как «пропущенные случайным образом» (англ. — Missing at Random, MAR), что обеспечивало оценку данных без импутации. Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$.

Для парного сравнения 2021 и 2024 гг. использован критерий Вилкоксона (англ. — Wilcoxon signed-rank test, W), при условии наличия данных за оба года в одном регионе. Статистическая значимость принималась при $p < 0,05$.

При выборке менее 10 наблюдений статистические тесты не применялись из-за низкой мощности и ненадёжности p -значений. В таких ситуациях ограничивались описательным анализом и визуализацией, без проверки гипотез.

Агрегация и обработка данных выполнена в Microsoft Excel (Microsoft Corp., США). Статистический анализ проведён в JASP (версия 0.95.4, Intel), свободно распространяемом программном обеспечении.

Все исходные данные были полностью анонимизированы — удалены любые прямые идентификаторы (ФИО, адрес, СНИЛС, номер полиса ОМС, контактные данные) в соответствии с Федеральным законом № 152-ФЗ «О персональных данных». Исследование не требовало одобрения этического комитета, так как использовались только агрегированные, обезличенные статистические данные.

Результаты

Анализ включал 29 регионов РФ из 6 федеральных округов в период с 2021 г. по 2024 г. (рис. 1).

В 2021 г. сеть «ПЭТ-Технолоджи» состояла из 22 ПЭТ/КТ-центров. В 2022–2023 гг. сеть центров претерпела трансформацию. В 2022 г. сеть расширилась за счёт центров в Брянской, Омской областях, Дагестане, Стерлитамаке (второй в Башкортостане), Челябинской области, Удмуртии и Ростове-на-Дону (второй центр). Одновременно закрыт центр в Северной Осетии-Алании. В 2023 г. открылся центр в Новосибирской

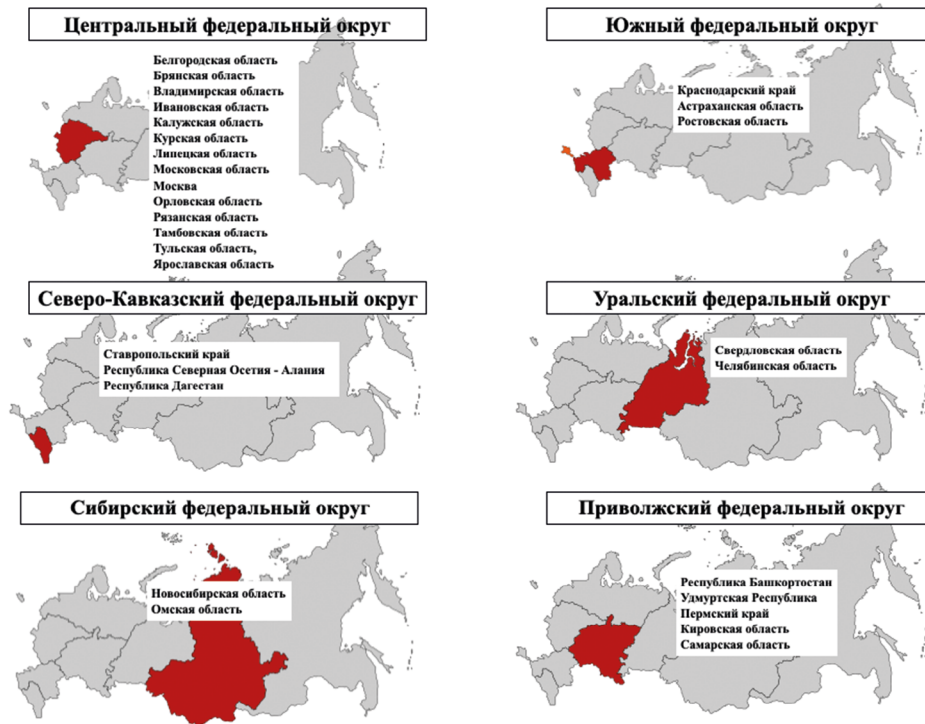


Рис. 1. Локализация центров сети «ПЭТ-Технолоджи» в РФ в 2021–2024 гг.

Fig. 1. Locations of «PET-Technology» network centers in the Russian Federation, 2021–2024

области и четвёртый в Москве, но были закрыты центры в Орловской и Тамбовской областях. К концу 2024 г. в сети «ПЭТ-Технолоджи» работало 27 ПЭТ/КТ-центров (центров). За четыре года выполнено 632391 исследование, из которых 80,75 % в рамках территориальных программ ОМС субъектов РФ.

Анализ данных показал рост абсолютных объемов за четыре года: «Исследования, все» — на 21,75 %, «Исследования, регион» — на 23,02 % и «Пациентов, регион» — на 18,73 % (табл. 1).

Интервенционный анализ не выявил статистически значимого влияния времени на эти показатели. Линейная смешанная модель с фиксированным эффектом «год» и случайным перехватом по «региону» показала высокие p -значения ($p > 0,5$). Этот

результат объясняется экстремально высокой межрегиональной вариабельностью (разброс значений достигает сотен раз) и ограничение статистической мощности вследствие небольшого размера выборки ($n < 50$) и короткого периода наблюдения (4 года).

Парный анализ с использованием критерия Вилкоксона ($n = 19$ пар регионов с полными данными за 2021–2024 гг.) показал несогласованный и неявный тренд. Показатель Вилкоксона (W) от 20 до 40, из-за роста объемов в одних региональных ПЭТ/КТ-центрах и уменьшения в других («Исследований на 1000 населения»: $W = 39$, $z = -2,25$, $p = 0,023$, «Исследований на 1 пациента»: $W = 29$, $z = -2,66$, $p = 0,006$, «Сканеров на 1 млн населения»: $W = 36$, $z = -2,37$, $p = 0,016$) (табл. 2).

Таблица 1. Статистические данные по основным показателям сети
Table 1. Statistical data on key performance indicators of the network

Переменная	Показатель	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	Σ (Me)	632391 (3553)	140609 (2954)	155800 (3104)	164786 (3452)	171196 (4178)
	IQR [Q1;Q3]	6553 [2518;9071]	7265 [1553;8818]	3907 [2308;6216]	5791 [2913;8704]	5955 [3404;9359]
Исследования, регион	Σ (Me)	510655 (2849)	113402 (2275)	119872 (2323)	137879 (2840)	139502 (3310)
	IQR [Q1;Q3]	5803 [1826;7629]	6520[716;7236]	4124[1239;5364]	4013 [2220;6233]	5522 [2620;8142]
Пациентов, регион	Σ (Me)	381111 (2076)	87672 (1806)	91271 (1612)	98078 (1946)	104090 (2382)
	IQR [Q1;Q3]	3575 [1241;4816]	4928 [608;5536]	3696[598;4294]	2925 [1415;4341]	3907 [1926;5832]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	2,39	1,93	2,34	2,63	2,72
	IQR [Q1;Q3]	2,34 [1,23;3,57]	2,51 [0,98;3,49]	2,48 [1,21;3,69]	2,06 [1,33;3,39]	2,05 [1,51;3,55]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,28	1,23	1,25	1,32	1,34
	IQR [Q1;Q3]	0,2 [1,22;1,41]	0,17 [1,1;1,27]	0,26 [1,20;1,46]	0,20 [1,24;1,44]	0,15 [1,28;1,43]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,69	0,77	0,72	0,68	0,67
	IQR [Q1;Q3]	0,51 [0,40;0,91]	0,49 [0,48;0,98]	0,44 [0,47;0,92]	0,49 [0,39;0,88]	0,51 [0,37;0,88]

Таблица 2. Статистический анализ основных показателей
Table 2. Statistical Analysis of Key Indicators

Переменная	Линейная смешанная модель 2021–2024 гг., n=29		Вилкоксона (W) 2021 и 2024 гг., n=19 пар регионов	
	Показатель	Значение	Показатель	Значение
Исследования, все	F (3)	0,76	W	67
	p	0,518	z	-1,13
	—	—	p	0,275
Исследования, регион	F (3)	0,79	W	73
	p	0,505	z	-0,89
	—	—	p	0,395
Пациентов, регион	F (3)	0,49	W	74
	p	0,688	z	-0,85
	—	—	p	0,418
Исследований на 1000 населения, регион	F (3)	3,12	W	39
	p	0,032	z	-2,25
	—	—	p	0,023
Исследований на 1 пациента, регион	F (3)	2,1	W	29
	p	0,105	z	-2,66
	—	—	p	0,006
Сканеров на 1 млн населения, регион	F (3)	4,8	W	36
	p	0,1	z	-2,37
	—	—	p	0,016

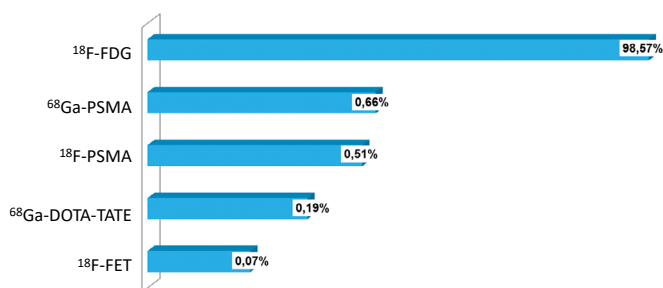


Рис. 2. Применение РФП в центрах сети в 2021–2024 гг.
Fig. 2. Use of radiopharmaceuticals in network centers, 2021–2024

Важно подчеркнуть, что полученные статистические результаты с использованием критерия Вилкоксона основаны на небольшой выборке (n = 19) и требует подтверждения на больших репрезентативных данных. Такие результаты — это не ухудшение доступности диагностики, а отражение структурных особенностей развития ядерной медицины в сети «ПЭТ-Технолоджи», рост объемов при стабильном числе сканеров.

Дополнительный анализ исключил демографический фактор как причину такого тренда. Изменения численности населения в субъектах РФ за 2021–2024 гг. были статистически незначимыми (p = 0,290).

В 98,7 % случаев применяли РФП Фтордезоксиглюкоза, ¹⁸F (Флудезоксиглюкоза [¹⁸F]1, ¹⁸F-FDG). Доля остальных РФП (¹⁸F-PSMA, ¹⁸F-DOPA, ¹⁸F-FET, ⁶⁸Ga-DOTA-TATE, ⁶⁸Ga-PSMA) составила 1,43 % (рис. 2).

В рейтинге (ТОП-5) наиболее распространенных заболеваний по поводу которых выполняли ПЭТ/КТ были только злокачественные новообразования (ЗНО) (рис. 3).

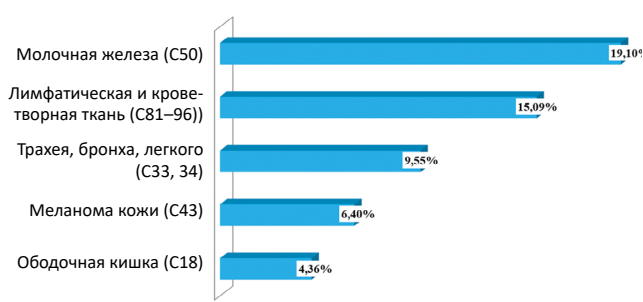


Рис. 3. ТОП-5 диагнозов в сети в 2021–2024 гг.
Fig. 3. Top 5 diagnoses in the network, 2021–2024

При проведении ПЭТ/КТ в сети центров было абсолютное доминирование ЗНО — 99,7 %. Доля неонкологических заболеваний составила 0,3 %. Показания для проведения ПЭТ/КТ в сети центров представлены на рис. 4.

Москва. За 2021–2024 гг. в ПЭТ/КТ-центрах «ПЭТ-Технолоджи» выполнено 49758 исследований, из них 68,3 % в рамках территориальной программы ОМС г. Москвы (табл. 3).

Москва демонстрирует волнообразную динамику изменения показателей. После пика в 2021 г. (17356 исследований) наблюдается спад в 2022 г. с



Рис. 4. Цели направления на ПЭТ/КТ в сети в 2021–2024 гг.
Fig. 4. Indications for PET/CT referrals in the network, 2021–2024

¹Единый структурированный справочник-каталог лекарственных препаратов Минздрава РФ

Таблица 3. Статистические данные по основным показателям г. Москвы
Table 3. Statistical data on key performance indicators for the city of Moscow

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	Σ (Me)	49758 (10840)	17356 (-)	10721 (-)	10815 (-)	10866 (-)
	IQR [Q1;Q3]	1697 [10791;12488]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]
Исследования, регион	Σ (Me)	34015 (7716)	12513 (-)	6069 (-)	7629 (-)	7804 (-)
	IQR [Q1;Q3]	1742[7239;8981]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]
Пациентов, регион	Σ (Me)	25075 (5343)	9985 (-)	4403 (-)	4816 (-)	5871 (-)
	IQR [Q1;Q3]	2186[4712;6899]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]
Исследований на 1000, регион	Me	0,84	1,37	0,85	0,83	0,83
	IQR [Q1;Q3]	0,15 [0,83;0,98]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,35	1,25	1,38	1,58	1,33
	IQR [Q1;Q3]	0,12 [1,31;1,43]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,31	0,24	0,32	0,38	0,3
	IQR [Q1;Q3]	0,05 [0,29;0,33]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]	0 [-;-]

Примечание: Показатели по г. Москве рассчитаны на основе суммарных (агрегированных) данных по всем центрам «ПЭТ-Технолоджи», расположенным в городе (в разные годы — от 3 до 5 центров). Ввиду отсутствия раздельной статистики по каждому центру внутри Москвы, медиана (Me) и межквартильный размах (IQR) не могут быть корректно рассчитаны для всех лет. В таких случаях значения указаны как «-» или «0 [-;-]». Абсолютные суммы (Σ) отражают общее число исследований, выполненных во всех московских центрах за соответствующий год

Note: Indicators for the city of Moscow are based on aggregated data from all «PET-Technology» centers located in the city (ranging from 3 to 5 centers across different years). Due to the lack of center-level disaggregated statistics within Moscow, the median (Me) and interquartile range (IQR) could not be reliably calculated for all years. In such cases, values are indicated as «-» or «0 [-;-]». Absolute totals (Σ) represent the overall number of studies performed across all Moscow-based centers in the respective year

последующим ростом и стабилизацией на уровне 10800 исследований в 2024 г.

Важно отметить особенности ядерной диагностики в Москве. По состоянию на конец 2024 г. в столице функционирует порядка 30 ПЭТ/КТ-сканеров (данные профессионального отраслевого источника) в различных медицинских организациях — как государственных, так и частных, не относящихся к «ПЭТ-Технолоджи». В исследуемый период количество сканеров в центрах «ПЭТ-Технолоджи» было от 3 до 5, что составляет около 16 % от общего парка ПЭТ/КТ-сканеров г. Москвы.

Применение РФП. В Москве доминирует ¹⁸F-FDG (99,57 %). В последнее время отмечен рост ¹⁸F-PSMA в 11 раз (с 17 до 186 исследований в период с 2023 г. по 2024 г.).

В ТОП-5 нозологий были представлены только ЗНО: лимфатической и кроветворной ткани (C81-96) (C81-96) — 22,59 %, молочной железы (C50) (C50) — 19,52 %, трахеи, бронха, легкого (C33,34) — 9,16 %, меланома кожи (C43) (C43) — 7,95 % и ЗНО ободочной кишки (C18) (C18) — 5,46 %.

Цели проведения ПЭТ/КТ: оценка эффективности лечения — 42,31 %, первичная диагностика (стадирование) — 22,14 %, выявление прогрессирования и подозрение на рецидив — 22,10 % и 7,38 % соответственно, динамическое наблюдение — 5,07 % и цель исследования не была указана в 1,10 %.

Цели проведения ПЭТ/КТ: оценка эффективности лечения — 42,31 %, первичная диагностика (стадирование) — 22,14 %, выявление прогрессирования и подозрение на рецидив — 22,10 % и 7,38 % соответственно, динамическое наблюдение — 5,07 % и цель исследования не была указана в 1,10 %.

Центральный федеральный округ (ЦФО). С 2021 г. по 2024 г. выполнено 239444 исследования, из них 76,96 % в рамках территориальных программ ОМС субъектов округа. В ЦФО, несмотря на незначительный рост ПЭТ/КТ-исследований, медианные показатели демонстрируют устойчивый рост: «Исследования, все» — рост на 50,67 %, «Исследования, регион» — на 72,02 %, «Пациенты, регион» — на 56,85 % (табл. 4).

Это расхождение объясняется структурной перестройкой сети. В отдельных центрах с ранее высокой активностью происходит снижение

Таблица 4. Статистические данные по основным показателям ЦФО
Table 4. Statistical data on key performance indicators for the Central Federal District

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	Σ (Me)	239444 (3135)	58962 (2515)	61370 (3033)	59076 (3167)	60036 (3790)
	IQR [Q1;Q3]	1674 [2563;4237]	2698[1310;4008]	1418 [2579;3997]	948[2943;3891]	1413 [3283;4697]
Исследования, регион	Σ (Me)	184269 (2283)	46613 (1544)	46801 (1826)	46073 (2542)	44782 (2656)
	IQR [Q1;Q3]	1416[1454;2871]	1978 [612;2590]	1304 [1225;2529]	715[2126;2842]	1002 [2235;3237]
Пациентов, регион	Σ (Me)	133505 (1606)	35430 (1288)	32297 (1045)	32472 (1816)	33306 (2021)
	IQR [Q1;Q3]	1118[959;2077]	1513 [517;2030]	1236 [376;1612]	777[1283;2060]	667 [1650;2317]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	2,73	1,93	2,82	2,7	3,14
	IQR [Q1;Q3]	1,86 [1,91;3,77]	2,74 [1,01;3,74]	2,25 [1,68;3,94]	1,13 [2,23;3,36]	1,24 [2,41;3,64]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,33	1,22	1,26	1,35	1,35
	IQR [Q1;Q3]	0,19 [1,22;1,42]	0,14 [1,15;1,29]	0,23 [1,24;1,47]	0,11 [1,31;1,42]	0,10 [1,33;1,43]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,89	0,9	0,9	0,88	0,88
	IQR [Q1;Q3]	0,21 [0,73;0,94]	0,27 [0,73;1,00]	0,23 [0,76;0,99]	0,20 [0,73;0,93]	0,21 [0,72;0,93]

Таблица 5. Статистические данные по основным показателям в ЮФО
Table 5. Statistical data on key performance indicators for the Southern Federal District

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	∑ (Me)	95401 (7641)	14927 (4206)	22388 (6212)	28758 (9071)	29328 (9573)
	IQR [Q1;Q3]	7390 [3405;10796]	4431[2567;6999]	5720 [4290;1001]	6416 [6517;12933]	6416 [6517;12933]
Исследования, регион	∑ (Me)	83901 (6581)	12958 (3759)	19420 (5289)	25743 (7874)	27780 (8255)
	IQR [Q1;Q3]	6002 [3264;9266]	3759,50 [2299;6059]	4923 [3715;8639]	5903[5452;11356]	5420[5798;11219]
Пациентов, регион	∑ (Me)	67076 (5453)	10844 (3411)	16316 (4493)	20601 (6414)	19315 (6436)
	IQR [Q1;Q3]	4994 [2499;7494]	2954 [2086;5041]	4051[3176;7228]	4662[4422;9085]	3917[4479;8396]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	2,37	0,93	2,39	3,41	3,66
	IQR [Q1;Q3]	2,03 [1,44;3,47]	0,80 [0,84;1,64]	1,12 [1,74;2,86]	1,20 [2,48;3,68]	1,14 [2,65;3,79]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,24	1,1	1,18	1,25	1,33
	IQR [Q1;Q3]	0,1 [1,17;1,27]	0,80 [1,10;1,18]	0,03 [1,16;1,19]	0,02 [1,24; 1,25]	0,04 [1,30;1,35]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
	IQR [Q1;Q3]	0,83 [1,18;1,00]	0,41 [0,33;0,74]	0,42 [0,33;0,75]	0,44 [0,33;0,77]	0,44 [0,33;0,77]

объёмов, что приводит к падению абсолютных показателей. Одновременно в других центрах наблюдается значительный рост нагрузки, что отражается в увеличении медианы.

Такая динамика подчеркивает важность одно-временного анализа агрегированных (суммарных) и центральных (медианных) показателей. Суммарные данные отражают общую емкость сети, а медианные значения — типичную (характерную) нагрузку в «среднем» центре.

Применение РФП. Наибольшее количество исследований выполнено с ¹⁸F-FDG — 98,65 % случаев. Доля других РФП — 1,5 %, а их применение ограничено 1–2 ПЭТ-центрами.

ТОП-5 нозологий были представлены только ЗНО: молочной железы (С50) — 17,85 %, лимфатической и кроветворной ткани (С81-96) — 15,29 %, трахеи, бронха, легкого (С33,34) — 10,34 %, меланомы кожи (С43) — 7,16 % и ЗНО ободочной кишки (С18) — 4,44 %.

Цели проведения ПЭТ/КТ: оценка эффективности лечения — 37,04 %, динамическое наблюдение — 19,81 %, выявление прогрессирования — 18,99 %, первичная диагностика (стадирование) — 18,21 %,

подозрение на рецидив — 4,03 % и цель не указана — 1,92 %.

Южный федеральный округ (ЮФО). С 2021 г. по 2024 г. выполнено 95401 исследование, из них 87,9 % в рамках территориальных программ ОМС субъектов округа. В ЮФО отмечен устойчивый рост показателей и снижение межрегиональной вариабельности (табл. 5).

Применение РФП — абсолютное доминирование исследований с ¹⁸F-FDG — 99,6 %).

ТОП-5 нозологий были представлены только ЗНО: молочной железы (С50) — 24,04 %, лимфатической и кроветворной ткани (С81-96) — 13,45 %, трахеи, бронхов, легкого — 11,4 %, меланомы кожи (С43) — 6,93 % и ЗНО ободочной кишки (С18) — 4,75 %.

Цели проведения ПЭТ/КТ: выявление прогрессирования — 33,19 %, оценка эффективности проведенного лечения — 22,64 %, первичная диагностика (стадирование) — 12,66 %, подозрение на рецидив — 8,24 %, динамическое наблюдение — 8,21 % и в 15,05 % случаев цель при направлении не была указана.

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО). С 2021 г. по 2024 г. выполнено 27711 исследований,

Таблица 6. Статистические данные по основным показателям в СКФО
Table 6. Statistical data on key performance indicators for the North Caucasus Federal District

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	∑ (Me)	27711 (5335)	1685 (-)	6220 (-)	8788 (4394)	11018 (5509)
	IQR [Q1;Q3]	4103[2376;6480]	0 [-;-]	0 [-;-]	3209 [2789;5998]	1058 [4980;6038]
Исследования, регион	∑ (Me)	16512 (3892)	0 (-)	3353 (-)	5238 (2619)	7921 (3960)
	IQR [Q1;Q3]	676 [3353;4029]	0 [-;-]	0 [-;-]	1481 [1878;3359]	68 [3926;3994]
Пациентов, регион	∑ (Me)	13745 (3177)	0 (-)	2778 (-)	4474 (2237)	6493 (3246)
	IQR [Q1;Q3]	538 [2778;3316]	0 [-;-]	0 [-;-]	1130 [1672;2802]	69 [3211;3281]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	2,26	2,43	2,24	1,5	1,83
	IQR [Q1;Q3]	0,80 [1059;2,39]	0 [-;-]	0 [-;-]	1,33 [0,93;2,06]	0,45 [1,06;2,05]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,22	0	1,21	1,12	1,22
	IQR [Q1;Q3]	0,01 [1,21;1,22]	0 [-;-]	0 [-;-]	0,09 [1,08;1,17]	0,005 [1,22;1,22]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,35	1,44	0,36	0,33	0,33
	IQR [Q1;Q3]	0,04 [0,32;0,36]	0 [-;-]	0 [-;-]	0,02 [0,32;0,34]	0,02 [0,32;0,34]

Примечание: Ввиду того, что в период с 2021 по 2022 гг. в СКФО функционировал один центр, медиана (Me) и межквартильный размах (IQR) не оценивали. В таких случаях значения указаны как «-» или «0 [-;-]»

Note: Due to the operation of only one center in the North Caucasian Federal District during 2021–2022, the median (Me) and interquartile range (IQR) were not calculated. In such cases, values are indicated as «-» or «0 [-;-]»

Таблица 7. Статистические данные по основным показателям в ПФО
Table 7. Statistical data on key performance indicators for the Volga Federal District

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	∑ (Me)	157964 (8719)	30619 (6584)	39526 (5464)	46894 (9935)	40925 (8719)
	IQR [Q1;Q3]	10818 [2651;13470]	9500 [2369;11869]	9650 [2249;11899]	10868 [3352;14220]	9285 [3496;12781]
Исследования, регион	∑ (Me)	140192 (8565)	22276 (6274)	35453 (5389)	41709 (9457)	35754 (8565)
	IQR [Q1;Q3]	8852 [2493;11346]	8557 [2268;10825]	9200 [2056;11256]	10031 [3056;13087]	7654 [3208;10862]
Пациентов, регион	∑ (Me)	100667 (5716)	20178 (4278,50)	26223 (3970)	28618 (6248)	25648 (5716)
	IQR [Q1;Q3]	6801 [1358;8159]	5721 [1801;7522]	6358 [1210;7568]	6978 [1350;8328]	5854 [2136;7990]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	3,21	2,2	2,14	3,96	3,48
	IQR [Q1;Q3]	2,50 [1,53;4,02]	2,52 [0,95;3,47]	1,98 [1,82;3,80]	1,47 [2,95;3,09]	0,4 [3,09;3,49]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,36	1,27	1,36	1,51	1,43
	IQR [Q1;Q3]	0,25 [1,26;1,51]	1,13 [1,21;1,34]	0,24 [1,25;1,49]	0,29 [1,28;1,57]	0,21 [1,29;1,50]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,67	0,57	0,67	0,69	0,7
	IQR [Q1;Q3]	0,18 [0,57;0,74]	0,20 [0,47;0,68]	0,11 [0,64;0,74]	0,10 [0,64;0,74]	0,10 [0,64;0,74]

из них 59,6 % в рамках территориальных программ ОМС субъектов округа (табл. 6).

В СКФО наблюдается устойчивый рост операционных показателей с низкой межрегиональной вариабельностью.

Применение РФП. Подавляющее большинство исследований выполнено с ¹⁸F-FDG — 99,1 %. За четыре года с ¹⁸F-PSMA было 242 ПЭТ/КТ-исследований.

В ТОП-5 были только ЗНО: молочной железы (С50) — 27,34 %, трахеи, бронхов, легкого — 14,65 %, лимфатической и кроветворной ткани (С81-96) — 13,09 %, меланома кожи (С43) — 6,00 %, ЗНО ободочной кишки (С18) — 3,52 %.

Цели направления на ПЭТ/КТ: динамическое наблюдение — 15,41 %, первичная диагностика (стадирование) — 14,37 %, оценка эффективности проведенного лечения — 13,85 %, выявление прогрессирования — 7,12 %, подозрение на рецидив — 1,53 %. Обращает на себя внимание, что в 47,71 % случаев цель при направлении на ПЭТ/КТ не была указана.

Приволжский федеральный округ (ПФО). С 2021 г. по 2024 г. выполнено 157964 исследования. В

рамках территориальных программ ОМС субъектов округа — 88,75 % (табл. 7).

Динамика показателей демонстрирует устойчивый рост и сокращение межрегиональной вариабельности.

Применение РФП. Подавляющее большинство исследований выполнено с ¹⁸F-FDG. Применение других РФП было штучным — 0,01 % случаев.

В ТОП-5 традиционно входили ЗНО: молочной железы (С50) — 20,19 %, лимфатической и кроветворной ткани (С81-96) — 14,04 %, трахеи, бронха, легкого (С33,34) — 6,47 %, меланома кожи (С43) — 5,44 %, ободочной кишки (С18) — 4,71 %. Необходимо отметить, что в ПФО в 17,44 % случаев диагноз не был указан.

Цели исследования. В ПФО ПЭТ/КТ проводили для оценки эффективности проведенного лечения — 31,38 %, выявления прогрессирования — 28,70 %, первичной диагностики (стадирования) — 14,98 %, при подозрении на рецидив — 12,10 % и для динамического наблюдения в 9,54 %. Цель исследования при направлении не была указана в 3,30 % случаях.

Уральский федеральный округ (УФО). С 2021 г. по 2024 г. выполнено 50987 исследований, из них

Таблица 8. Статистические данные по основным показателям в УФО
Table 8. Statistical data on key performance indicators for the Ural Federal District

Показатель	Значение	2021–2024 гг.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	∑ (Me)	50987 (6046)	17060 (-)	12724 (6362)	8192 (4096)	13011 (6505)
	IQR [Q1;Q3]	8180 [2772;10962]	0 [-;-]	5970 [3377;9347]	1950 [3121;5071]	3087 [4961;8049]
Исследования, регион	∑ (Me)	41332 (4838)	14042 (-)	8402 (4201)	6907 (3453,50)	11981 (5990)
	IQR [Q1;Q3]	5686 [2673;8360]	0 [-;-]	3816 [2293;6109]	1384 [2761;4145]	2712 [4634;7346]
Пациентов, регион	∑ (Me)	32639 (3866)	11235 (-)	6770 (3385)	5316 (2658)	9318 (4659)
	IQR [Q1;Q3]	5025 [1851;6876]	0 [-;-]	3301 [1735;5035]	1208 [2054;3262]	2407 [3455;5862]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	1,43	3,98	1,5	1,03	1,64
	IQR [Q1;Q3]	1,76 [0,82;2,58]	0 [-;-]	1,39 [0,11;0,81]	0,40 [0,63;0,83]	0,63 [1,01;1,32]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,25	1,25	2,89	1,34	1,34
	IQR [Q1;Q3]	0,20 [1,24;1,44]	0 [-;-]	1,69 [2,05;3,74]	0,09 [1,30;1,38]	0,11 [1,29;1,40]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,47	0,47	0,38	0,38	0,38
	IQR [Q1;Q3]	0,18 [0,29;0,47]	0 [-;-]	0,09 [0,34;0,42]	0,09 [0,34;0,43]	0,09 [0,34;0,43]

Примечание: Ввиду того, что в 2021 г. в УФО функционировал один центр, медиана (Me) и межквартильный размах (IQR) не оценивали. В таких случаях значения указаны как «-» или «0 [-;-]»

Note: Since only one center was operating in the Ural Federal District in 2021, the median (Me) and interquartile range (IQR) were not calculated. In such cases, values are indicated as «-» or «0 [-;-]»

Таблица 9. Статистические данные по основным показателям в СФО
Table 9. Statistical data on key performance indicators for the Siberian Federal District

Показатель	Значение	2022–2024 гг.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Исследования, все	∑ (Me)	11126 (2471)	380 (-)	4734 (2367)	6012 (3006)
	IQR [Q1;Q3]	394 [2263;2657]	0 [-;-]	104 [2315;2419]	349 [2831;3180]
Исследования, регион	∑ (Me)	10434 (2354)	374 (-)	2226 (2226)	5480 (2740)
	IQR [Q1;Q3]	382 [2226;2608]	0 [-;-]	0 [2226;2226]	132 [2674;2806]
Пациентов, регион	∑ (Me)	8404 (1895)	374 (-)	3891 (1945)	4139 (2069)
	IQR [Q1;Q3]	329 [1781;2110]	0 [-;-]	164 [1863;2027]	174 [1982;2156]
Исследований на 1000 населения, регион	Me	1,2	0,2	1,06	1,33
	IQR [Q1;Q3]	0,35 [0,88;1,24]	0 [-;-]	0,18 [0,97;1,15]	0,13 [1,27;1,40]
Исследований на 1 пациента, регион	Me	1,25	1	1,18	1,33
	IQR [Q1;Q3]	0,16 [1,12;1,28]	0 [-;-]	0,7 [1,15;1,22]	0,05[1,30;1,35]
Сканеров на 1 млн населения, регион	Me	0,53	0,53	0,45	0,45
	IQR [Q1;Q3]	0,19 [0,36;0,55]	0 [-;-]	0,09 [0,40;0,50]	0,10 [0,41;0,50]

Примечание: Ввиду того, что в 2022 г. в СФО функционировал один центр, медиана (Me) и межквартильный размах (IQR) не оценивали. В таких случаях значения указаны как «-» или «0 [-;-]»

Note: Since only one center was operating in the Siberian Federal District in 2022, the median (Me) and interquartile range (IQR) were not calculated. In such cases, the values are indicated as «-» or «0 [-;-]»

81,07 % в рамках территориальных программ ОМС субъектов округа. Динамика изменения показателей нелинейная. После пика в 2021 г. наблюдалось снижение количественных исследований в течение 2022–2023 гг., с последующим восстановлением до 13595 исследований в 2024 г. (табл. 8).

Применение РФП. УФО лидер по применению разных РФП. Первой по частоте применения оставалась ¹⁸F-FDG — 88,40 %, но ее доля ниже, чем в других федеральных округах, где обычно доля ¹⁸F-FDG составляет больше 98 %. Второй РФП по частоте применения это ⁶⁸Ga-PSMA — 8,12 %, что делает УФО лидером в PSMA-визуализации сети. В 2,33 % случаях применяется ⁶⁸Ga-DOTA-TATE, что указывает на наличие возможности специализированной диагностики нейроэндокринных опухолей.

ТОП-5 диагнозов в УФО формировали только ЗНО: лимфатической и кроветворной ткани (C81-96) в 19,93 % случаев, молочной железы (C50) — 18,03 %, ЗНО трахеи, бронха, легкого (C33,34) — 15,18 %, предстательной железы (C61) — 7,32 % и меланома кожи (C43) — 5,62 %.

Цель исследования. ПЭТ/КТ назначали для оценки эффекта проведенного лечения в 51,72 % случаев, для первичной диагностики (стадирования) — 27,12 %, динамического наблюдения — 10,70 %, выявлении прогрессирования — 5,15 % и подозрении на рецидив — 1,77 %. В 3,53 % случаях цель исследования не указана. Доля исследований с целью первичной диагностики (стадирования) является самой высокой среди всех округов.

Сибирский федеральный округ (СФО). В СФО ПЭТ-центры начали работу с 2022 г. За три года работы выполнено 11126 исследований, из них 93,8 % в рамках территориальных программ ОМС. Наблюдается устойчивый рост объемов исследований и количества пациентов (табл. 9).

Применение РФП. Все исследований выполнены только с ¹⁸F-FDG.

ТОП-5 нозологий были представлены только ЗНО: лимфатической и кроветворной ткани (C81-96) в 27,5 % случаев, ЗНО трахеи, бронха, легкого (C33,34) — в 12,12 %, меланома кожи (C43) — 10,28 %, ЗНО без уточнения локализации (C80) — 7,18 % и ЗНО яичника (C56) — 6,27 %.

Цель исследования. ПЭТ/КТ назначали для оценки эффективности проведенного лечения в 49,43 % случаев, выявления прогрессирования — 21,80 %, первичной диагностики (стадирования) — 21,74 %, динамического наблюдения — 4,58, при подозрении на рецидив — 1,83 % и цель не была указана в 0,62 %.

Важное методологическое замечание. Ввиду того, что в Новосибирском центре все направительные диагнозы были закодированы по МКБ 10 как Z01 (Другие специальные осмотры и обследования лиц, не имеющих жалоб или установленного диагноза) анализ нозологий и целей проводился только по данным центра г. Омска.

Обсуждение

Анализ деятельности сети «ПЭТ-Технолоджи» за 2021–2024 гг. выявил гетерогенную модель с региональными диспропорциями — феномену, описанному и в других странах с неравномерным распределением ресурсов ядерной медицины (например, в Бразилии) [51–55].

В рамках нашего исследования интересен опыт Японии и его экстраполяция на наши результаты, показывающие, что в сети «ПЭТ-Технолоджи» доминирует ¹⁸F-FDG (98,7 % всех исследований). Япония, будучи одним из мировых лидеров в ядерной медицине, с 1982 г. каждые 5 лет публикует результаты национального исследования в области ядерной медицины. В 2022 г. данные девятого национального исследования, в котором участвовало более 90 %

учреждений ядерной медицины, показывают аналогичную картину — в Японии в 2022 г. доминант ^{18}F -FDG, которая применяется преимущественно в онкологии (80,1 %) и скрининге (17,6 %) кардиологии (0,9 %) и неврологии (0,7 %). Специфические РФП (не ^{18}F -FDG) — нишевое, но растущее направление. Их внедрение происходит выборочно, главным образом в нейровизуализации (^{18}F -флуоретамол, ^{18}F -флорбеттапир), тогда как ^{18}F -PSMA и ^{68}Ga -DOTA остаются вне клинической практики (в последнем отчете не упоминаются). Опыт Японии подчёркивает консервативный, но устойчивый подход к развитию ядерной медицины [25].

Абсолютное большинство исследований в сети «ПЭТ-Технолоджи» выполнено по поводу ЗНО. Неонкологические показания для ПЭТ/КТ практически отсутствуют (<0,3 %). В то же время в международной практике ПЭТ/КТ активно используется при лихорадке неясного генеза, васкулитах, саркоидозе, эндокардите, нейродегенеративных заболеваний, оценке жизнеспособности миокарда и других заболеваниях [10, 14, 15, 52]. Например, французское исследование (Greuez et al., 2025) показало, что у пациентов старше 75 лет при лихорадке неясного генеза ПЭТ/КТ изменяет тактику лечения в 38,8 % случаев [10].

Более трети всех ПЭТ/КТ в сети выполнены с целью мониторинга терапии при ЗНО, что соответствует клиническим рекомендациям Минздрава Российской Федерации (<https://cr.minzdrav.gov.ru/>), Российского общества клинической онкологии (<https://www.rosoncweb.ru/>) и NCCN (https://www.nccn.org/guidelines/category_1) и является отражением персонализированного подхода к лечению пациентов с ЗНО [5, 53].

Более 80 % исследований выполняется в рамках ОМС, что подчеркивает глубокую интеграцию сети «ПЭТ-Технолоджи» в национальную систему здравоохранения РФ.

Ограничения исследования

Выборка ограничена данными одной частной сети ПЭТ/КТ-центров «ПЭТ-Технолоджи». Это не позволяет экстраполировать полученные результаты на всю систему ядерной медицины РФ, особенно в регионах, где работают ПЭТ/КТ-центры в государственных медицинских организациях или других частных компаниях. Таким образом, полученная картина отражает ландшафт конкретной сети, а не национальную реальность. Во-вторых, недостаточный объём наблюдений на уровне отдельных федеральных округов и Москвы не позволил применить параметрические и непараметрические инференционные методы с достаточной статистической мощностью. Это ограничивает возможность делать достоверные выводы о динамике. Отсутствие данных о клинических исходах — таких как изменение лечебной тактики,

выживаемость и др. не даёт возможности оценить реальную клиническую ценность и эффективность ПЭТ/КТ в изучаемой когорте. Анализ ограничивается операционными и организационными показателями, что важно для управления, но недостаточно для оценки медицинской пользы.

Выводы

Настоящее исследование, основанное на данных крупной частной медицинской сети «ПЭТ-Технолоджи», демонстрирует важную роль частного сектора в обеспечении доступности ПЭТ/КТ на национальном уровне. Представленная в работе методология оценки ПЭТ/КТ в структуре здравоохранения на примере частной медицинской сети «ПЭТ-Технолоджи», подчеркивая важность сбора, агрегации информации.

В 98,7 % случаев исследования выполняются с ^{18}F -ФДГ, в то время как применение других РФП носит точечный характер и локализовано в отдельных центрах.

Пока потенциал метода до конца не реализован — доля неонкологических исследований не превышает 0,3 %.

В клинической практике основной фокус диагностики — контроль эффективности назначенного лечения при ЗНО.

Результаты нашего исследования могут служить ориентиром для планирования в частном секторе и стимулом для создания национальной системы мониторинга, обеспечивающей прозрачность и сопоставимость данных [19].

Список литературы / References

1. Meikle SR, Sossi V, Roncali E, et al. Quantitative PET in the 2020s: a roadmap. *Physics in Medicine and Biology*. 2021;66(6):06RM01. <https://doi.org/10.1088/1361-6560/abd4f7>.
2. Hansen SB, Bender D. Advancement in Production of Radiotracers. *Seminars in Nuclear Medicine*. 2022;52(3):266-75. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2021.10.003>.
3. Belcari N, Bisogni MG, Del Guerra A. Positron emission tomography: its 65 years and beyond. *Riv Nuovo Cim*. 2023;46:693-785. <https://doi.org/10.1007/s40766-024-00050-3>.
4. Petersen H, Holdgaard PC, Madsen PH, et al. FDG PET/CT in cancer: comparison of actual use with literature-based recommendations. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(4):695-706. <https://doi.org/10.1007/s00259-015-3217-0>.
5. Ebner R, Sheikh GT, Brendel M, et al. ESR Essentials: staging and restaging with FDG-PET/CT in oncology — practice recommendations by the European Society for Hybrid, Molecular and Translational Imaging. *Eur Radiol*. 2025;35:1894-902. <https://doi.org/10.1007/s00330-024-11094-8>.
6. Ambrosini V, Kunikowska J, Baudin E, et al. Consensus on molecular imaging and theranostics in neuroendocrine neoplasms. *Eur J Cancer*. 2021;146:56-73. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2021.01.008>.
7. Солодкий ВА, Фомин ДК. Современные тенденции развития ядерной медицины в Российской Федерации и мире в целом. *Вопросы онкологии*. 2009;55(4):413-5. EDN KYLP1B. Solodkiy VA, Fomin DK. Present-day trends in development of nuclear medicine in the russian federation and the world at large. *Problems Of Oncology*. 2009;55(4):413-5. EDN KYLP1B. (In Russ.).

8. Cabras S, Manera U, Di Pede F, et al. Role of 2-[¹⁸F]FDG-PET as a biomarker of upper motor neuron involvement in amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of neurology*. 2025;272(12):766. <https://doi.org/10.1007/s00415-025-13501-6>.
9. Yamanaka K, Okada K, Kato D, et al. Usefulness of 18-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography in Establishing the Optimal Surgical Strategy for Prosthetic Aortic Graft Infection. *European journal of cardio-thoracic surgery*. 2025;67(12):ezaf374. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezaf374>.
10. Greuez C, Lorenzo-Villalba N, Bessac DM, et al. Interest of 18F-Fluorodeoxyglucose Positron Emission Tomography/Computed Tomography for Fever and Inflammatory Syndrome of Unknown Origin in Elderly Patients: A Retrospective Real-Life Single-Center Study from a University Referral Hospital. *J Clin Med*. 2025;14(4):1188. <https://doi.org/10.3390/jcm14041188>.
11. Debus J, von Götze I, Brandt J, et al. 68Ga-FAPI PET/CT for non-invasive characterization and activity assessment of ulcerative colitis and Crohn's disease. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2026. <https://doi.org/10.1007/s00259-025-07686-1>.
12. Joseph J, Birnie D, Nery PB, et al. Positive fluorodeoxyglucose positron emission tomography in Lyme myocarditis: A case report. *HeartRhythm case reports*. 2025;11(12):1359-1362. <https://doi.org/10.1016/j.hrct.2025.10.002>.
13. Аншелес АА, Шимчук ГГ, Брускин АБ, и др. Перспективы возможностей визуализации атеросклероза методом позитронно-эмиссионной томографии в Российской Федерации. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2022;(4):5-9. Ansheles AA, Shimchuk GG, Bruskin AB, et al. Prospects for imaging atherosclerosis using positron emission tomography in the Russian Federation. *Atherosclerosis and Dislipidemy*. 2022;(4):5-9. <https://doi.org/10.34687/2219-8202.JAD.2022.04.0001>. (In Russ.).
14. Nag S, Stepanov V, Takano A, et al. Development of 18F/11C-Labeled Pyrrolo-Pyridine/Pyrimidine LRRK2 Selective PET Radioligands. *Pharmaceuticals*. 2025;18(12):1790. <https://doi.org/10.3390/ph18121790>.
15. Bentestuen M, Dahlsgaard-Wallenius S, Stolberg MMK, et al. Non-malignant findings on FAPI PET: An updated rapid systematic review of the literature. *Semin Nucl Med*. 2025. Advance online publication. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2025.11.015>.
16. Wang G, Lai Y, Chen D, et al. First-in-Human PET Imaging of Prostate Cancer Using [⁶⁸Ga]Ga-AZ-093 and Its Nitroimidazole-Conjugated Derivative [⁶⁸Ga]Ga-AZ-NI-093. *Journal of nuclear medicine*. 2026;67(1):105-112. <https://doi.org/10.2967/jnumed.125.270703>.
17. Zhao M, Wei H, Wang M, et al. Molecular imaging of fibroblast activation in systemic sclerosis using [¹⁸F]AIF-NOTA-FAPI-04 PET/CT: a prospective cohort study. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2025. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s00259-025-07586-4>.
18. Kirienko M, Gelardi F, Fiz F, et al. Personalised PET imaging in oncology: an umbrella review of meta-analyses to guide the appropriate radiopharmaceutical choice and indication. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2024;52(1):208-224. <https://doi.org/10.1007/s00259-024-06882-9>.
19. Giammarile F, Castellucci P, Dierckx R, et al. Non-FDG PET/CT in Diagnostic Oncology: a pictorial review. *European J Hybrid Imaging*. 2019;3(1):20. <https://doi.org/10.1186/s41824-019-0066-2>.
20. Zhang M, Qian J, Jia Y, et al. Translocator Protein 18 kDa-Targeted Total-Body PET Imaging Reveals Immune-Specific Vascular Inflammation in Large-Vessel Vasculitis: A Prospective Head-to-Head Comparison with 18F-FDG. *Journal Nucl Med*. 2025. Advance online publication. <https://doi.org/10.2967/jnumed.125.270910>.
21. Godinez F, Mingels C, Bayerlein R, et al. Total Body PET/CT: Future Aspects. *Semin Nucl Med*. 2025;55(1):107-115. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2024.10.011>.
22. Aide N, Lason C, Desmots C, et al. Advances in PET/CT Technology: An Update. *Semin Nucl Med*. 2022;52(3):286-301. <https://doi.org/10.1053/j.semnuclmed.2021.10.005>.
23. Islam MR, Zohra FT, Watabe H. Current Applications and Advancements of State-of-the-Art technology of PET-CT. *Bangladesh J Nucl Med*. 2025;28(1):149-155. <https://doi.org/10.3329/bjnm.v28i1.79547>.
24. Grigoryan A, Bouyoucef S, Sathekge M, et al. Development of nuclear medicine in Africa. *Clin Transl Imaging*. 2022;10:101-111. <https://doi.org/10.1007/s40336-021-00468-3>.
25. Okizaki A, Nishiyama Y, Inui Y, et al. Nuclear medicine practice in Japan: a report of the ninth nationwide survey in 2022. *Ann Nucl Med*. 2024;38(4):315-327. <https://doi.org/10.1007/s12149-024-01905-9>.
26. Adam J, Svobodník A, Štěpánová R, et al. Analysis of progression of number and structure of scans performed using PET, PET/CT and PET/MRI in the Czech Republic in 2013–2021. *Klin Onkol*. 2024;37(4):259-269. <https://doi.org/10.48095/ccko2024259>.
27. Gallach M, Mikhail Lette M, Abdel-Wahab M, et al. Addressing Global Inequities in Positron Emission Tomography-Computed Tomography (PET-CT) for Cancer Management: A Statistical Model to Guide Strategic Planning. *Medical science monitor*. 2020;26:e926544. <https://doi.org/10.12659/MSM.926544>.
28. Das KJ, Meena JK, Singhal A. Nuclear Oncology in Northeast India: Current scenario, challenges, and way forward. *Ann Oncol Res Ther*. 2022;2(2):71-76. https://doi.org/10.4103/aort.aort_19_22.
29. Holzgreve A, Hellwig D, Barthel H, et al. PET imaging utilization and trends in Germany: a comprehensive survey. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2025;52(12):4390-4398. <https://doi.org/10.1007/s00259-025-07323-x>.
30. Canadian Medical Imaging Inventory 2022–2023: PET-CT and PET-MRI: CMII Report. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2024 Aug. Report No.: HC0024-04. PMID: 39312604. Bookshelf ID: NBK607342.
31. Lynch C, Reguilon I, Langer DL, et al. A comparative analysis: international variation in PET-CT service provision in oncology-an International Cancer Benchmarking Partnership study. *International J for Quality in Health Care*. 2021;33(1):mzaa166. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzaa166>.
32. Chao YS, Sinclair A, Morrison A, et al. The Canadian Medical Imaging Inventory 2019–2020. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health; 2021 Jan. PMID: 34990091. Bookshelf ID: NBK576053.
33. Шимчук ГГ, Брускин АБ, Шимчук Г.Г. Возможности и перспективы создания ПЭТ-центров в России на основе генераторных радионуклидов. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2022;67(6):62-66. Shimchuk GG, Bruskin AB, Shimchuk GrG. Opportunities and Prospects for Russia to Create PET Centers Based on Generator Radionuclides. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2022;67(6):62-66. <https://doi.org/10.33266/1024-6177-2022-67-6-62-66>. (In Russ.).
34. Kennedy-Dixon TG, McDonnough K, Reid M, et al. Trends in the utilization of nuclear medicine technology in Jamaica: Audit of a private facility. *World J Nucl Med*. 2020;20(2):129-132. https://doi.org/10.4103/wjnm.WJNM_92_20.
35. Yoon J, Kim H, Woo DH, et al. F-18 FDG PET/CT Clinical Service Trends in Korea from 2018 to 2022: A National Surveillance Study. *Nucl Med Mol Imaging*. 2025;59(2):117-124. <https://doi.org/10.1007/s13139-024-00898-7>.
36. Graham MM. The Future of Nuclear Medicine in the United States. *J Nucl Med*. 2023;64(9):1352-1353. <https://doi.org/10.2967/jnumed.122.265314>.
37. Lawal IO. Nuclear Medicine Training: Skills and Competencies Required for Practice in the 21st Century. *World J Nucl Med*. 2023;22(2):75-77. <https://doi.org/10.1055/s-0043-1769588>.

38. Gremillet E, Lemaire B, Prigent A, et al. Nuclear medicine training and practice in France. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2013;40(6):976-978. <https://doi.org/10.1007/s00259-013-2352-8>.
39. Чипига ЛА, Ладанова ЕР, Водоватов АВ, и др. Тенденции развития ядерной медицины в Российской Федерации за 2015–2020 гг. *Радиационная гигиена*. 2022;15(4):122-33.
Chipiga LA, Ladanova ER, Vodovатов AV, et al. Trends in the development of nuclear medicine in the Russian Federation for 2015–2020. *Radiation Hygiene*. 2022;15(4):122-33. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2022-15-4-122-133>. (In Russ.).
40. Чипига ЛА, Козлова КН, Звонова ИА, и др. География и структура центров ядерной медицины на территории Российской Федерации по состоянию на 2025 г. *Радиационная гигиена*. 2025;18(2):98-108.
Chipiga LA, Kozlova KN, Zvonova IA, et al. The geography and structure of nuclear medicine centres in the Russian Federation in 2025. *Radiation Hygiene*. 2025;18(2):98-108. <https://doi.org/10.21514/1998-426X-2025-18-2-98-108>. (In Russ.).
41. Морозов СП, Смолярчук МЯ, Владимирский АВ. ПЭТ/КТ в здравоохранении Москвы: оснащенность, использование, доступность. *REJR* 2018; 8(3):318-24.
Morozov SP, Smolyarchuk MY, Vladimirovskiy AV. PET/CT in Moscow healthcare: Equipment, utilization, and accessibility. *REJR*. 2018;8(3):318-24. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2018-8-3-318-324>. (In Russ.).
42. Завадовский КВ, Веснина ЖВ, Анашбаев ЖЖ, и др. Современное состояние ядерной кардиологии в Российской Федерации. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(12):5134.
Zavadovskiy KV, Vesnina ZhV, Anashbaev ZhZh, et al. Current status of nuclear cardiology in the Russian Federation. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(12):5134. <https://doi.org/10.15829/1560-4071-2022-5134>. (In Russ.).
43. Калмыков С.Н. «Мы должны стремиться к тому, чтобы вернуть России былые позиции в ядерной медицине». Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. 2022;12(4):356-8.
Kalmykov SN. "We should strive to attain Russia's former standing in nuclear medicine". *Bulletin of the Scientific Centre for Expert Evaluation of Medicinal Products. Regulatory Research and Medicine Evaluation*. 2022;12(4):356-8. <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2022-12-4-356-358>. (In Russ.).
44. Уйба ВВ, Удалов ЮД, Лебедев АО, и др. Перспективы внедрения технологий ядерной медицины в системе ФМБА России. *Медицинская радиология и радиационная безопасность*. 2019;64(2):5-10.
Uiba VV, Udalov YuD, Lebedev AO, et al. Prospects for implementing nuclear medicine technologies within the FMBA of Russia system. *Medical Radiology and Radiation Safety*. 2019;64(2):5-10. https://doi.org/10.12737/article_5ca58d9b366162.17322538. (In Russ.).
45. Курашвили ЮБ, Каприн АД. Ядерная медицина в России: организационные проблемы и пути их решения. *Медицинская физика*. 2016;(2):43-46.
Kurashvili YuB, Kaprin AD. Nuclear medicine in Russia: organizational challenges and solutions. *Medical Physics*. 2016;(2):43-46. EDN VZGVUV. (In Russ.).
46. Яновский А. Конкуренция необходима. *Московская медицина*. 2016;(1):87-89.
Yanovsky A. Competition is essential. *Moscow Medicine*. 2016;(1):87-89. EDN XCEDVL. (In Russ.).
47. Ишутин СВ. Оценка участия проекта государственно-частного партнерства АО «ЕМЦ» в московском здравоохранении по оказанию услуги ПЭТ/КТ-диагностика. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2022;21(2S):67.
Ishutin SV. Assessment of the involvement of the public-private partnership project of «EMC» in PET/CT diagnostics within Moscow healthcare. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2022;21(2S):67. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2022-S2>. (In Russ.).
48. Аксенова ЕИ, Горбатов СЮ, Камынина Н.Н. Глобальное видение устойчивого развития и реформ здравоохранения. Проекты мегаполисов и стран мира: монография [Электронный ресурс]. Москва: ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ»; 2023. 93 с. ISBN 978-5-907717-84-8. URL: <https://niiiozmm.dzm.ru/monografii/> (дата обращения: 04.03.2026).
Aksenova EI, Gorbatov SYu, Kamynina NN. Global vision of sustainable development and healthcare reforms: Megacity and national projects worldwide. Moscow: GBU "NIIIOZMM DZM"; 2023. 93 p. ISBN 978-5-907717-84-8. URL: <https://niiiozmm.dzm.ru/monografii/> (In Russ.).
49. Лэнг ТА, Сесик М. Как описывать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов. Пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. Москва: Практическая медицина; 2011. ISBN 978-5-98811-173-4. EDN QLYKNZ.
Lang TA, Sedic M. How to report statistics in medicine: Annotated guidelines for authors, editors, and reviewers. VP Leonov (Ed.). Moscow. 2011. ISBN 978-5-98811-173-4. EDN QLYKNZ. (In Russ.).
50. Буланов НМ, Суворов АЮ, Блюсс ОБ и др. Основные принципы применения описательной статистики в медицинских исследованиях. *Сеченовский вестник*. 2021;12(3):4-16.
Bulanov NM, Suvorov AYu, Blyuss OB, et al. Basic principles of descriptive statistics in medical research. *Sechenov Bulletin*. 2021;12(3):4-16. <https://doi.org/10.47093/2218-7332.2021.12.3.4-16>. (In Russ.).
51. da Silva Brandão Rodrigues M, Magne TM, Santos-Oliveira R. Inside Brazilian nuclear medicine: numbers, projections and behaviors. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2023;50(13):3809-16. <https://doi.org/10.1007/s00259-023-06386-y>.
52. Ebenhan T, Kleynhans J, Zeevaart JR, et al. Non-oncological applications of RGD-based single-photon emission tomography and positron emission tomography agents. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2021;48(5):1414-33. <https://doi.org/10.1007/s00259-020-04975-9>.
53. Han EJ, Lim CH, Oh J, et al. 18F-FDG PET/CT for Oncological Patients: Procedural Guideline by the Korean Society of Nuclear Medicine Version 2.0. *Nucl Med Mol Imaging*. 2025;59(6):377-88. <https://doi.org/10.1007/s13139-025-00928-y>.
54. Suzuki K, Miyake H, Inaki A, et al. Policy recommendations for promoting nuclear medicine therapy in Japan 2025, from the Working Group for promoting nuclear medicine therapy of the Japan Society of Clinical Oncology. *Int J Clin Oncol*. 2025;30(11):2168-77. <https://doi.org/10.1007/s10147-025-02858-3>.
55. Kefallonitou D, Polycarpou I, Souliotis K, et al. Integrating a Positron Emission Tomography/Computed Tomography Into the National Health System of Cyprus: Will It Return on Its Investment? *Front Public Health*. 2021;9:607761. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.607761>.

Information about the authorsAlexander S. Aladin, <https://orcid.org/0000-0002-3621-1876>Nikolai V. Nudnov, MD, <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>Platon A. Aladin, <https://orcid.org/0009-0002-7954-2402>

Вклад авторов

Аладин А.С. Разработка идеи и концепции исследования, систематический поиск и отбор научной литературы, обработка первичных данных, выполнение статистических расчётов, интерпретация результатов и написание основных разделов статьи.
Нуднов Н.В. Разработка идеи и концепции, научное руководство на всех этапах исследования, критический пересмотр и редактирование текста статьи.
Аладин П.А. Агрегация и систематизация цифровой информации, разработка и применение собственного программного кода для формирования аналитических таблиц и подготовки данных к статистической обработке.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Н.В. Нуднов является членом редакционного совета журнала «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Декларация об использовании искусственного интеллекта

При подготовке настоящей работы авторы использовали DeepSeek AI (<https://chat.deepseek.com>) и Qwen AI (<https://chat.qwen.ai>) с целью редактирования и улучшения читаемости текста. После применения указанных инструментов авторы проверили и отредактировали содержание и несут полную ответственность за содержание публикации.

Поступила: 14.02.2026

Принята к публикации: 05.04.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Alexander S. Aladin. Conceptualization and design of the study, systematic literature search and selection, primary data processing, statistical analysis, interpretation of results, and drafting of the main sections of the manuscript.
Nikolai V. Nudnov. Conceptualization and scientific and methodological supervision throughout all stages of the study, contribution to the conceptual framework, critical revision, and editing of the manuscript.
Platon A. Aladin. Aggregation and systematization of digital data, development and implementation of custom software code for generating analytical tables and preparing data for statistical analysis.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Nikolai V. Nudnov is a member of the editorial council of the journal "Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy" but had no role in the decision to publish this article. The article has undergone the journal's established peer-review process. The authors have declared no other conflicts of interest.

Declaration on the Use of Artificial Intelligence

During the preparation of this manuscript, the authors used DeepSeek AI (<https://chat.deepseek.com>) and Qwen AI (<https://chat.qwen.ai>) for text editing and readability enhancement. Following the use of these tools, the authors reviewed and revised the content as necessary and retain full responsibility for the final publication.

Received: 14.02.2026

Accepted for publication: 05.04.2026

Published online: 26.06.2026

ПСЕВДООБРАЗОВАНИЯ ПЕЧЕНИ ПО ДАННЫМ ПЭТ/КТ С ¹⁸F-ФДГ И ДРУГИХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ПРИ ЛИМФОМЕ ХОДЖКИНА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И АНАЛИЗ СОБСТВЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Розенгауз Е.В.^{1,2}, Долбов А.Л.¹, Ильин Н.В.¹, Головцова М.Ю.¹, Шелкоплас Э.Н.¹, Хоменко А.А.¹

¹ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова; Россия, 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 70

² Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова; Россия, 191015, Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

✉ Долбов Артём Леонидович, art.dolbov@yandex.ru, +79112900619

РЕФЕРАТ

Выявление очаговых изменений печени у больных с системным лимфопролиферативным заболеванием методами визуализации в большинстве случаев ассоциируется в сознании радиолога с органичным поражением, что, соответственно, существенно влияет на определение стадии и стратегии лечения.

Метод ПЭТ/КТ признан наиболее информативным в определении распространенности патологического процесса при лимфоме Ходжкина [1]. При определении природы очаговых изменений паренхимы печени диагност сталкивается с необходимостью дифференцировать органное поражение системным процессом от псевдообразований. Картина этих процессов при ультразвуковом исследовании (УЗИ), компьютерной томографии (КТ) и магнитной резонансной томографии (МРТ) изучается давно, а данные о возможностях ПЭТ/КТ в комбинации с другими методами визуализации освещены недостаточно.

Цель: Познакомить с особым типом избирательного накопления ¹⁸F-ФДГ в печени, ловушкой, способной стать источником неправильной интерпретации, и сопоставить данные ПЭТ с другими методами визуализации.

Ключевые слова: лимфома Ходжкина, ПЭТ/КТ, ¹⁸F-ФДГ, КТ, МРТ, УЗИ, верхняя полая вена, знак «горячей точки»

Для цитирования: Розенгауз Е.В., Долбов А.Л., Ильин Н.В., Головцова М.Ю., Шелкоплас Э.Н., Хоменко А.А. Псевдообразования печени по данным ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ и других методов визуализации при лимфоме Ходжкина. Обзор литературы и анализ собственных наблюдений. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):28-36.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-28-36>

PSEUDOLESIONS OF THE LIVER ACCORDING TO PET/CT WITH ¹⁸F-FDG AND OTHER IMAGING TECHNIQUES FOR HODGKIN'S LYMPHOMA. LITERATURE REVIEW AND ANALYSIS OF OWN OBSERVATIONS

Evgeny V. Rozengauz^{1,2}, Artyom L. Dolbov¹, Nikolay V. Ilyin¹, Marianna Yu. Golovtsova¹, Elina N. Shelkoplyas¹, Anton A. Khomenko¹

¹ A.M. Granov Russian Research Center of Radiology and Surgical Technologies; 70 Leningradskaya Str., Pesochny, Saint Petersburg, Russia 197758

² I.I. Mechnikov North-Western State Medical University; 41 Kirochnaya Str., Saint Petersburg, Russia 191015

✉ Artyom L. Dolbov, art.dolbov@yandex.ru, +79112900619

ABSTRACT

In most cases, the detection of focal liver changes in patients with systemic lymphoproliferative disease by imaging methods is associated in the mind of a radiologist with organ damage, which, accordingly, significantly affects the determination of the stage and treatment strategy. The PET/CT method is recognized as the most informative in determining the prevalence of the pathological process in Hodgkin's lymphoma [1]. When determining the nature of focal changes in the liver parenchyma, the diagnostician is faced with the need to differentiate organ damage by a systemic process from pseudolesions. The picture of these processes in ultrasound (ultrasound), computed tomography (CT), and magnetic resonance imaging (MRI) has been studied for a long time, and data on the capabilities of PET/CT in combination with other imaging methods have not been sufficiently studied.

Purpose. To introduce colleagues to a special type of selective accumulation of ¹⁸F-FDG in the liver, a trap that can become a source of misinterpretation and compare PET data with other imaging methods.

Key words: Hodgkin's lymphoma, PET/CT, ¹⁸F-FDG, CT, MRI, ultrasound, superior vena cava, «hot spot» sign

For citation: Rozengauz E.V., Dolbov A.L., Ilyin N.V., Golovtsova M.Yu., Shelkoplyas E.N., Khomenko A.A. Pseudolesions of the Liver According to PET/CT with ¹⁸F-FDG and Other Imaging Techniques for Hodgkin's Lymphoma. Literature Review and Analysis of Own Observations. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):28-36. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-28-36>

Введение

С момента введения в клиническую практику компьютерной и магнитно-резонансной томографии для изучения очаговых образований печени [2], наряду с изучением сканиологических характеристик патологических процессов, начинается изучение псевдообразований (или ловушек) [3]. Интерес к это-

му обусловлен как потенциальной возможностью, так и встречающейся в практике ошибочной интерпретацией изображений. Среди псевдообразований, заслуживающих внимание, следует отметить переходящие изменения степени контрастирования или преходящие различия усиления печени (transient hepatic attenuation differences (THAD)), локальное сохрание (focal fatty sparing (FFS)), очаговую жироп-

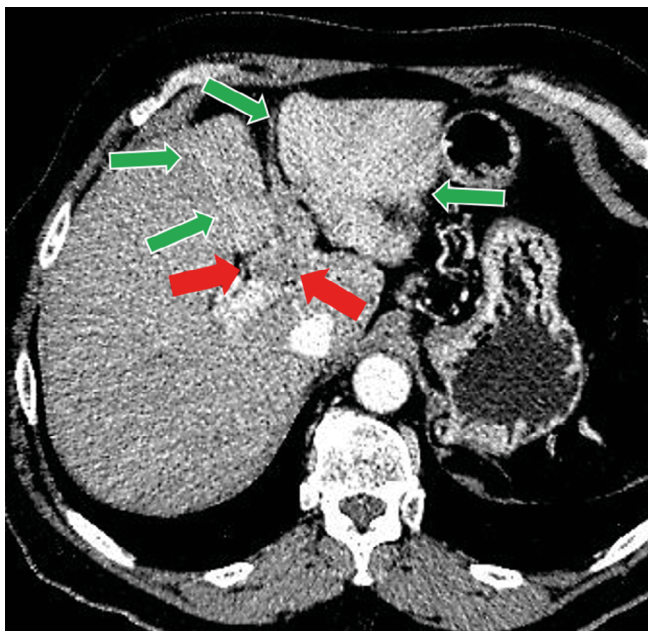


Рис. 1. КТ органов брюшной полости в артериальную фазу сканирования (аксиальная проекция). Отчетливо прослеживается усиленное, в сравнении с неизменной паренхимой, контрастирование левой доли печени (зеленые стрелки) из-за тромбоза левой ветви воротной вены (красные стрелки)

Fig. 1. CT scan of abdominal organs in the arterial scanning phase (axial projection). There is clearly an increased contrast in the left lobe of the liver (green arrows) compared to the unchanged parenchyma due to thrombosis of the left branch of the portal vein (red arrows)

вую инфильтрацию (Focal Fatty Infiltration (FFI) очаговые изменения, обусловленные третьим притоком (Third inflow).

Преходящие различия усиления печени (THAD) представляют собой вариант контрастирования паренхимы в области, где изменен баланс притока артериальной крови по системе печеночной артерии и

венозной крови по системе воротной вены соответственно. Общеизвестно, что печень имеет двойное кровоснабжение (70 % воротная вена, 30 % печеночная артерия) с компенсаторными взаимоотношениями между двумя притоками. И если, по какой-либо причине, происходит уменьшение притока венозной крови через портальную вену, соответственно артериальный приток увеличивается (рис. 1). Кроме того, ниже будет описан aberrantный венозный дренаж, т.н. третий приток (third inflow) обычно представляют собой клиновидные гипervasкулярные области, видимые в артериальную фазу и исчезающие до изоденсивных в венозную и отсроченную фазы. Выявление этого феномена требует особого внимания к анализу портального притока, исключения тромбозов [4].

Очаговая жировая инфильтрация (Focal Fatty Infiltration (FFI)) и очаговое сохранение от жировой дистрофии (focal fatty sparing (FFS)) печени встречаются реже, чем диффузная жировая инфильтрация, но представляют собой проблему в трактовке природы выявленных очаговых изменений плотности паренхимы печени. В некоторых случаях на изображениях без контрастного усиления могут наблюдаться различия в плотностных характеристиках в участках, которые имеют aberrantный венозный дренаж, и печени, которая кровоснабжается портальной веной, из-за различий в отложении жира в гепатоцитах. Это может привести либо к локальному накоплению жира, поскольку кровь, поступающая в зону аномального венозного притока, содержит меньше жира, чем кровь в воротной вене; либо к локальному уменьшению количества жировой ткани, возможно, из-за различий в концентрации кишечных гормонов.

Однако механизм формирования как фокального сохранения, так и фокальной жировой инфильтрации пока неясен [3]. Хотя типичные черты этих состояний хорошо известны, существует большое разнообразие их проявлений (рис. 2).

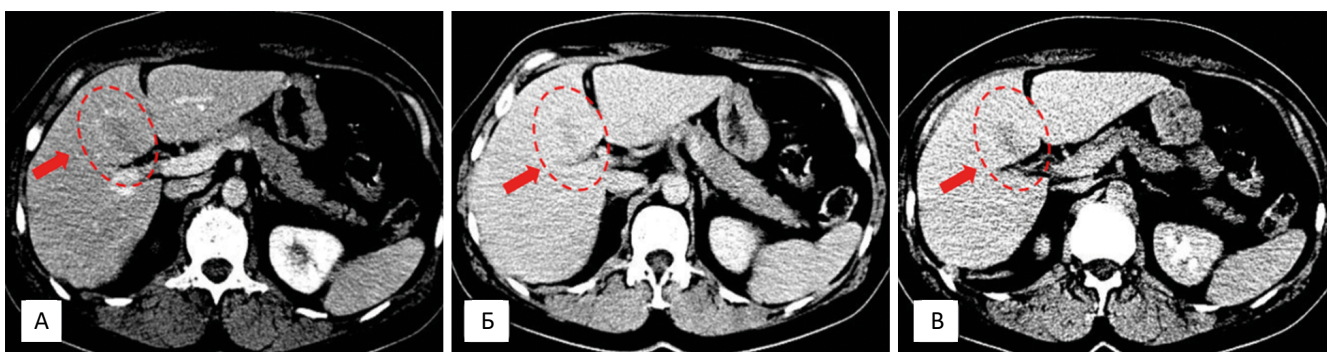


Рис. 2. КТ органов брюшной полости в позднюю артериальную (А), портальную (Б) и выделительную (В) фазы сканирования (аксиальная проекция). На фоне гомогенного контрастирования паренхимы, в IV сегменте печени отчетливо прослеживается участок пониженной плотности, (отмечен овалом и красными стрелками) обусловленный очагом сохранения от жировой дистрофии

Fig. 2. CT scan of abdominal organs in the late arterial (A), portal (B) and excretory (B) phases of scanning (axial projection). Against the background of homogeneous contrast of the parenchyma, an area of reduced density is clearly visible in the IV segment of the liver (marked with an oval and red arrows) due to the focus of preservation from fatty degeneration

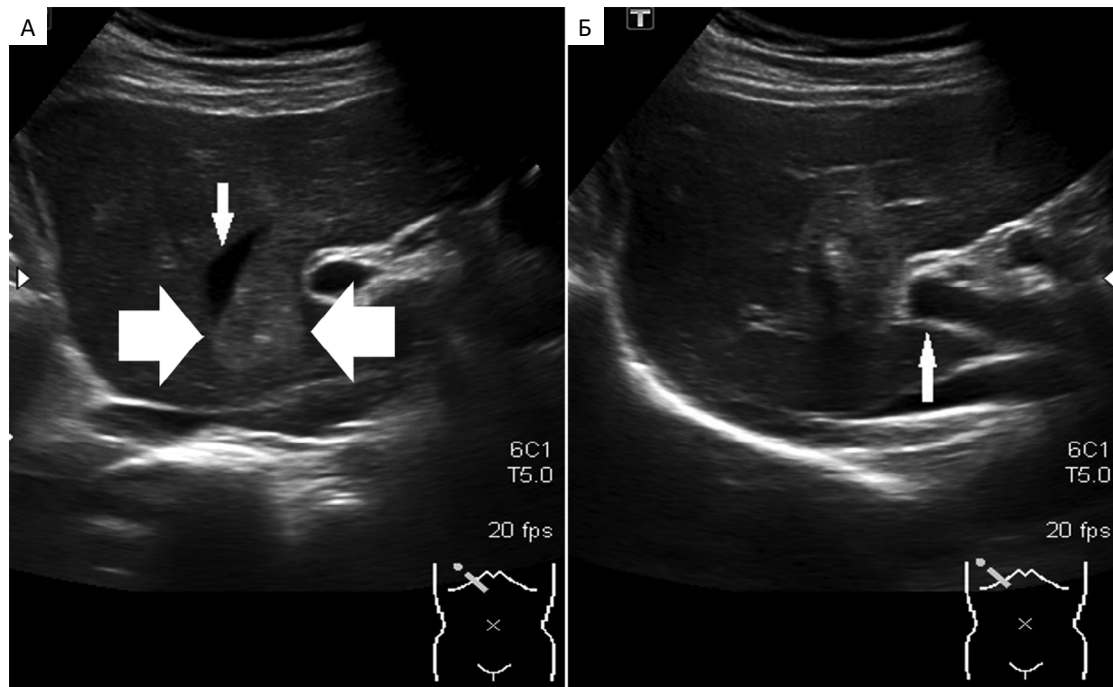


Рис. 3. Сонограмма в положении на спине, доступ межреберный, конвексный датчик (1,5–6,0 МГц). Участок повышенной эхогенности клиновидной формы с ровным четким контуром (толстые стрелки), однородной структуры, без сдавления воротной (Б) и печеночных вен (А) (тонкие стрелки)

Fig. 3. Sonogram in the supine position, intercostal access, convex sensor (1.5–6.0 MHz). The area of increased echogenicity is wedge-shaped with a smooth, clear contour (thick arrows), homogeneous structure, without compression of the portal (B) and hepatic veins (A) (thin arrows)

Эти атипичные паттерны визуализации создают проблему в дифференциации от других патологических процессов и часто требуют проведения дополнительного исследования [5]. Одной из причин возникновения псевдообразований является изменение или нарушение внутрипеченочного распределения и накопления жира. Поэтому в некоторых случаях очаговые поражения могут быть ошибочно приняты за опухоли, что приводит к неправильному лечению или дополнительным обследованиям для подтверждения диагноза, включая биопсию печени. И, наоборот, при наличии опухолевого поражения его достоверная характеристика может быть затруднена при визуализационном исследовании, когда опухоль возникает на фоне жирового гепатоза.

В большинстве случаев первым инструментальным методом лучевой диагностики пациента для широкого спектра заболеваний брюшной полости, в том числе и для выявления поражения лимфоузлов ниже диафрагмы является УЗИ и, следовательно, жировое изменение печени может быть обнаружено как случайная находка или следствие исследования при подозрении на заболевание печени.

Очаговая жировая инфильтрация при УЗИ выглядит как структурно однородный участок повышенной эхогенности с четкими контурами на фоне неизменённой паренхимы печени. Форма участка инфильтрации может быть различна. Чаше она клино-

видная или близка к овоидной, реже — причудлива. Сочетание четкости контуров и причудливости формы именуют «географическим» (или более изящно — «ландкартообразным») типом жировой инфильтрации. Изменения носят клиновидный, сегментарный или долевого характер и не распространяются за границу сегмента или доли.

Наиболее характерными и типичными локализациями являются IV b сегмент, паренхима кпереди от бифуркации воротной вены, ямка желчного пузыря, паренхима вокруг серповидной связки печени, хвостатая доля печени; реже — субкапсулярные отделы долей.

Отличительной особенностью очагового стеатоза, позволяющей дифференцировать его от истинной опухоли, является отсутствие масс-эффекта, а именно: компрессии сосудов, проходящих сквозь или вдоль участка жировой инфильтрации, и деформации контура печени (в случае субкапсулярного расположения).

Представленное на рис. 3 наблюдение демонстрирует четко очерченную зону повышенной эхогенности в IV сегменте печени, интимно прилегающую к средней печеночной вене и бифуркации воротной вены. Обратите внимания на отсутствие какой-либо деформации сосудов вдоль участка жировой инфильтрации.

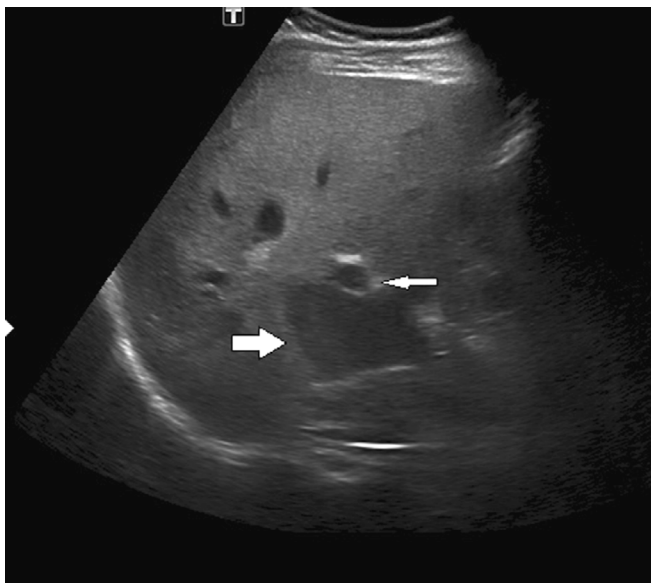


Рис. 4. Сонограмма в положении лежа на левом боку, доступ межреберный, конвексный датчик (1,5-6,0 МГц). Эхогенность печеночной паренхимы повышена. На этом фоне в типичном месте (IV сегмент) определяется участок сниженной эхогенности ланцетовидной формы (толстая стрелка) с неровным четким контуром, однородной структуры. Вентральнее гипоехогенного участка — правая долевая ветвь воротной вены (поперечный срез, тонкая стрелка), стенка которой ровная, без признаков сдавления извне

Fig. 4. Sonogram in the supine position on the left side, intercostal access, convex sensor (1.5-6.0 MHz). The echogenicity of the hepatic parenchyma is increased. Against this background, in a typical location (segment IV b), a section of reduced echogenicity is defined as a road-map-shaped (thick arrow) with an uneven, clear contour and homogeneous structure. Ventral to the hypoechoic area is the right lobar branch of the portal vein (cross section, thin arrow), the wall of which is smooth, without signs of compression from the outside

Локальное сохранение паренхимы на фоне диффузного жирового гепатоза при УЗИ выглядит как участок сниженной (хотя на самом деле — обычной) эхогенности на фоне диффузно гиперэхогенной паренхимы (рис. 4). Типичные локализации и характер изменений (контуры, форма, гомогенность эхоструктуры) аналогичны таковым при очаговом стеатозе, что обусловлено едиными причинами их возникновения.

Типичная локализация изменений объясняется локальными изменениями кровоснабжения печени, а именно так называемым «третьим притоком» (third inflow) — добавочным венозным дренированием (или прямым дренажом крови в системный кровоток, минуя портальный). Например, добавочный отток в aberrantную желудочную вену приводит к локальным изменениям в IV сегменте, в области бифуркации воротной вены; в эпигастрально-параумбиликальную вену — к изменениям вдоль серповидной связки; в пузырную вену — к изменениям в Ib-V сегментах.

В некоторых случаях на КТ-изображениях и без контрастного усиления могут наблюдаться различия в плотности паренхимы печени, которая имеет aberrantный венозный отток, и паренхимы, которая кровоснабжается портальной веной, из-за различий в отложении жира в гепатоцитах. Интересно, что это может привести либо к локальному накоплению жира, поскольку кровь, поступающая в зону аномального венозного оттока, содержит меньше жира, чем кровь в воротной вене; либо к локальному уменьшению количества жировой ткани, возможно, из-за различий в концентрации кишечных гормонов.

Очаговые изменения в печени, обусловленные третьим притоком (third inflow), возникают из-за контрастирования печени посредством нескольких иных путей кровоснабжения, к которым относят

парабилиарную эпигастрально-параумбиликальную венозные системы, а также желчно-пузырную вену. Этим венозные системы самостоятельно питают печень независимо от портальной венозной системы. Поэтому эти сосуды называются «третьим притоком», имея в виду третий, после печеночной артериальной и портальной венозной систем, гепатопетальный поток [6]. Эти дополнительные пути кровоснабжения играют жизненно важную роль в поддержании адекватной перфузии печени. В частности, в случаях, где портальный венозный поток нарушен, таких как тромбоз портальной вены, третий приток становится весьма актуальным. Он обеспечивает непрерывное, заместительное кровоснабжение печеночной ткани, внося значительный вклад в поддержание функции печени и её жизнеспособности. Признание значимости третьего притока улучшает понимание печеночной гемодинамики и её особенностей для таких состояний, как псевдоопухоль печени, связанные с аномальным венозным дренированием [7, 8]. Проблема ошибочной интерпретации актуальна и для ПЭТ/КТ- и ОФЭКТ-изображений.

Демонстрация клинических наблюдений

Наблюдение №1

При выполнении ПЭТ/КТ с ^{18}F -ФДГ по поводу стадирования впервые выявленной гистологически верифицированной лимфомы Ходжкина (нодулярный склероз, IIB), были обнаружены множественные метаболически активные лимфатические узлы, расположенные выше уровня диафрагмы: шейные, над- и подключичные, ретропекторальные (билатерально), а также внутригрудные с $\text{SUV}_{\text{max}} = 15,3$ (рис. 5).

Часть лимфатических узлов сформировали массивные конгломераты аксиальными размерами до 55×70 мм, существенно сдавливавшие ствол верхней

половой вены (ВПВ), и суживавшие её просвет до щелевидного (рис. 6).

На фоне выявленного сдавления ВПВ отмечено выраженное контрастирование множественных подкожных вен передней грудной и брюшной стенок (рис. 7).

Обращает на себя внимание активное контрастирование IV сегмента печени, которое осуществлялось через подкожные вены минуя систему воротной вены (рис. 6, 7). При ПЭТ/КТ в проекции участка интенсивного накопления йодсодержащего контрастного препарата в IV сегменте наблюдали повышенное накопление ¹⁸F-ФДГ (рис. 8). При этом каких-либо структурных изменений в данной области не было выявлено.

С целью исключения возможного поражения печени лимфопролиферативным заболеванием была выполнена МРТ с гепатоспецифическим контрастным препаратом. При проведении МРТ-исследования, субкапсулярно в IV сегменте, определялся участок снижения интенсивности МР-сигнала треугольной формы, свидетельствующего об отсутствии гепатоцитов в зоне интереса, с подходящий к нему сосудом (рис. 9).

Выявленные при ПЭТ/КТ и МРТ изменения были расценены как особенность контрастирования печени, обусловленная aberrантным типом притока венозной крови к IV сегменту печени, через подкожные вены.

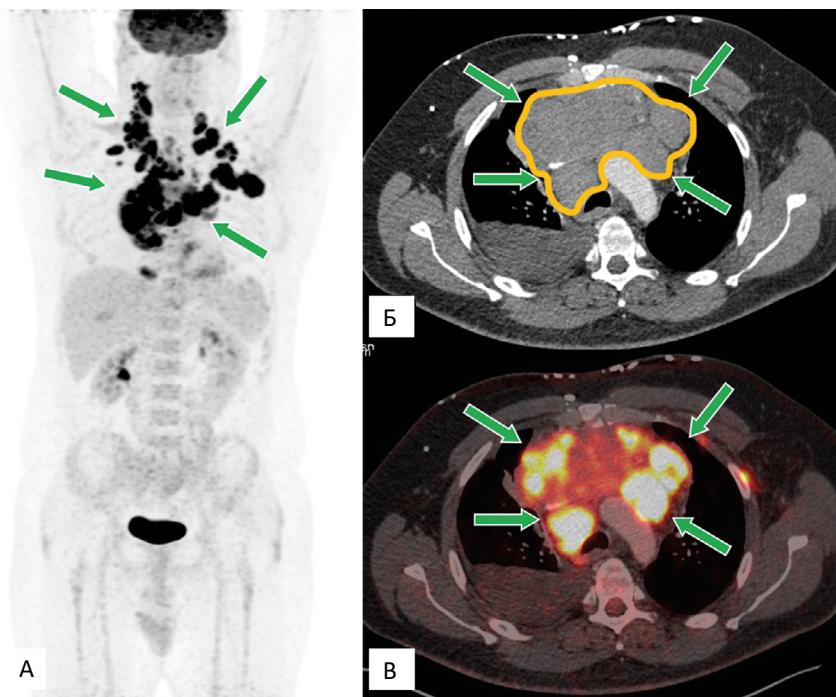


Рис. 5. ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ. ПЭТ-изображение, фронтальная проекция (А); КТ-часть исследования, аксиальная проекция (Б); совмещенное ПЭТ-КТ-изображение, аксиальная проекция (В). Множественные метаболически активные лимфатические узлы выше уровня диафрагмы (шейные, над- и подключичные, ретропекторальные (билатерально), внутригрудные — отмечены зелеными стрелками), сливающиеся в конгломераты (обведены оранжевой линией (Б), с наибольшим показателем SUV=15,34 (В)

Fig. 5. PET/CT scan with ¹⁸F-FDG. PET image, frontal projection (A), CT part of the study, axial projection (B), combined PET-CT image, axial projection (B). Multiple metabolically active lymph nodes above the level of the diaphragm (cervical, supra- and subclavian, retropectoral (bilaterally), and intrathoracic — marked with green arrows), merging into conglomerates (circled with an orange line (B), with the highest index of SUV=15.34 (B)

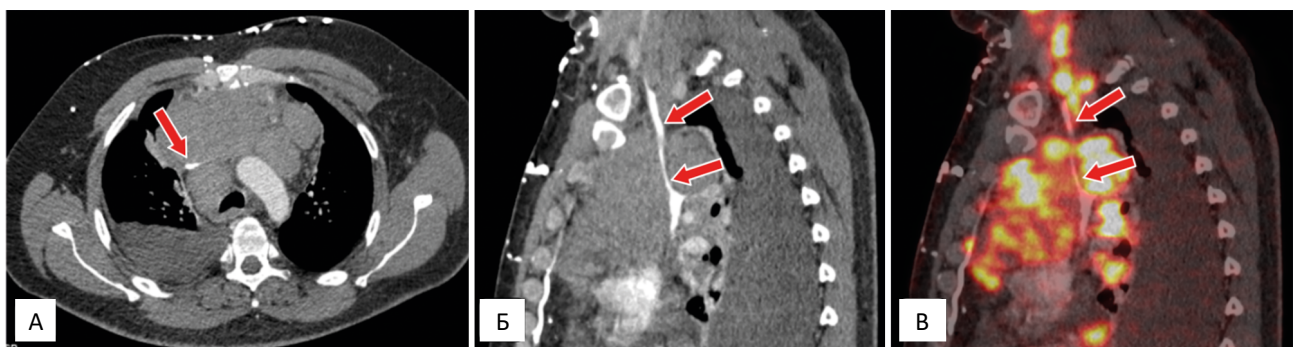


Рис. 6. КТ-изображения в аксиальной (А), сагитальной (Б) проекциях, и ПЭТ/КТ (В). Определяется выраженное сдавление верхней полой вены конгломератами метаболически активных лимфоузлов, с сужением её просвета до щелевидного (красные стрелки)

Fig. 6. CT images in axial (A), sagittal (B) projections, and PET/CT (C). Marked compression of the superior vena cava by conglomerates of metabolically active lymph nodes is detected, with a narrowing of its lumen to a slit (red arrows)

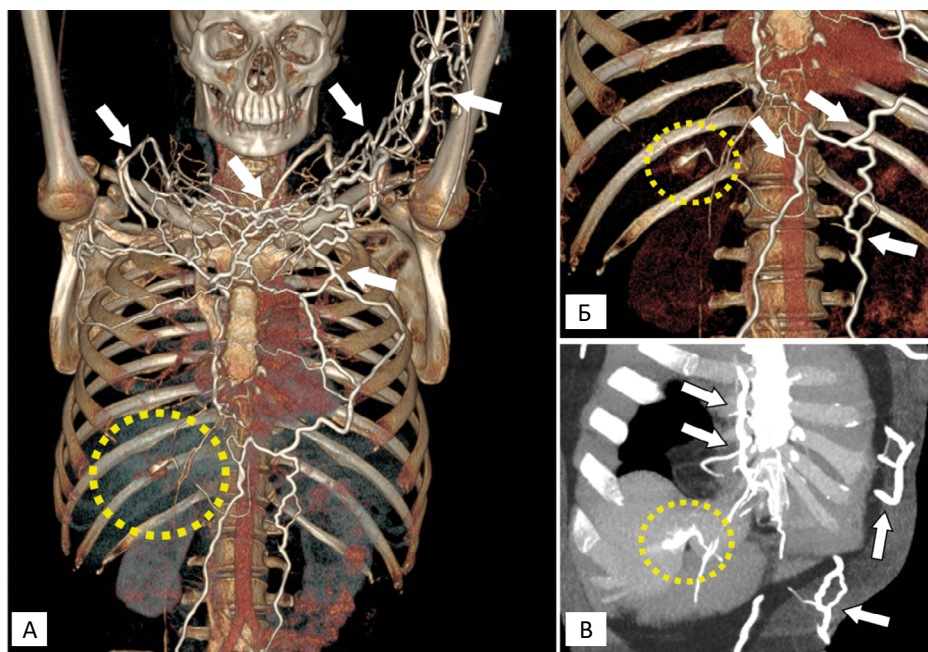


Рис. 7. Volume rendering (А и Б), и МIP (В) изображения. Обширная сеть подкожных вен, по которым осуществляется отток венозной крови от верхней половины тела (белые стрелки). Зона прямого контрастирования IV сегмента печени из подкожных вен (желтый пунктирный круг)

Fig. 7. Volume rendering (A and B), and MIP (C) images. An extensive network of subcutaneous veins, through which venous blood flows from the upper half of the body (white arrows). The area of direct contrast of the IV segment of the liver from subcutaneous veins (yellow dotted circle)



Рис. 8. Участок активного накопления ^{18}F -ФДГ и йодсодержащего контрастного препарата в IV сегменте печени, выявленный на аксиальных моно — ПЭТ (А), КТ (Б) и совмещенных ПЭТ/КТ (В) изображениях (красные стрелки)

Fig. 8. The site of active accumulation of ^{18}F -FDG and an iodine-containing contrast agent in the IV segment of the liver, revealed on axial mono- PET (A), CT (B) and combined PET/CT (C) images (indicated by red arrows)

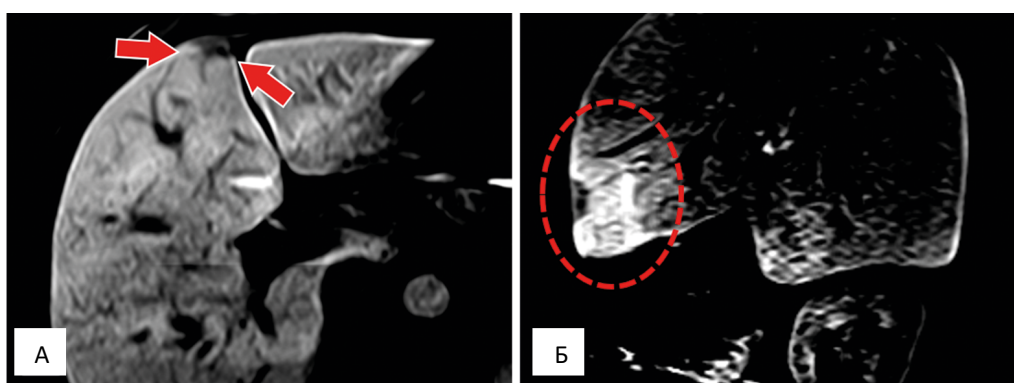


Рис. 9. Фрагмент МР-томограммы печени, через 10 мин после введения гепатоспецифического контрастного вещества (А). На фоне однородного контрастирования паренхимы, в типичном месте, на передней поверхности IV сегмента определяется гипоинтенсивный участок неправильной треугольной формы с подводящей к нему ветвью портальной вены (красные стрелки). Сагиттальное изображение МР-томограммы (Б). Треугольной формы субкапсулярный участок снижения интенсивности сигнала и подводящий к нему сосуд (красный пунктирный овал). Локального накопления контрастного вещества не было выявлено (иллюстрацию не приводим)

Fig. 9. Fragment of an MR tomogram of the liver, 10 minutes after administration of the hepatospecific contrast agent (A). Against the background of homogeneous contrast of the parenchyma, in a typical place, a hypointensive area of irregular triangular shape with a branch of the portal vein leading to it is determined on the anterior surface of segment IV (red arrows). Sagittal image of an MR tomogram (B). A triangular subcapsular area of signal intensity reduction and a vessel leading to it (red dotted oval). No local accumulation of contrast agent was detected (we do not provide an illustration)

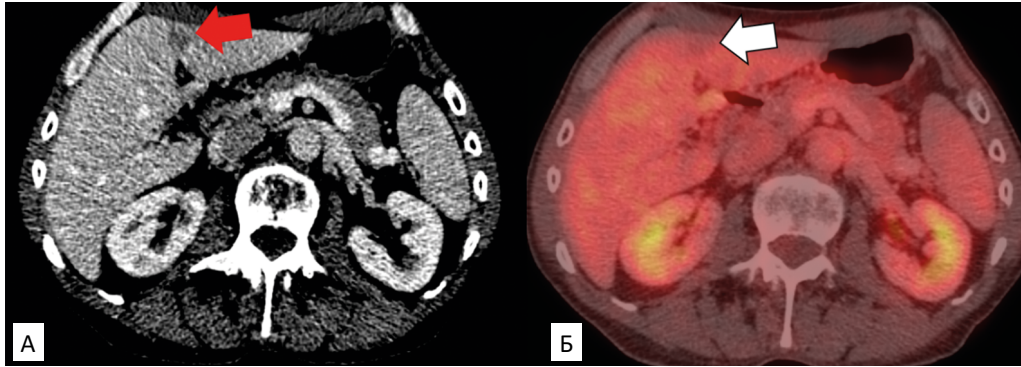


Рис. 10. На компьютерной томограмме (А) выявляется относительно низкоплотный очаг в смежных отделах IVb/ III сегментов, в области круглой связки (красная стрелка). На совмещенном ПЭТ/КТ-изображении (Б) этот очаг накапливает РФП в меньшей степени, чем остальная паренхима печени (белая стрелка)

Fig. 10. The CT scan (A) reveals a relatively low-density lesion in the adjacent sections of the IVb/ III segments, in the area of the circular ligament (red arrow). In the combined PET/CT image (Б), this lesion accumulates RFP to a lesser extent than the rest of the liver parenchyma (white arrow)

Наблюдение №2

Иной паттерн накопления РФП демонстрирует следующее наблюдение (рис. 10): здесь в типичном месте, в смежных отделах IVb/ III сегментов, выявлено локальное снижение накопления РФП, а при КТ этой зоне соответствует относительно низкоплотный участок, обусловленный FFI за счет третьего притока

Обсуждение

Псевдообразования печени, относительно подробно изученные при «более старых» методах визуализации (УЗИ, КТ, МРТ), упомянуты пока в редких публикациях о «молодой методике» ПЭТ/КТ. Неопухолевое накопление РФП в печени было описано ранее при гигантских гемангиомах [9], а также при фокальной нодулярной гиперплазии [10].

Выявленный нами участок интенсивного контрастирования паренхимы IV сегмента печени у боль-

ного с обширным поражением лимфоузлов принципиально отличается от гиперфиксации опухолевой природы. По сути, он представляет собой псевдообразование, вызванное аномальным накоплением и задержкой как йодсодержащего контрастного препарата, так и ¹⁸F-ФДГ, возникшее из-за компрессии верхней полой вены (ВПВ) конгломератами лимфатических узлов. Если контрастный препарат вводится в вену верхней конечности, то, при блоке ВПВ, он направляется в коллатеральные пути, которые, в конечном итоге, направляют поток контрастированной крови в нижнюю полую вену (НПВ). Эти коллатеральные пути включают в себя внутренние грудные, верхние и нижние эпигастральные вены, которые сообщаются с околопупочными венами на передней брюшной стенке вокруг пупка. Верхняя и нижняя вены Саппея являются главными околопупочными венами и несут кровь в левую долю печени с прямой перфузией паренхимы печени, а также оттоком в ветви воротной вены (рис. 11).

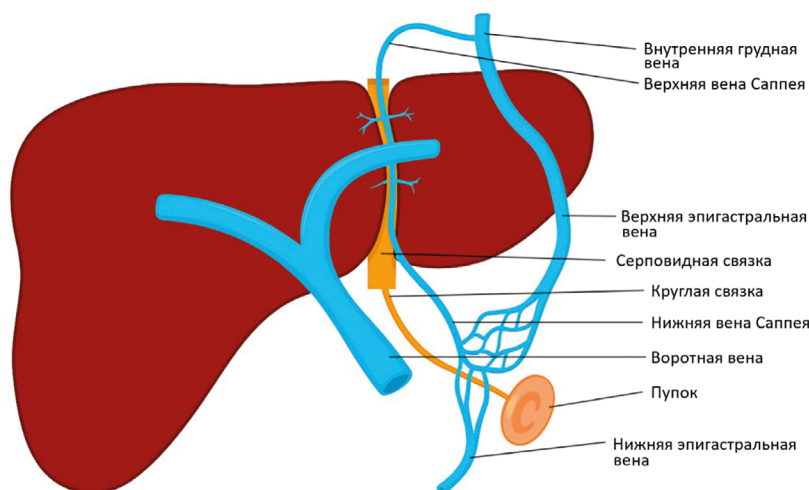


Рис. 11. Схематическое расположение околопупочных вен с путями притока венозной крови в печень. Околопупочные вены представляют собой небольшие вены вокруг серповидной связки, которые отводят венозную кровь из передней части брюшной стенки и диафрагмы непосредственно в печень и сообщаются с другими венами передней брюшной стенки

Fig. 11. Schematic arrangement of the umbilical veins with the pathways of venous blood flow to the liver. The umbilical veins are small veins around the sickle ligament that drain venous blood from the anterior abdominal wall and diaphragm directly to the liver and communicate with other veins of the anterior abdominal wall

Пупочные и околопупочные вены впадают преимущественно в левую ветвь воротной вены, что приводит к системно-портальному шунтированию, вызывающему обеднение портального притока и увеличение кровотока в артериальной фазе в части печени, снабжаемой левой ветвью воротной вены.

В доступной литературе нами было обнаружено несколько подобных наблюдений аномального контрастирования IV сегмента печени. КТ-аналог этого признака был впервые описан Ishikawa в 1983 году и проявляется как область интенсивного очагового усиления квадратной доли в артериальной фазе с контрастированием, равным или превышающим плотность аорты [11]. Группа исследователей во главе с Virmani V. et al изучила особенности возникновения данного феномена и дала ему название «горячей точки» — Hot spot sign [12].

Также очаг повышенной активности или «горячую точку» в IV сегменте печени можно увидеть при сканировании печени и селезенки с ^{99m}Tc -коллоидом у пациентов с обструкцией верхней полой вены [13]. При введении радиофармпрепаратов (РФП) в периферические вены верхних конечностей на фоне обструкции центральных грудных вен определенные участки печени могут подвергаться воздействию более высоких концентраций РФП по сравнению с остальной частью органа, что приводит к очаговым участкам гиперфиксации радиотрейсера [13]. Это системно-портальное шунтирование, наряду с преимущественным дренированием пупочных и околопупочных вен в левую ветвь воротной вены, обуславливает физиологическую основу «горячей точки» в квадратной доле, наблюдаемой при сканировании с ^{99m}Tc или ^{18}F -ФДГ [14].

Подобные по паттерну контрастирования изменения описаны у гемангиом с признаками воспаления. Этот феномен объясняется высоким потреблением глюкозы, и, следовательно, высоким поглощением ^{18}F -ФДГ. Последняя гипотеза связана с тканевым метаболизмом. Доброкачественные опухоли демонстрируют нормальный или сниженный обмен веществ, но и могут иметь гиперметаболические паттерны.

Заключение

Псевдообразования, выявленные при различных способах визуализации печени, представляют интерес как с точки зрения изучения до сих пор неясных механизмов их формирования, так и с точки зрения дифференциальной диагностики очаговых поражений.

Появление признака «горячей точки» (hot spot sign) в IV сегменте печени, обнаруженного в ситуации, при которой высока вероятность метастатического поражения печени, требует тщательного дифференциального диагноза. В нашем случае при КТ с

болюсным контрастированием и при ПЭТ/КТ ^{18}F -ФДГ он может быть объяснен компрессией ВПВ.

Важное клиническое значение имеет ситуация, когда признак «горячей точки» выявлен при проведении только компьютерной томографии органов брюшной полости. В таком случае должны быть сформулированы показания для дообследования органов грудной клетки с целью исключения возможной компрессии ВПВ.

Список литературы / References

1. Лимфома Ходжкина. Клинические рекомендации. Ассоциация онкологов России, Российское общество гематологов, Российское общество клинической онкологии (RUSSCO), Национальное гематологическое общество. Москва, 2024. ID: 139_2024 Hodgkin's lymphoma. Clinical recommendations. The Association of Oncologists of Russia, the Russian Society of Hematology, the Russian Society of Clinical Oncology (RUSSCO), the National Hematology Society. Moscow, 2024. ID: 139_2024
2. Burrowes DP, Medellin A, Harris AC, et al, Characterization of Focal Liver Masses: A Multicenter Comparison of Contrast-Enhanced Ultrasound, Computed Tomography, and Magnetic Resonance Imaging. *J Ultrasound Med.* 2021;40(12):2581-93. <https://doi.org/10.1002/jum.15644>
3. Розенгауз ЕВ. Псевдообразования печени по данным многослойной спиральной компьютерной томографии. Медицинская визуализация. 2006;1:8-21. Rosengauz EV. Liver pseudoformations according to the data of multilayer spiral computed tomography. *Medical imaging.* 2006;1:8-21. (In Russ.).
4. Desser TS. Understanding transient hepatic attenuation differences. *Semin Ultrasound CT MR.* 2009;30(5):408-417. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2009.07.003>.
5. Bhatnagar G, Sidhu HS, Vardhanabhuti V, et al. The varied sonographic appearances of focal fatty liver disease: review and diagnostic algorithm. *Clin Radiol.* 2012;67(4):372-9. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2011.10.020>
6. Kobayashi S. Hepatic pseudolesions caused by alterations in intrahepatic hemodynamics. *World J Gastroenterol.* 2021;27(46):7894-7908. <https://doi.org/10.3748/wjg.v27.i46.7894>
7. Deger S, Bozer A. Liver Pseudotumor Due to Aberrant Left Gastric Vein: A Case Report. *J Belg Soc Radiol.* 2023;107(1):82. <https://doi.org/10.5334/jbsr.3342>. PMID: 37900346; PMCID: PMC10607559.
8. Jain A, Ablett M. Pseudolesion caused by aberrant venous drainage / Clinical Cases / www.eurorad.org/case/7101, <https://doi.org/10.1594/EURORAD/CASE.7101>
9. Sollaku S, Frantellizzi V, Casciani E, et al. The rare case of positive FDG-positron emission tomography for giant cavernous hemangioma of the liver. *Br J Res.* 2017;4:19. <https://doi.org/10.21767/2394-3718.100019>
10. Kurtaran A, Becherer A, Pfeffel F, et al. ^{18}F -fluorodeoxyglucose (FDG)-PET features of focal nodular hyperplasia (FNH) of the liver. *Liver.* 2000;20(6):487-90. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0676.2000.020006487.x>
11. Maldjian PD, Obolevich AT, Cho KC. Focal enhancement of the liver on CT: a sign of SVC obstruction. *J Comput Assist Tomogr.* 1995;19:316-18 <https://doi.org/10.1016/j.clinre.2014.03.008>
12. Virmani V, Lal A, Ahuja CK, Khandelwal N. The CT Quadrate lobe hot spot sign. *Ann Hepatol.* 2010;9(3):296-8. <https://doi.org/10.15171/mejdd.2018.110>
13. Yamada T, Takahashi K, Shuke N, et al. Focal hepatic hot spot on superior vena cava obstruction: correlation between radiocolloid hepatic SPECT and contrast enhanced CT *Clin Nucl Med.* 1999;533-4. <https://doi.org/10.1097/00003072-199907000-00019>
14. Maldjian PD, Ghesani N. Focal increased activity in the liver on ^{18}F -FDG PET scan secondary to brachiocephalic vein and superior vena cava obstruction. *J Thorac Imaging.* 2008;23(4):275-7. <https://doi.org/10.1097/RTI.0b013e3181804763>

Information about the authors

Evgeny V. Rozengauz, <https://orcid.org/0000-0003-1742-7783>
Artyom L. Dolbov, <https://orcid.org/0000-0002-2195-2401>
Nikolay V. Ilyin, <https://orcid.org/0000-0002-8422-0689>
Marianna Yu. Golovtsova, <https://orcid.org/0009-0004-6773-6466>
Elina N. Shelkopyas, <https://orcid.org/0009-0007-5434-7981>
Anton A. Khomenko, <https://orcid.org/0009-0001-5662-4731>

Вклад авторов

Розенгауз Е. В. — разработка дизайна и концепции исследования, написание текста рукописи;
Долбов А.Л. — получение данных для анализа, анализ полученных данных; написание текста рукописи;
Ильин Н.В. — разработка дизайна и концепции исследования;
Головцова М.Ю., Шелкопьяс Э.Н., Хоменко А.А. — получение данных для анализа, анализ полученных данных.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 14.04.2026

Принята к публикации: 10.05.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Rosengauz E.V. — conceptualization and study design, writing of the original draft;
Dolbov A.L. — data acquisition and analysis, writing of the original draft;
Ilyin N.V. — conceptualization and study design;
Golovtsova M.Yu., Shelkopyas E.N., Khomenko A.A. — data acquisition and analysis.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 14.04.2026

Accepted for publication: 10.05.2026

Published online: 26.06.2026

ОНКОЦИТОМЫ ПОЧЕК — МНОГОЛИКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

Дробот Н.Ц.-Д., Романова К.А., Топалов Е.С.✉, Бежанова С.Д., Климов А.В.,
Медведева Б.М., Лукьянченко А.Б.

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России;
Россия, 115522, Москва, Каширское шоссе, 23

✉ Евгений Сергеевич Топалов, topalov.e@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Ознакомить читателей с многообразием отображения онкоцитом почек по данным КТ и МРТ.

Материалы и методы: Статья основана на одном из самых крупных клинических материалов, отражающим многообразие проявлений онкоцитом почек у 61 пациента по данным предоперационных КТ/МРТ исследований брюшной полости с внутривенным контрастированием. Всем пациентам выполнено оперативное вмешательство (резекция почки или нефрэктомия) с морфологическим изучением удаленных макропрепаратов.

Результаты: Значительное разнообразие вариантов отображения онкоцитом базируется на неоднородности их морфологического строения: заметном различии в клеточности опухолей, выраженности стромы, наличии геморрагических и/или кистозных элементов. Именно поэтому их проявления могут отчетливо напоминать различные варианты почечно-клеточного рака (светло-клеточного, хромофобного и др.), что значительно затрудняет корректную дооперационную диагностику онкоцитом с помощью стандартных лучевых методов исследования (УЗИ, КТ, МРТ). Характерный для онкоцитом симптом «колеса со спицами» выявлен нами только в 4 из 61 наблюдения.

Заключение: Дифференциальная диагностика онкоцитом и почечно-клеточного рака по данным КТ/МРТ в большинстве наблюдений обычно крайне затруднена, но в отдельных случаях все-таки возможна.

Ключевые слова: онкоцилома, опухоли почек, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография

Для цитирования: Дробот Н.Ц.-Д., Романова К.А., Топалов Е.С., Бежанова С.Д., Климов А.В., Медведева Б.М., Лукьянченко А.Б. Онкоцитомы почек — многоликие проявления. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):37-44. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-37-44>

RENAL ONCOCYTOMA — MULTIFACES APPEARANCES

Natalia Ts.-D. Drobot, Ksenia A. Romanova, Evgeny S. Topalov✉, Svetlana D. Beghanova,
Aleksey V. Klimov, Bela M. Medvedeva, Aleksandr B. Lukianchenko

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 23 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115522

✉ Evgeny S. Topalov, topalov.e@yandex.ru

ABSTRACT

Introduction: The effectiveness of adjuvant radiation therapy used to consolidate the effect of chemotherapy in patients with

Purpose: To familiarize readers with the diverse imaging features of renal oncocytomas as seen on 4-phase CT/MRI contrast-enhanced study.

Materials and methods: This article is based on one of the largest clinical data, reflecting the wide variety of imaging features of renal oncocytoma in 61 patients who underwent preoperative 4-phase CT/MRI contrast-enhanced study of the abdomen, followed by surgical intervention (resection or nephrectomy) and morphological examination of the resected specimens.

Results: The significant diversity in the imaging patterns of oncocytomas depends on the heterogeneity of their morphological structure: marked differences in tumor cellularity, the volume of stroma, and the presence of hemorrhagic and/or cystic elements. This is why their imaging manifestations can overlap with the features of various types of renal cell carcinoma (clear cell, chromophobe cell, etc.), which significantly complicates the accurate preoperative diagnosis of oncocytoma using standard imaging methods (ultrasound, CT, MRI). The well-known and characteristic oncocytoma's pattern "a spoke-wheel-like enhancement" we observed in only 4 of 61 patients.

Conclusion: Differential diagnosis between oncocytoma and renal cell carcinoma based on CT/MRI findings can be extremely difficult in most cases, but is still possible in a few patients.

Key words: oncocytoma, renal tumors, CT, MRI

For citation: Drobot N.Ts.-D., Romanova K.A., Topalov E.S., Beghanova S.D., Klimov A.V., Medvedeva B.M., Lukianchenko A.B. Renal Oncocytoma — Multifaces Appearances. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):37-44. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-37-44>

Введение

Онкоцилома почки — это довольно редкая, хорошо дифференцированная, эпителиальная доброкачественная опухоль, состоящая из онкоцитов. По данным различных авторов, встречается примерно в 3–7 % случаев среди всех первичных опухолей почек [1–4]. Следует отметить наличие в литературе от-

дельных упоминаний о единичных наблюдениях развития метастазов у пациентов с онкоциломами [3]. Клинические проявления онкоцитом довольно скудные, поэтому даже при больших размерах этих опухолей их выявление — обычно случайная находка во время разных лучевых исследований. Данные опухоли обычно обнаруживаются у пациентов среднего

и пожилого возраста (40–80 лет) в виде одиночного новообразования, значительно реже встречается двусторонний и многоочаговый процесс [1, 3–5].

Разнообразие морфологической картины онкоцитом в сочетании с их атипичными проявлениями может значительно затруднять корректный гистологический диагноз, что и обуславливает богатый

спектр вариантов отображения этих опухолей при лучевой диагностике [3–7].

Считается, что в большинстве наблюдений онкоцитомы при лучевых методах исследования практически неотличимы от почечно-клеточного рака (ПКР) [4, 8, 9] (рис. 1, 2).

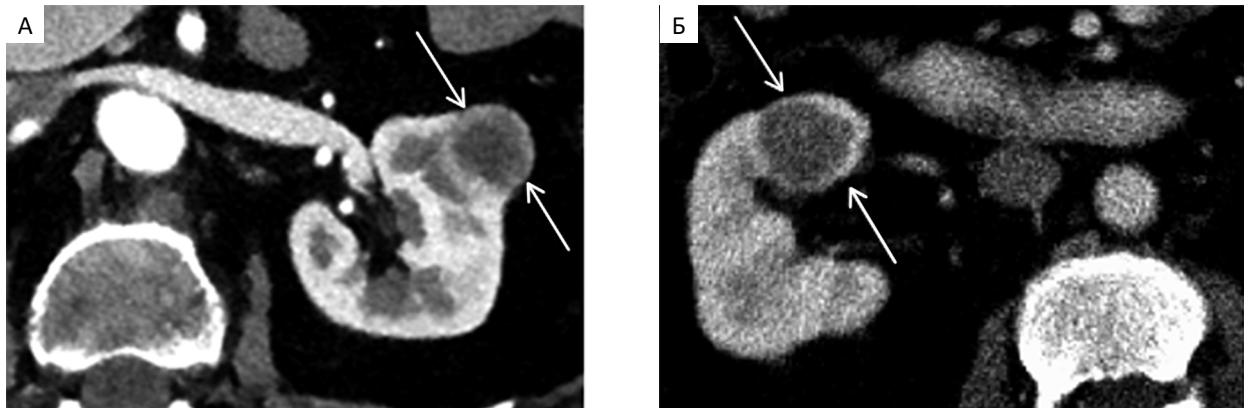


Рис. 1. Аксиальные томограммы брюшной полости в кортикомедуллярную фазу внутривенного контрастирования: А — пациентки Б. 64 лет с онкоцитомой левой почки; Б — пациентки Х. 50 лет с раком правой почки.

В обоих случаях в почках — округлые узловые образования (до 2,5 см в диаметре), с четкими ровными контурами и однородной гиподенсивной внутренней структурой с выраженным периферическим (кольцевидным) усилением (стрелки)

Fig. 1. Axial CT-scans of the abdominal cavity in the corticomedullary phase (CMP) of intravenous contrast enhancement: А — patient B., 64 years old, with oncocycoma of the left kidney; Б — patient H., 50 years old, with cancer of the right kidney. In both cases there are rounded masses (up to 2.5 cm in diameter) in the kidneys with clear, smooth contours and a homogeneous hypodense structure with pronounced peripheral (ring-shaped) enhancement (arrows)

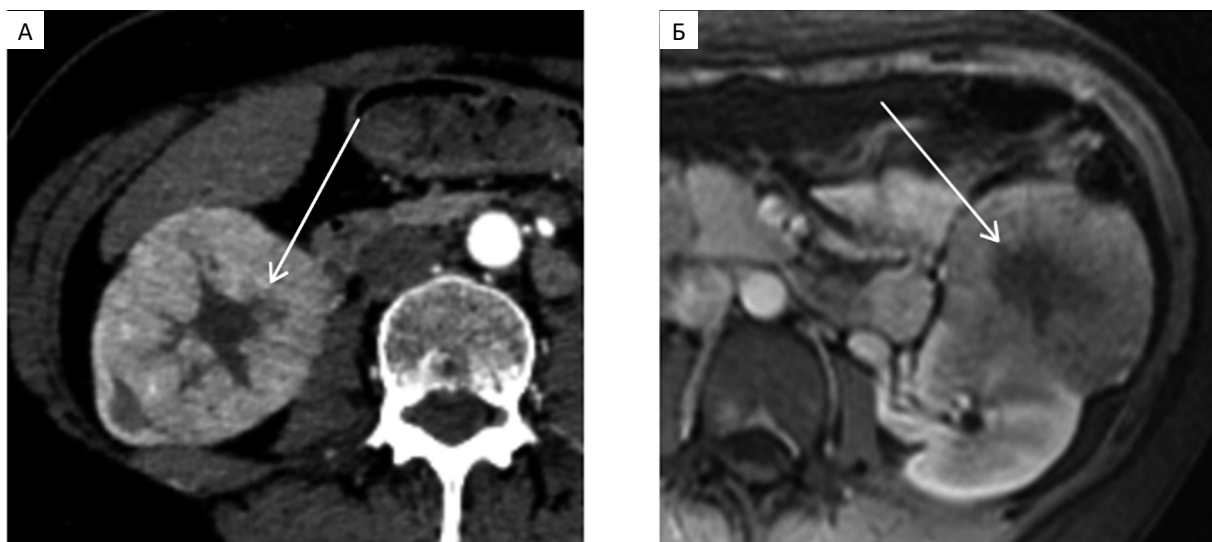


Рис. 2. Аксиальные изображения брюшной полости в кортикомедуллярную фазу внутривенного контрастирования. А — компьютерная томограмма пациентки М. 54 лет с онкоцитомой правой почки; Б — МР-томограмма (в T_1) пациентки А. 29 лет с почечно-клеточным раком слева. В обоих случаях в почках — массивные узловые образования (около 6 см в диаметре), с четкими волнистыми контурами и неоднородной внутренней структурой за счет крупного гиподенсивного (на рис. А) или гипоинтенсивного (на рис. Б) центрального звездчатого рубцового формирования (стрелки)

Fig. 2. Axial scans of the abdominal cavity in the CMP of intravenous contrast enhancement. А — CT-scan of a 54-year-old female patient with oncocycoma of the right kidney; Б — MR-scan (in T_1) of a 29-year-old female patient with cancer of the left kidney. In both cases, in the kidneys there are rounded masses (near 6 cm in diameter) with clear, wavy contours and a heterogeneous structure due to a large, hypodense (in Fig. A) or hypointense (in Fig. B) central stellate scar (arrows)

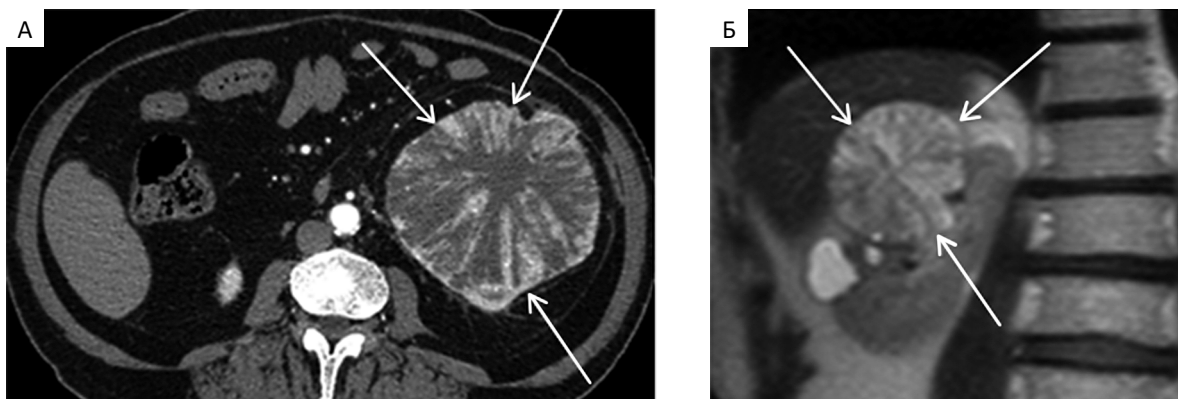


Рис. 3. А — Аксиальная компьютерная томограмма брюшной полости в кортикомедуллярную фазу внутривенного контрастирования пациентки П. 71 года с онкоцитомой левой почки (размерами до 10×12 см в поперечнике); Б — корональная МР-томограмма (в T2) брюшной полости пациентки Г. 65 лет с онкоцитомой правой почки. В обоих случаях в почках — крупные узловые образования с четкими волнистыми контурами и характерной внутренней структурой в виде «колеса со спицами» (стрелки)

Fig. 3. A — Axial CT-scan of the abdominal cavity in the CMP of intravenous contrast enhancement in a 71-year-old female patient with oncocytoma of the left kidney (up to 10×12 cm in diameter); Б — Coronary MR-scan (in T2) of the abdominal cavity of a 65-year-old female patient with oncocytoma of the right kidney. In both cases, in the kidneys there are large nodular masses with clear, wavy contours and a characteristic structure in the form of a “spoke-wheel-like appearance” (arrows)

Лишь изредка в массиве опухоли можно наблюдать крайне характерный (практически патогномоничный) симптом «колеса со спицами» (отражающий ход артериол в опухоли), впервые описанный при ангиографических исследованиях и определяемый также при УЗИ, КТ и МРТ [1, 2, 5]. Упомянутый симптом позволяет поставить корректный предоперационный диагноз онкоцитомы, поскольку он не отмечался и не описан при других новообразованиях почек (рис. 3).

Кроме того, ряд авторов считает довольно характерным для онкоцитом и другой симптом — «центральный звездчатый рубец», нередко наблюдаемый при КТ/МРТ исследованиях, чаще в крупных опухолевых узлах, хотя подобную картину можно встретить и при почечно-клеточном раке [3–6] (рис. 2). Центральный звездчатый рубец — это зона фиброзной ткани, расположенная в центре новообразования, от которой радиально к периферии отходят тяжи соединительной ткани, формирующие характерный «звездчатый» рисунок.

Морфологически центральный звездчатый рубец в онкоцитомах не является рубцом в классическом понимании (т.е. это не результат репаративных процессов после некроза). В онкоцитомах он представлен гипоклеточной, часто гиалинизированной стромой. Данная строма состоит из плотной волокнистой соединительной ткани с высоким содержанием коллагена. В отличие от почечно-клеточного рака, для которого характерны очаги некроза в центре опухоли, при онкоцитомах в зоне «рубца», как правило, отсутствуют признаки некроза, кровоизлияний или воспалительной инфильтрации. В гистологических препаратах, помимо плотного фиброза, в этой

области могут определяться тонкостенные сосуды, небольшие скопления онкоцитарных клеток или так называемые «онкобласты» на периферии рубцовой зоны. Согласно классическим представлениям, формирование центрального звездчатого рубца связано с относительно медленным ростом опухоли и развитием вторичных ишемических изменений. По мере увеличения размеров онкоцитомы, ее центральные участки кровоснабжаются в меньшей степени, т.е. подвергаются относительной гиповаскуляризации, что приводит к постепенному замещению паренхимы опухоли плотной волокнистой соединительной тканью [7, 23, 24].

Отдельные авторы полагают характерным для онкоцитом и симптом «сегментарной инверсии контрастирования», который проявляется противоположными различиями в степени усиления разных сегментов опухоли в кортикомедуллярную и экскреторную фазы исследования, что можно объяснить сочетанием гипervasкулярных участков в массиве опухоли (которые контрастируются раньше других, но быстрее становятся гиповаскулярными) с участками фиброза, которые наоборот, вначале выглядят гиповаскулярными, контрастируются позднее и затем представляются гипervasкулярными (в экскреторную фазу), что создает определенную «пестроту» картины в различные фазы исследования [4, 14].

Материалы и методы

Цель нашего сообщения — продемонстрировать широкую палитру вариантов проявления обсуждаемой опухоли при 4-фазных КТ и МРТ-исследованиях с внутривенным контрастированием.

В нашу работу включено 61 наблюдение гистологически верифицированных онкоцитом, из них: у 45 пациентов — после резекции почек, у 11 — после нефрэктомии, у 5 — после биопсии.

Среди 61 пациента было 37 женщин и 24 мужчины, все в возрасте от 30 до 80 лет, преимущественно от 50 до 80 лет (43 человека). У 35 пациентов была поражена левая почка, у 24 — правая, у двух выявлено двустороннее поражение.

Результаты

Многочисловой опухолевой процесс отмечен у 3 больных: у одного — выявлено 10 рассеянных мелких узлов (1–2 см) в обеих почках, у другого — 2 схожих мелких узла (до 2 см) в одной почке, у третьего — по одному мелкому узлу (до 2 см) в каждой почке.

В большинстве наших наблюдений (в 58 из 61) поражения почек были обнаружены при 4-фазном КТ-исследовании брюшной полости с внутривенным контрастированием, включавшем нативную (НФ), кортико-медуллярную (КМФ), нефрографическую (НГФ) и экскреторную фазы (ЭФ). В 3 случаях новообразования в почках были выявлены при 4-фазной МРТ брюшной полости с внутривенным контрастированием.

Локализация онкоцитом в почках была разнообразна: у 29 пациентов отмечено преимущественно экстраренальное (поверхностное) расположение опухолей (рис. 4А), у 26 пациентов — более 50 % объема опухоли располагалось в паренхиме почки и менее 50 % — экстраренально, у 6 — опухоль локализовалась преимущественно в синусе почки (рис. 4Б).

Размеры опухолевых узлов были самыми различными: до 2 см — у 12 пациентов, в пределах 2,1–4 см — у 28, 4,1–6 см — у 11, 6,1–8 см — у 7, от 8,1 до 11,5 см — у 3 пациентов.

В 53 наблюдениях форма опухолевых узлов была правильно округлая, в 8 — овальная, а контуры узлов в 52 случаях определялись как четкие и ровные, изредка, при крупных размерах, как волнистые — в 5 случаях или бугристые — в 4 случаях (рис. 5А).

Внутренняя структура опухолевых узлов при КТ/МРТ-исследованиях с внутривенным контрастированием представлялась довольно разнообразной, в частности: однородной только в НФ — в 50 случаях (из 61), однородной во все фазы внутривенного контрастирования — в 11 случаях, однородной только в КМФ — в 3 случаях, однородной только в НГФ и ЭФ — в 12 случаях, однородной только в ЭФ — в 5 случаях (суммирование данных вариантов отображения структуры не может быть корректным).

В то же время, внутренняя структура опухолевых узлов была неоднородной в НФ — в 11 случаях (из 61), неоднородной только в КМФ — в 15 случаях, неоднородной во все фазы исследования — в 31 случае, в том числе за счет маловыраженной мелкоочаговой кальцинации в 4 случаях, сосудистых элементов — в 2 случаях (рис. 5Б).

Обсуждение

В целом, картина проявления онкоцитом характеризовалась выраженным разнообразием в разных сочетаниях в различные фазы внутривенного контрастирования.

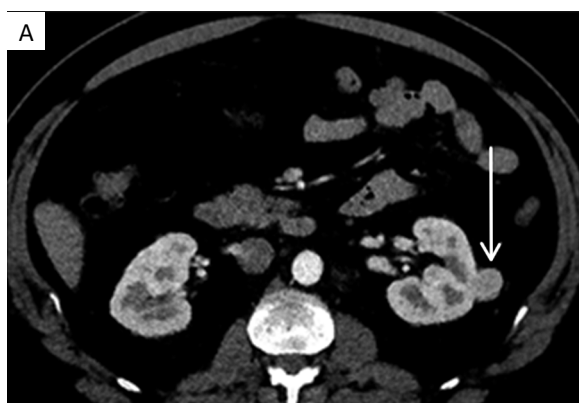


Рис. 4. Аксиальные томограммы брюшной полости в кортикомедуллярную фазу внутривенного контрастирования пациентов с онкоцитомами: А — компьютерная томограмма пациента Б. 50 лет. На латеральной поверхности левой почки — округлый, мягкотканый узел (до 2 см в диаметре), с четкими ровными контурами и однородной внутренней структурой (стрелка); Б — МР-томограмма пациентки К. 36 лет. В синусе левой почки — округлый мягкотканый узел (до 2,5 см в диаметре), с четкими ровными контурами и неоднородной внутренней структурой, несколько напоминающей «колесо со спицами» (стрелки).

Fig. 4. Axial scans of the abdominal cavity in the CMP phase of intravenous contrast enhancement in patients with oncocytomas: А — CT-scan of patient B, 50 years old. On the lateral surface of the left kidney, there is a rounded, soft-tissue node (up to 2 cm in diameter) with clear, smooth contours and a homogeneous internal structure (arrow); Б — MR-scan of a 36-year-old female patient. In the sinus of the left kidney, there is a rounded, soft-tissue node (up to 2,5 cm in diameter) with clear, smooth contours and a heterogeneous internal structure, somewhat resembling a “spoke-wheel-like appearance” (arrows)

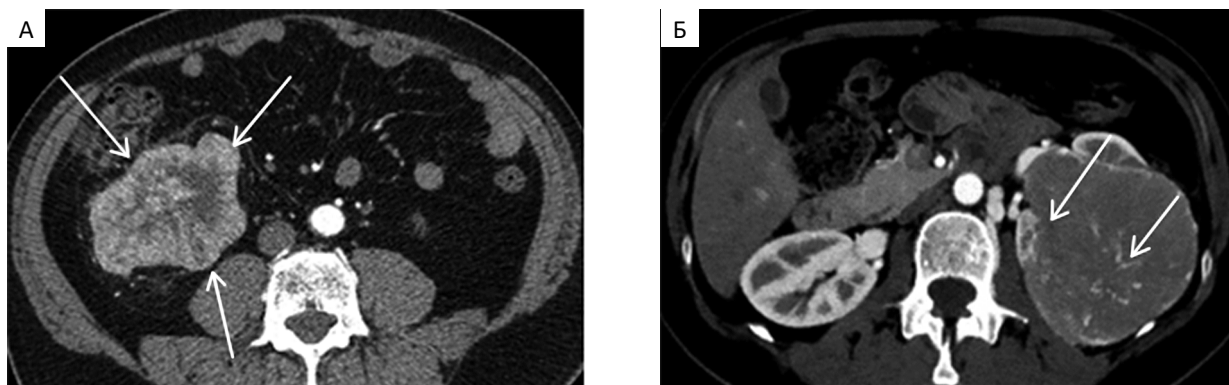


Рис. 5. ААксиальные томограммы брюшной полости в кортикомедуллярную фазу внутривенного контрастирования: А — пациента М. 50 лет с онкоцитомой правой почки, в нижнем полюсе которой определяется массивное узловое образование (до 10х7 см в поперечнике), с бугристыми контурами (стрелки) и неоднородной внутренней структурой за счет звездчатого рубцового формирования; Б — пациентки К. 36 лет с онкоцитомой левой почки, большая часть которой замещена массивным опухолевым образованием (до 9х8 см в поперечнике), с четкими ровными контурами и неоднородной внутренней структурой за счет многочисленных разновеликих сосудистых элементов (стрелки)

Fig. 5. Axial CT-scans of the abdominal cavity during the CMP of intravenous contrast enhancement: А — Patient M., 50 years old, with oncocytoma of the right kidney looks like a large mass (up to 10x7 cm) with bumpy contours (arrows) and a heterogeneous internal structure due to stellate scar formation; Б — Patient K., 36 years old, with oncocytoma of the left kidney, most of which is replaced by a massive tumor formation (up to 9x8 cm), with clear, smooth contours and a heterogeneous internal structure due to numerous vascular elements of various sizes (arrows)

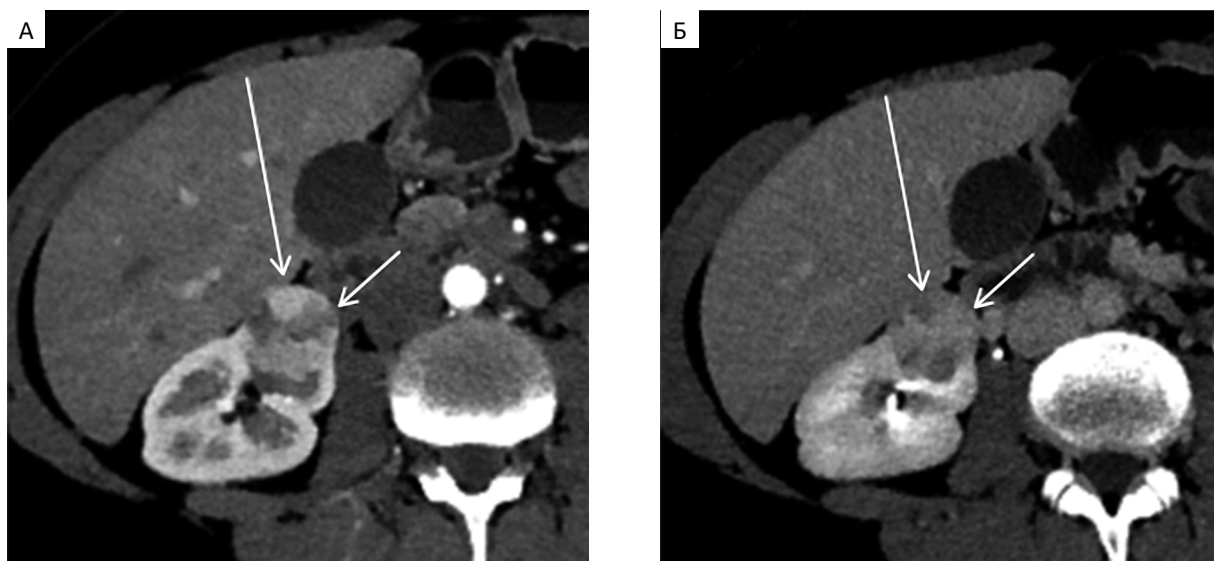


Рис. 6. Аксиальные томограммы брюшной полости пациентки А. 39 лет с онкоцитомой правой почки в разные фазы внутривенного контрастирования: А — кортикомедуллярная фаза (КМФ); Б — экскреторная фаза (ЭФ). В правой почке — округлый опухолевый узел (до 2,5 см в диаметре) с четкими ровными контурами и негомогенной внутренней структурой. Отмечается выраженная неоднородность и неравномерность контрастирования разных сегментов опухоли: гиперденсивный в КМФ сегмент (длинная стрелка на рис. А) становится гиподенсивным в ЭФ и, наоборот, гиподенсивный в КМФ сегмент (короткая стрелка на рис. А) становится гиперденсивным на рис. Б

Fig. 6. Axial CT-scans of the abdominal cavity of patient A., 39 years old, with oncocytoma of the right kidney in different phases of intravenous contrast enhancement: А — corticomedullary phase (CMP), Б — excretory phase (EP). In the right kidney, there is a rounded tumor node (up to 2.5 cm in diameter) with clear, smooth contours and a heterogeneous internal structure. There is marked heterogeneity and uneven contrast enhancement of different segments of the tumor: the hyperdense segment in the CMP (long arrow in Fig. A) becomes hypodense in the EP and, conversely, the hypodense segment in the CMP (short arrow in Fig. A) becomes hyperdense in Fig. Б

Часто упоминаемые в литературе характерные симптомы онкоцитом «колеса со спицами» выявлены нами только в 4 наблюдениях (рис. 3), «центральный звездчатый рубец» — в 22 наблюдениях

(рис. 2А). Сегментарная инверсия контрастирования структуры данной опухоли обнаружена только в одном случае (рис. 6).

Кроме того, нами был отмечен еще один дополнительный симптом, упоминаемый лишь отдельными авторами [5], который можно обозначить как периферический, гиподенсивный при КТ (рис. 7) и гипointенсивный при ДВ МРТ (рис. 8) кольцевидный ободок (гало), который мы наблюдали в 3 случаях.

Упоминаемые в литературе отдельные признаки онкоцитом, такие как периферическая локализация, четкость контуров, гомогенное усиление при внутривенном контрастировании — неспецифичны и наблюдаются при других новообразованиях почек [7, 8, 12].

В целом же, онкоцитомы разных размеров могут быть неотличимы от почечно-клеточного рака (рис. 1, 2). Особые затруднения по данным литературы вызывает дифференциальная диагностика онкоцитом и хромофобного варианта ПКР, хотя отдельные авторы считают это возможным [6, 13, 14].

Значительное разнообразие вариантов проявления обсуждаемых новообразований базируется на неоднородности их морфологического строения: заметном различии в клеточности опухолей, выраженности стромы, наличии геморрагических и/или кистозных элементов [3-5, 9-11]. Именно поэтому

их отображение может отчетливо перекликаться с различными вариантами ПКР (светло-клеточным, хромофобным и др.), что значительно затрудняет дооперационную диагностику онкоцитом с помощью стандартных лучевых методов исследования (УЗИ, КТ, МРТ). Не облегчает корректную лучевую диагностику и наличие нередких случаев мультифокальных онкоцитом, особенно в сочетании с ПКР [4, 10].

Можно лишь упомянуть об отдельных попытках применения МР-спектроскопии, ПЭТ/КТ с ^{18}F ДГ и радиомики (по данным КТ с внутривенным контрастированием) для дифференциальной диагностики онкоцитом и почечно-клеточного рака [15, 18-20, 22]. В то же время, заслуживают внимания результаты применения ОФЭКТ/КТ с $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -Sestamibi для дифференциальной диагностики крупных, экстраренальных онкоцитом и гибридных онкоцитарных/хромофобных опухолей [19].

Заключение

Уточненная дифференциальная диагностика онкоцитом и вариантов ПКР по данным КТ/МРТ в большинстве наблюдений крайне затруднена и практи-

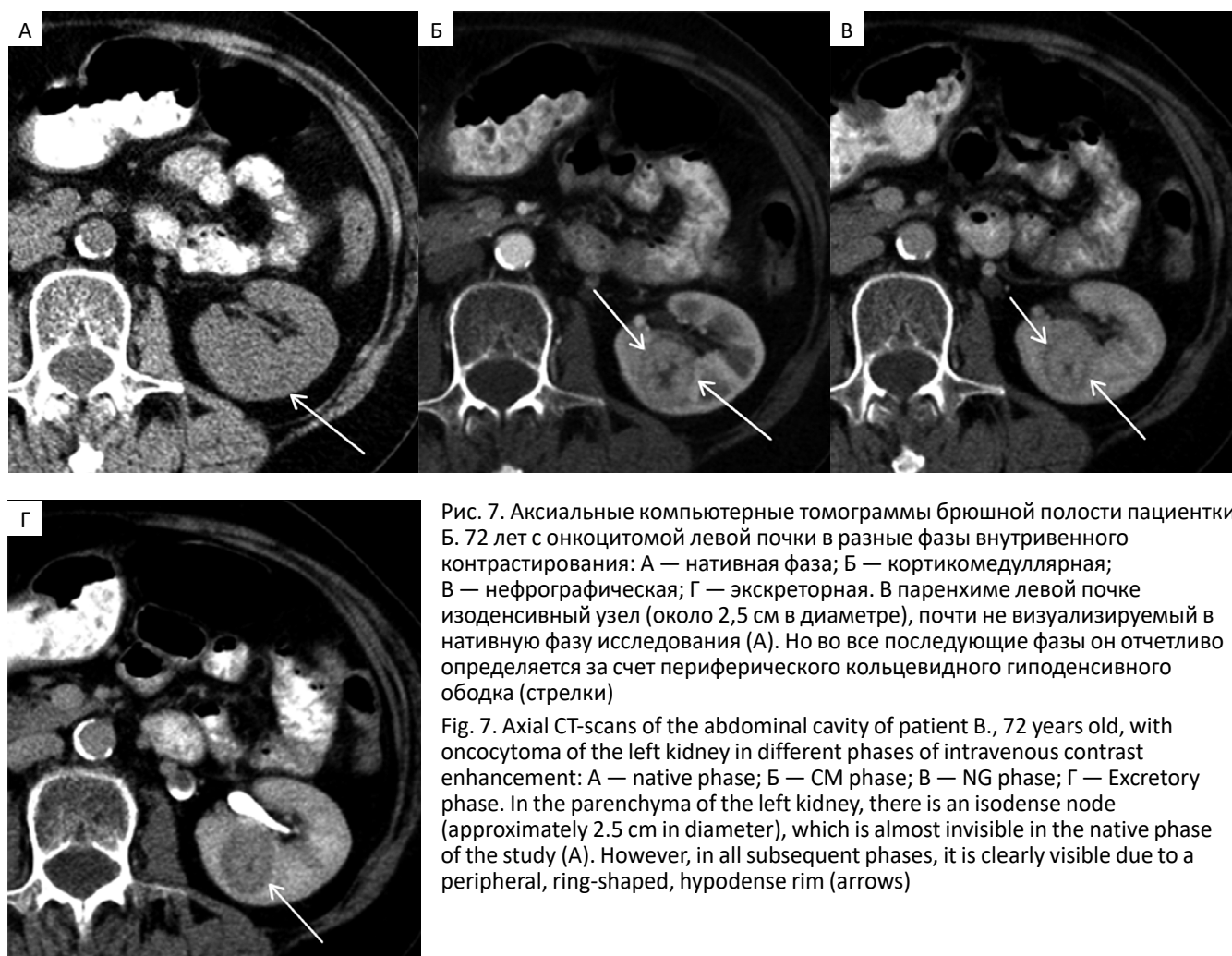


Рис. 7. Аксиальные компьютерные томограммы брюшной полости пациентки Б. 72 лет с онкоцитомой левой почки в разные фазы внутривенного контрастирования: А — нативная фаза; Б — кортикомедуллярная; В — нефрографическая; Г — экскреторная. В паренхиме левой почки изоденсивный узел (около 2,5 см в диаметре), почти не визуализируемый в нативную фазу исследования (А). Но во все последующие фазы он отчетливо определяется за счет периферического кольцевидного гиподенсивного ободка (стрелки)

Fig. 7. Axial CT-scans of the abdominal cavity of patient B., 72 years old, with oncocytoma of the left kidney in different phases of intravenous contrast enhancement: А — native phase; Б — CM phase; В — NG phase; Г — Excretory phase. In the parenchyma of the left kidney, there is an isodense nodule (approximately 2.5 cm in diameter), which is almost invisible in the native phase of the study (A). However, in all subsequent phases, it is clearly visible due to a peripheral, ring-shaped, hypodense rim (arrows)

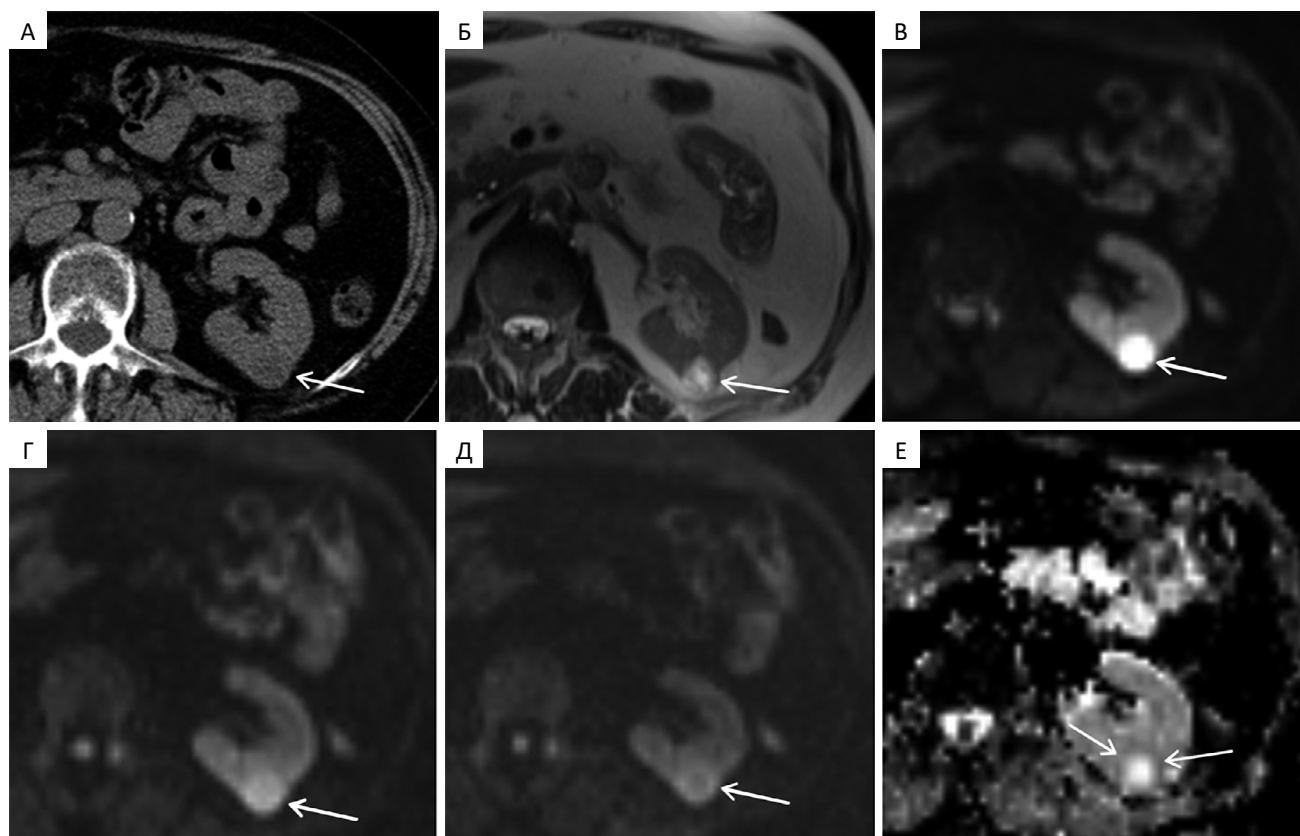


Рис. 8. Аксиальные компьютерная томограмма (А), МР-томограмма в T_2 (Б) и диффузионно-взвешенные МР-томограммы брюшной полости (с различными факторами b -value) пациентки С. 71 года с онкоцитомой левой почки. В — b -фактор = 50 c/mm^2 , Г — = 400 c/mm^2 ; Д — = 800 c/mm^2 ; Е — карта измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-карта). По задней поверхности левой почки — округлое кистозное образование (до 1,8 см в диаметре), гиподенсивное в нативную фазу при КТ (А) и гиперинтенсивное при МРТ в T_2 (Б), а также при ДВ МРТ с низким значением b -фактора (В) и на ИКД-картах (Е). Кроме того, на ИКД-картах отчетливо определяется гипоинтенсивный периферический (кольцевидный) ободок (стрелки)

Fig. 8. Axial CT-scan (A), axial T_2 -weighted MR-scan (Б) and diffusion-weighted MR-scans (DWI) of the abdominal cavity (with different b -values) of a 71-year-old female patient with oncocytoma of the left kidney. В — b -value = 50 sec/mm^2 ; Г — = 400 sec/mm^2 ; Д — = 800 sec/mm^2 ; Е — Apparent diffusion coefficient (ADC) map. On the posterior surface of the left kidney, there is a rounded, cystic formation (up to 1.8 cm in diameter), hypodense in the native phase on CT (A) and hyperintense on T_2 -weighted MRI (Б), as well as on DWI with a low b -factor value (B) and on ADC-map (E). In addition, a hypointense peripheral (ring-shaped) rim (arrows) is clearly visible on the ADC-map

чески невозможна (за редкими исключениями), что требует морфологической верификации сомнительных узловых образований в почках. При этом следует отметить, что корректная диагностика обсуждаемых опухолей может быть значительно осложнена и при пункционной биопсии на основе ограниченного количества полученного материала [14, 16, 17].

Тем не менее, по нашему мнению, дальнейшее углубленное изучение проявлений онкоцитом по данным лучевых методов исследования в сочетании с детальными рентгено-морфологическими сопоставлениями, вероятно, может позволить предполагать этот диагноз в ряде случаев.

Список литературы / References

1. Клиническая онкоурология — под ред. Б.П. Матвеева. М. 2003, 8-10. Clinical Oncology. Ed by B.P. Matveev, M. 2003, pp. 8-10 (In Russ.).
2. Ambos MA, Bosniak MA, Valensi QJ, et al. Angiographic patterns in renal oncocytomas. Radiology. 1978;129:615-22.

3. Perez-Ordenez B, Hamed G, Campbell S, et al. Renal Oncocytoma: A Clinicopathologic Study of 70 Cases. Am J Surg Pathol, 1997;21(8):871-83.
4. Ishigami K, Jones AR, Dahmouh L, et al. Imaging spectrum of renal oncocytomas: a pictorial review with pathologic correlation. Insights Imaging. 2015;6:53-64. <https://doi.org/10.1007/s13244-014-0373-x>
5. Степанова ЮА, Чехоева ОА, Теплов АА и др. Онкоцинома почки: дифференциальная диагностика и лечение. Онкология. Журнал им. П.А. Герцена. 2019;8(2):113-9. <https://doi.org/10.17116/onkolog20198021113>.
Stepanova YuA, Chekhoeva OA, Teplov AA, et al. Renal oncocytoma: differential diagnosis and treatment P.A. Herzen Journal of Oncology. 2019;8(2):113-9 <https://doi.org/10.17116/onkolog20198021113> (In Russ.).
6. Dechet CB, Bostwick DG, Blute ML, et al. Renal oncocytoma: Multifocality, bilateralism, metachronous tumor development and coexistent renal cell carcinoma J Urol 1999;162(1):40-42. <https://doi.org/10.1097/00005392-199907000-00010>.
7. Wobker SE, Williamson SR. Modern pathologic diagnosis of renal oncocytoma. J Kidney Cancer VHL. 2017;4 (4):1-12. <https://doi.org/10.15586/jkcvhl.2017.96>.
8. Choudhary S, Rajesh A, Mayer NJ, et al. Renal oncocytoma: CT features cannot reliably distinguish oncocytoma from other renal

- neoplasms. *Clin Radiol.* 2009;64:517-22. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2008.12.011>
9. Woo S, Cho JY, Kim SH, et al. Comparison of segmental enhancement inversion on biphasic MDCT between of small renal oncocytoma and chromophobe renal cell carcinomas. *AJR.* 2013;201:598-604. <https://doi.org/10.2214/ajr.12.10372>
 10. Paño B, Macías N, Salvador R, et al. Usefulness of MDCT to Differentiate Between Renal Cell Carcinoma and Oncocytoma: Development of a Predictive Model. *AJR.* 2016;206:764-74. <https://doi.org/10.2214/AJR.15.14815>.
 11. Sasaguri K, Takahashi N, Gomez-Cardona D. Small (< 4 cm) Renal Mass: Differentiation of Oncocytoma From Renal Cell Carcinoma on Biphasic Contrast-Enhanced CT. *AJR* 2015;205:999-1007. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13966>.
 12. Galimiche Cl, Bernhard J-C, Yacoub M, et al. Is Multiparametric MRI Useful for Differentiating Oncocytomas From Chromophobe Renal Cell Carcinomas? *AJR.* 2017;208:343-50. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.16832>.
 13. Young JR, Coy H, Kim HJ, et al. Performance of Relative Enhancement on Multiphasic MRI for the Differentiation of Clear Cell Renal Cell Carcinoma (RCC) From Papillary and Chromophobe RCC Subtypes and Oncocytoma. *AJR.* 2017;208:4,812-9. <https://doi.org/10.2214/AJR.16.17152>
 14. Trpkov K, Yilmaz A, Uzer D, et al. Renal oncocytoma revisited: A clinicopathological study of 109 cases with emphasis on problematic diagnostic features. *Histopathology.* 2010;57(6):893-906. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2559.2010.03726.x>.
 15. Nurenberg P, Sartony-D'Ambrosia, Szczepaniak L, et al. Magnetic resonance spectroscopy of renal and other retroperitoneal tumors. *Curr Opin Urol* 2002; Sept; 12(5):375-80. <https://doi.org/10.1097/00042307-200209000-00002>
 16. Çevik G, Tozsın A, Erdoğan EG, et al. (January 24, 2023) Asymptomatic Giant Right Renal Oncocytoma: A Case Report. *Cureus* 15(1):e34129. <https://doi.org/10.7759/cureus.34129>.
 17. Chao DH, Zisman A, Pantuck AJ, et al. Changing Concepts in the Management of Renal Oncocytoma. *Urology.* 2002;59:635-42. [https://doi.org/10.1016/s0090-4295\(01\)01630-2](https://doi.org/10.1016/s0090-4295(01)01630-2)
 18. Hirota K, Ueno Y, Nogami M, et al. Role of 18F FDG PET in renal tumors: insights from WHO 2022 classification. *Japanese Journal of Radiology* (2025) 43:1078–1089. <https://doi.org/10.1007/s11604-025-01761-1>
 19. Rousset E, Capitanio U, Kutikov A, et al. Novel Imaging Methods for Renal Mass Characterization: A Collaborative Review. *European Urology.* 2022;81(5):476-88. <https://doi.org/10.1016/j.euro.2022.01.040>.
 20. Liu F, Jia L, Zhou X, Lyu. Radiomics to Differentiate Renal Oncocytoma from Clear Cell Renal Cell Carcinoma on Contrast-Enhanced CT: A Preliminary Study. *Journal of Imaging Informatics in Medicine.* 2026 <https://doi.org/10.1007/s10278-026-01851-0>
 21. Choi JH, Kim JW, Lee JY, et al. Comparison of computed tomography findings between renal oncocytomas and chromophobe renal cell carcinomas. *Korean J Urol.* 2015;56:695-702. <http://dx.doi.org/10.4111/kju.2015.56.10.695>
 22. Li X, Ma Q, Nie P, et al. A CT-based radiomics nomogram for differentiation of renal oncocytoma and chromophobe renal cell carcinoma with a central scar-matched study. *Br J Radiol.* 2021;95:20210534. <https://doi.org/10.1259/bjr.20210534>
 23. Ahmad S, Manecksha R, Hayes BD, Grainger R. Case report of a symptomatic giant renal oncocytoma. *Int J Surg Case Rep.* 2011;2(6):83-85. <https://doi.org/10.1016/j.ijscr.2010.11.006>.
 24. Ball DS, Friedman AC, Hartman DS, Radecki PD, Caroline DF. Scar sign of renal oncocytoma: Magnetic resonance imaging appearance and lack of specificity. *Urol Radiol.* 1986;8:46-8.

Information about the authors

Natalia Ts. Drobot, <https://orcid.org/0000-0001-6566-8085>
 Xenia A. Romanova, <https://orcid.org/0000-0002-8938-3313>
 Evgeniy S. Topalov, orcid.org/0000-0002-0647-1474
 Svetlana D. Beghanova, <https://orcid.org/0000-0001-7336-9210>
 Aleksey V. Klimov, <https://orcid.org/0000-0003-0727-2976>
 Bela M. Medvedeva, <https://orcid.org/0000-0003-1779-003X>
 Alexander B. Lukianchenko, <https://orcid.org/0000-0002-7021-6419>

Вклад авторов

Н.Ц.-Д. Дробот: сбор и предварительный анализ материала
 К.А. Романова: подготовка иллюстраций, перевод фрагментов статьи
 Е.С. Топалов: оформление статьи и ее подготовка к публикации
 С.Д. Бежанова; анализ морфологических исследований
 А.В. Климов: клинический анализ включенных в работу пациентов,
 Б.М. Медведева: обзор литературы, редактирование материала
 А.Б. Лукьянченко: обработка материала, написание статьи.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 07.04.2026
 Принята к публикации: 17.05.2026
 Опубликовано online: 26.06.2026

Authors' contributions

Natalia Ts.-D. Drobot: data collection and its preliminary analysis
 Ksenia A. Romanova: preparing images and translation in English
 Evgeniy S. Topalov: editing the article and preparing it for the publication
 Svetlana D. Beghanova: morphologic evaluation of the data
 Aleksey V. Klimov: clinical evaluation of the data
 Bela M. Medvedeva: reviewing the publication, editing the article
 Aleksandr B. Lukianchenko: data processing, writing the article.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 07.04.2026
 Accepted for publication: 17.05.2026
 Published online: 26.06.2026

МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ. КРИТЕРИИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ОЦЕНОК. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Каушанская С.Ю.✉, Удалов Ю.Д., Маткевич Е.И.

Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова 23

✉ Каушанская Светлана Юрьевна, kaushanskay78@mail.ru, +7(996)964-58-82

Благодарности. Авторы выражают признательность коллегам отделения лучевой диагностики ФМБЦ за обсуждение материалов.

РЕФЕРАТ

Актуальность: Заболевания молочной железы остаются одной из ведущих причин онкологической заболеваемости у женщин, что определяет необходимость совершенствования методов ранней диагностики и дифференциальной оценки патологических изменений. Магнитно-резонансная томография (МРТ) с динамическим контрастным усилением занимает ключевое место в визуализации очаговых и инфильтративных форм поражений молочной железы, особенно у пациенток с плотной железистой тканью и повышенным онкологическим риском. Обновление системы BI-RADS v2025 требует переосмысления критериев интерпретации МРТ-данных и их клинического применения.

Цель: Проанализировать и систематизировать критерии и неопределённости оценок при применении МРТ в диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний молочной железы с учетом обновленных рекомендаций BI-RADS v2025.

Материалы и методы: Проведен анализ отечественных и зарубежных публикаций за 2021–2025 гг. по данным баз PubMed, Scopus и eLibrary.ru. Рассмотрены методические аспекты мультипараметрической МРТ молочных желез, включая динамическое контрастное усиление, диффузионно-взвешенную МРТ с расчетом коэффициента диффузии (ADC) и оценку морфологических признаков в соответствии с BI-RADS v2025.

Результаты: Показано, что внедрение обновленных описаний МРТ BI-RADS v2025, включая стандартизацию параметров исследования, уточнение критериев краев и периферического усиления, а также формализацию сигнала на T₂-взвешенных изображениях повышает воспроизводимость интерпретации и диагностическую специфичность метода. МРТ демонстрирует высокую чувствительность при выявлении как очаговых, так и инфильтративных форм рака молочной железы, а интеграция МРТ с вакуумной аспирационной биопсией позволяет оптимизировать диагностический и лечебный алгоритмы при неопределенных и подозрительных находках.

Заключение: МРТ молочных желез является ключевым инструментом персонализированной диагностики заболеваний молочной железы, превосходя традиционные методы визуализации по чувствительности и информативности. Обновление BI-RADS v2025 способствует снижению вариабельности интерпретации и гипердиагностики, а также расширяет возможности клинического применения МРТ в скрининге, дифференциальной диагностике и мониторинге лечения пациенток с различным уровнем онкологического риска.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, маммология, заболевания молочной железы, дифференциальная диагностика, доброкачественные новообразования, рак молочной железы, BI-RADS, вакуумная биопсия

Для цитирования: Каушанская С.Ю., Удалов Ю.Д., Маткевич Е.И. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний молочной железы. Критерии и неопределенности оценок. Литературный обзор. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):45-51.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-45-51>

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSIS OF BREAST DISEASES. THE CRITERIA OF ASSESSMENTS. LITERATURE REVIEW

Svetlana Y. Kaushanskaya✉, Dmitry Y. Udalov, Elena I. Matkevich

State Research Center – Burnasyan Federal Medical Biophysical Center of Federal Medical Biological Agency (SRC-FMBC);
23 Marshal Novikov Str., Moscow, Russia 123098

✉ Svetlana Y. Kaushanskaya. kaushanskay78@mail.ru, +7(996)964-58-82

Acknowledgments. The authors thank colleagues from the Department of Radiology of the Burnasyan Federal Medical Biophysical Center for discussion of the materials.

ABSTRACT

Relevance: Breast diseases remain one of the leading causes of cancer morbidity among women, which necessitates improvement of early diagnostic methods and differential assessment of pathological changes. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging (MRI) plays a key role in detecting focal and infiltrative breast lesions, especially in patients with dense breast tissue and elevated oncologic risk. The update of the BI-RADS v2025 system requires reconsideration of MRI interpretation criteria and their clinical application.

Purpose: To analyse and systematise criteria and uncertainties in MRI assessment for diagnosis and differential diagnosis of breast diseases considering updated BI-RADS v2025 recommendations.

Materials and methods: Publications from 2021–2025 indexed in PubMed, Scopus and eLibrary were analysed. Methodological aspects of multiparametric breast MRI were reviewed, including dynamic contrast enhancement, diffusion-weighted imaging with ADC calculation and morphological assessment according to BI-RADS v2025.

Results: Updated BI-RADS v2025 MRI descriptors improve reproducibility and diagnostic specificity through standardisation of imaging parameters, refinement of margin and peripheral enhancement criteria and formalisation of T₂ signal characteristics. MRI demonstrates high sensitivity in detecting both focal and infiltrative breast cancers. Integration with vacuum-assisted biopsy optimises diagnostic and treatment algorithms in indeterminate cases.

Conclusion: Breast MRI remains a key modality for personalised breast diagnostics, surpassing traditional imaging methods in sensitivity. BI-RADS v2025 contributes to reduced interpretation variability, decreased overdiagnosis and expanded clinical application in screening, differential diagnosis and treatment monitoring.

Key words: magnetic resonance imaging, breast diseases, mammology, differential diagnosis, breast cancer, benign neoplasms, BI-RADS, vacuum-assisted biopsy

For citation: Kaushanskaya S.Y., Udalov D.Y., Matkevich E.I. Magnetic Resonance Imaging in the Diagnosis of Breast Diseases. The Criteria of Assessments. Literature Review. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):45-51. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-45-51>

Введение

Заболевания молочной железы остаются одной из ключевых проблем современной онкологии и маммологии. В последние годы заболеваемость раком молочной железы (РМЖ) среди женщин возрастает. Так, по данным [1], в России в 2023 г. было зарегистрировано более 77 тыс. новых случаев РМЖ, что подчеркивает важность совершенствования методов ранней диагностики и дифференциации патологий молочной железы. Среди всех методов лучевой диагностики магнитно-резонансная томография (МРТ) молочной железы (МЖ) с динамическим контрастным усилением — наиболее эффективный инструмент визуализации, обеспечивающий выявление и характеристику поражений с чувствительностью до 95 % [2]. Актуальность темы обусловлена полиморфизмом заболеваний молочной железы и достаточно сложной дифференциальной диагностикой доброкачественных (фиброаденомы, кисты) и злокачественных новообразований, особенно в плотной железистой ткани, где традиционная маммография на 15–25 % уступает МРТ по точности [3].

В национальных рекомендациях по маммологии [4] указана ведущая роль МРТ в снижении ложноположительных результатов и оптимизации биопсий МЖ. Однако отдельные вопросы МРТ диагностики остались не освещенными, в том числе критерии в обновлении BI-RADS 2025.

Цель исследований — проанализировать и систематизировать критерии и неопределённости оценок при применении МРТ в диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний молочной железы с учетом обновленных рекомендаций BI-RADS v2025.

Материалы и методы

Выполнен поиск и анализ публикаций по современным подходам к диагностике заболеваний МЖ за период 2021–2025 гг. в базах данных PubMed, Scopus и eLibrary.ru. В обзоре проанализированы более 20 отечественных и зарубежных публикаций за 2023–2025 гг.

МРТ молочных желез обычно выполняется на аппаратах 1,5–3 Тл с динамическим контрастным усилением гадолиний-содержащими агентами для оценки кинетики.

Стандартный МРТ протокол в маммологии включает T_1 - и T_2 -взвешенные последовательности, диффузионно-взвешенную МРТ (ДВ-МРТ) с расчетом ADC и спектроскопию [5].

Результаты и обсуждение

В соответствии с методическими рекомендациями [4] показания для МРТ при заболеваниях молочных желез включают:

- скрининг групп пациентов высокого риска (наследственный риск >20 %, мутации BRCA1/2);
- оценку плотных молочных желез;
- дифференциальную диагностику при неясных маммографических находках;
- мониторинг после терапии и выявление occultных опухолей.

Как известно, стандартизированным инструментом для отчетности и оценки риска, охватывающим маммографию, УЗИ и МРТ является система BI-RADS, разработанная Американским колледжем радиологии (ACR) в 1993 г. BI-RADS — это международная система категоризации результатов визуализации молочных желез (от 0 — неполные данные до 6 — подтвержденная злокачественность), обеспечивающая унифицированную терминологию и рекомендации по дальнейшим действиям.

ACR инициировал этот проект в 1980-х гг. для устранения вариабельности в интерпретации маммограмм и снижения ложноположительных результатов. До настоящего времени всего было опубликовано 5 изданий (1993, 1999, 2003, 2007, 2013 гг.). В них приводятся градации, интегрирующие результаты МРТ и УЗИ, данные о биопсии и исходах. В России с 2000-х гг. BI-RADS используется в рамках федеральных клинических рекомендаций.

В соответствии с новыми результатами исследований в обновленных критериях BI-RADS v2025 [6] введено уточнение для МРТ. К ним относятся: описание параметров сбора данных (быстрые протоколы, DWI), новый дескриптор Массовая гиперинтенсивность T_2 и рекомендации по управлению категориями 3 и 6. В новой редакции BI-RADS v2025 уточняет категории:

- BI-RADS 0: Незавершенное исследование (нужны дополнительные проекции).
- BI-RADS 1: Норма (симметричное усиление без фокусов).
- BI-RADS 2: Доброкачественное (кисты, фиброаденомы с типичными признаками: овальная форма, гладкие края, тип I кривая).
- BI-RADS 3: Вероятно, доброкачественное (риск <2 %; мониторинг 6 месяцев; для масс — овальная форма, постоянная кинетика; для NME — гомогенное улучшение без T_2 -изменений) [7].

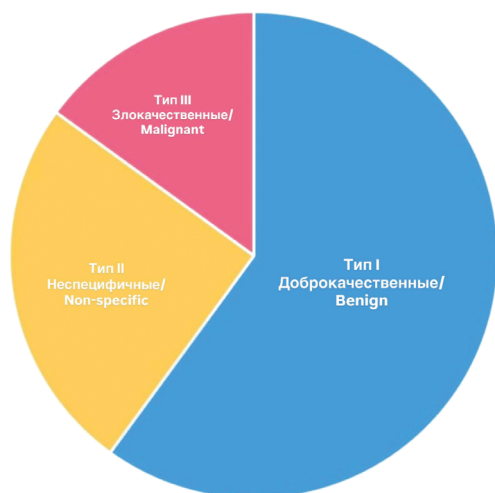


Рис. 1. Типы кинетических кривых при динамическом контрастном усилении на МРТ молочных желез

Fig. 1. Types of kinetic curves in dynamic contrast-enhanced MRT of the breast

- BI-RADS 4: Подозрительное (4A: низкий риск, 4B: средний, 4C: высокий; подразделенный по DWI/ADC; PPV 2–95 %) [8].
- BI-RADS 5: Высоко подозрительное (>95 %; нерегулярные поля, усиление обода, размыв).
- BI-RADS 6: Известный рак (подтвержденный).

По данным [9], ключевыми количественными критериями диагностики доброкачественных и злокачественных новообразований являются параметры ADC (рис. 1):

- для злокачественного процесса характерно $ADC < 1,0 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$;
- для доброкачественного процесса характерно $ADC > 1,3 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$.

Следует подчеркнуть, что МРТ не рассматривается как метод первичной диагностики доброкачественных образований молочной железы, а применяется в качестве уточняющего метода в клинических и диагностических случаях.

Признаками доброкачественных образований (фиброаденомы, папилломы) на МРТ являются: овальная/круглая форма, гладкие края, гомогенное улучшение, тип I/II кривая (стойкий/плато), $ADC > 1,3 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$, гиперинтенсивность T_2 . В работе Li et al. (2023) указано, что использование комбинированной технологии синтетической МРТ совместно с коэффициентом диффузии обеспечивает высокую точность дифференциации, о чем свидетельствует AUC 0,895 [10].

К признакам злокачественных образований (инвазивный дуктальный/лобулярный рак) относят: неровные/лучистые края, неоднородное/кольцевое усиление, тип III кривая (вымывание), $ADC < 1,0 \times 10^{-3} \text{ мм}^2/\text{с}$, ограничение на DWI [11]. По

данным Ahmadinejad et al. [12], сегментарный NME с усилением по сливающемуся кольцу и вымыванием ассоциирован со злокачественным новообразованием в 90 % случаев. Отечественные данные подтверждают специфичность для кольцевого усиления на уровне 89 % [13].

Характерные особенности имеют очаговые и инфильтративные формы РМЖ (рис. 2 А, Б). Для очаговых форм характерны: отграниченное/овальное образование, быстрое накопление с плато/вымыванием, часто инвазивная протоковая карцинома. Выявляемость очаговых форм на МРТ — 94 % [14]. Отмечается, что очаговые поражения коррелируют с T_1N_0 стадией [14, 15].

Инфильтративные (диффузный/воспалительный) формы отличаются: несolidным усилением (сегментарное/регионарное), утолщением кожи, ретикулярным/дендритным паттерном, отеком на T_2 ВИ, множественными сливающимися образованиями. К этой форме относится инвазивная лобулярная карцинома / воспалительный рак молочной железы [16]. По данным Dietzel et al. (2023), диффузное немасс усиление с вымыванием имеет положительную прогностическую ценность 81 %; МРТ обнаруживает в 98 % случаев против маммографии с 68 % наблюдений [17]. Инфильтративные формы требуют предоперационной МРТ для оценки распространенности [18, 19]. Кроме того, при воспалительной форме рака молочной железы МРТ может применяться в рамках комплексного обследования для дифференциальной диагностики с воспалительными заболеваниями молочной железы и оценки эффективности проводимой терапии.

Дифференциальная диагностика при МРТ-исследованиях основана на морфологических и функциональных признаках. Для доброкачественных образований (фиброаденомы) характерны ровные контуры, гиперинтенсивный сигнал на T_2 -изображениях и тип кривой накопления контраста I типа (постепенное нарастание). Злокачественные опухоли (инвазивный дуктальный рак) проявляются неровными контурами, спикулами, быстрым накоплением контраста (тип III кривой) и низким ADC.

В отечественной литературе акцентируется значение контрастных методов в ранней дифференциальной диагностике РМЖ [4]. Подчеркивается, что дифференциация воспалительных изменений и рака молочной железы является одной из наиболее сложных диагностических задач, а МРТ может повышать диагностическую точность в совокупности с клиническими и лабораторными данными. В качестве прорыва в лечении РМЖ отмечено, что диффузно-взвешенная МРТ позволила значительно снизить ложноположительные результаты [13]. Метод МРТ обеспечивает высокие диагностические возможности при различных патологиях МЖ (рис. 3).

К неопределенностям метода МРТ можно отнести особенности визуализации и сложность

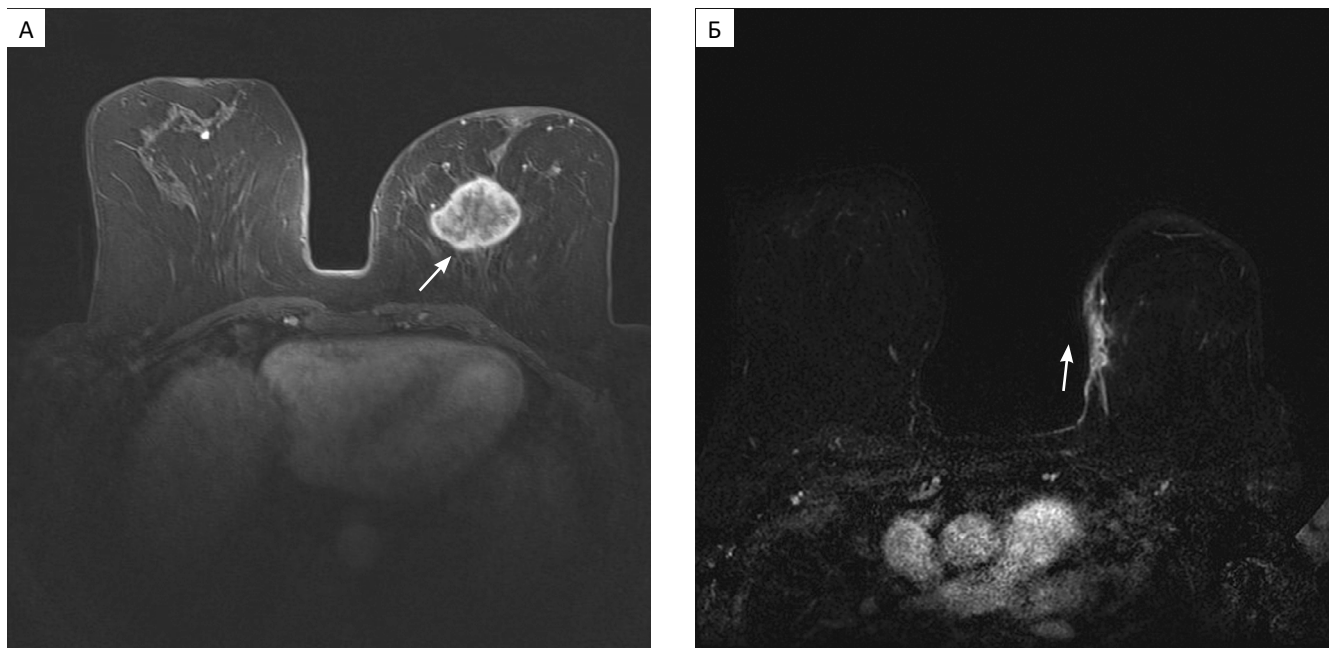


Рис. 2. Результаты собственных МРТ-исследований при карциноме молочной железы, аксиальная проекция, последовательности с динамическим контрастированием, субтракция: А — пациентка К. 1966 г.р., стрелкой указано образование, которое соответствует инвазивной очаговой карциноме левой молочной железы; Б — пациентка К. 1960 г.р., стрелкой указана диффузная инвазивная карцинома левой молочной железы с инвазией кожи

Fig. 2. MRI findings from own observations in breast carcinoma, axial projection, dynamic contrast-enhanced sequences, subtraction: A — female patient K., born 1966, the arrow indicates a lesion corresponding to invasive focal carcinoma of the left breast; Б — female patient K., born 1960, the arrow indicates diffuse invasive carcinoma of the left breast with skin invasion

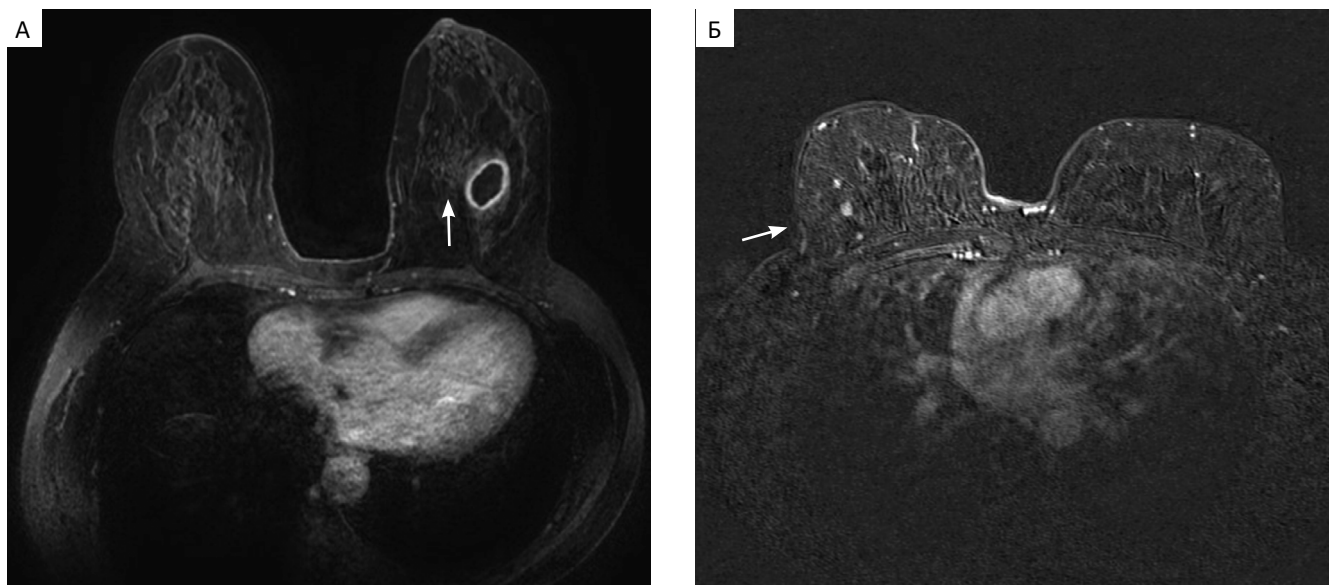


Рис. 3. Результаты собственных МРТ-исследований аксиальная проекция, последовательности с динамическим контрастированием, субтракция: А — пациентка Ф. 1973 г.р. стрелкой указана киста левой молочной железы с уплотненными стенками в исходе мастита; Б — пациентка С. 1977 г.р., субтракция, стрелкой указана фиброаденома правой молочной железы

Fig. 3. MRI findings from own observations, axial projection, dynamic contrast-enhanced sequences, subtraction: A — female patient F., born 1973, the arrow indicates a cyst of the left breast with thickened walls due to mastitis; Б — female patient S., born 1977, subtraction, the arrow indicates a fibroadenoma of the right breast

интерпретации МРТ-изображений в отдельных случаях: повышение variability интерпретации и снижение точности диагностики на 10–15 % [19] при гиперинтенсивности T_2 в доброкачественной массе, фоновое усиление паренхимы (ВРЕ), артефакты от движения, пересечение сосудов и дифференциацию между доброкачественными и злокачественными очагами, что в 10–15 % случаев приводит к гипердиагностике.

В последние годы увеличивается заболеваемость РМЖ у женщин детородного возраста, в связи с этим использование МРТ-исследований важно в целях скрининга у них РМЖ. Это также относится и к женщинам с высоким наследственным риском РМЖ. Ежегодное обследование таких женщин повышает выявление РМЖ на ранних стадиях на 10–15 %.

В последние годы значительное внимание уделяется контрастной маммографии, которая дает высокую морфологическую оценку очагов. По данным современных исследований, диагностическая чувствительность контрастной маммографии при выявлении рака молочной железы сопоставима с МРТ и достигает 90–95 %. Вместе с тем, она основана на использовании ионизирующего излучения и йодсодержащих контрастных препаратов, что ограничивает её применение у женщин репродуктивного возраста, пациенток с высоким наследственным риском и при необходимости динамического наблюдения. В этих случаях МРТ сохраняет преимущества как неионизирующий метод с расширенными возможностями мультипараметрической оценки.

Метод МРТ можно рассматривать как альтернативу методу маммографии, при котором пациенты подвергаются воздействию ионизирующего излучения. После курсов лучевой или химиотерапии МРТ применяется для оценки степени ремиссии и выявления рецидивов РМЖ. Такой мониторинг после лечения позволяет обнаруживать рецидив с чувствительностью 95 % [20]. В связи с этим МРТ широко интегрируется в национальные лечебно-диагностические программы [12, 21]. Так, при BI-RADS 3 рекомендовано динамическое наблюдение каждые 6 мес. [22]. По данным [23], интеграция МРТ в ежегодные скрининговые исследования (маммография + МРТ) повышает выявляемость РМЖ на 15 % в общей популяции женщин и на 25 % в группах высокого риска (BRCA-мутации, семейный анамнез).

На основе мета-анализа, выполненного за 2023–2025 гг., установлено, что мультипараметрическая МРТ повышает специфичность диагностики до 92 % [9]. Сравнение чувствительности методов диагностики (рис. 4) показывает превосходство МРТ в выявлении РМЖ (маммография — 75 %, УЗИ — 84 %, МРТ — 95 %) [23, 24]. Это позволяет при МРТ-исследованиях в качестве находок выявлять доброкачественные, злокачественные заболевания и неопределенные состояния, требующие дальнейшего уточнения.

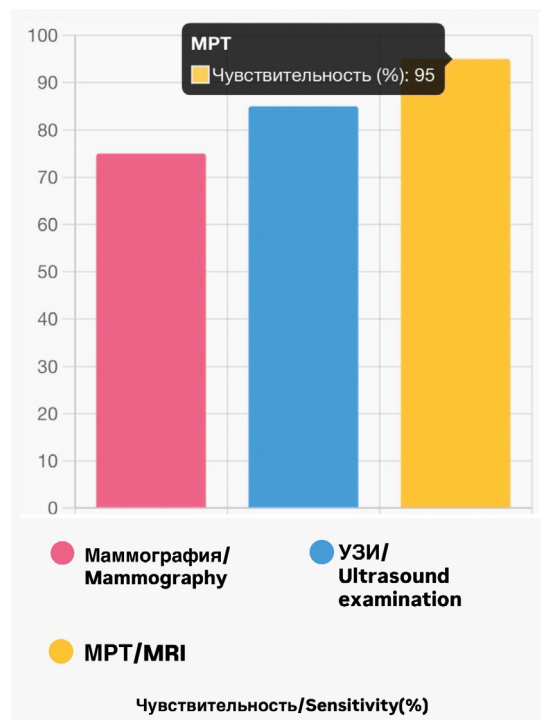


Рис. 4. Результаты применения МРТ-диагностики при заболеваниях молочной железы: маммографии, УЗИ и МРТ [25]

Fig. 4. Results of the use of MRI diagnostics for breast diseases: mammography, ultrasound and MRI [25]

Вакуумная аспирационная биопсия (ВАВБ) является широко применяемым минимально инвазивным методом морфологической верификации образований молочной железы. Исторически первым и наиболее распространённым вариантом выполнения ВАВБ является рентгенологическая навигация (стереотаксическая маммография и контрастная маммография), особенно при выявлении микрокальцинатов и структурных изменений, не визуализируемых при ультразвуковом исследовании.

В клинической практике рентген-навигация остаётся методом выбора для выполнения ВАВБ в большинстве случаев ввиду доступности, технической простоты и экономической целесообразности. К одной из современных инноваций в лучевой диагностике относится использование МРТ при вакуумной биопсии. Этот минимально инвазивный метод для категории BI-RADS 4–5 обеспечивает получение крупных образцов (больше, чем при толстоигольной биопсии), точность 98 %, частота осложнений <1 % [25]. ВАВБ удаляет доброкачественные образования полностью, снижая необходимость в открытой биопсии на 15–20 % [25]. Для злокачественных опухолей: PPV 90 %, риск апгрейда В3 поражений 8,5 % при полном удалении [26].

В отечественной практике ВАВБ интегрируется с МРТ для диагностики микрокальцинатов, а также используется как лечебная процедура для удаления

фиброаденом размерами <1,5 см [21]. Преимущества этого метода в том, что уменьшается потребность в хирургических методах удаления, может применяться для лечения при категории РМЖ BI-RADS 3 (FEA/ADH) [27]. Методологические ограничения VABB выражаются в недооценке для DVIS на величину от 5 до 10 % [28].

Заключение

Выполненный анализ современных сведений о применении МРТ в диагностике и дифференциальной диагностике заболеваний молочной железы, свидетельствует о том, что этот метод в настоящее время остается ключевым в лучевой диагностике, превосходя другие по модальности и по точности, используется в качестве золотого стандарта в дифференциальной диагностике заболеваний молочной железы. В BI-RADS 2025 г. МРТ указана как улучшающая специфичность диагностики РМЖ.

Основными критериями доброкачественных образований МЖ являются ровные края, кинетика по персистирующему типу, злокачественных образований — неровные края, вымывание контрастного препарата. Для очаговых образований МЖ характерны очаговость (объемность), для инфильтративных — диффузное NME не-массовое контрастное усиление, изменения кожи. К одной из современных инноваций в лучевой диагностике относится интеграция МРТ и УЗИ с методикой вакуумной биопсии, что показало высокую эффективность при диагностике и лечении доброкачественных образований МЖ.

К неопределенностям метода МРТ можно отнести особенности визуализации и сложность интерпретации МРТ-изображений в отдельных случаях: повышение вариабельности интерпретации и снижение точности диагностики на 10–15 % при гиперинтенсивности T2 в доброкачественной массе, фоновое усиление паренхимы (ВРЕ), артефакты от движения, пересечение сосудов и дифференциацию между доброкачественными и злокачественными очагами, что в 10–15 % случаев приводит к гипердиагностике.

На основании выполненного исследования можно заключить, что в клинической практике представляется важным расширение применения МРТ при скрининге РМЖ и при диагностике других заболеваний молочной железы, интеграция МРТ с вакуумной биопсией, а также использование МРТ в качестве метода выбора у женщин репродуктивного возраста и в группах повышенного риска с наследственной патологией.

Список литературы / References

- Каприн АД, Старинский ВВ, Шахзадова АО. Злокачественные новообразования в России в 2023 г. (заболеваемость и смертность). М.: ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, 2025. 276 с.
Kaprin AD, Starinsky VV, Shakhzadova AO. Malignant neoplasms in Russia in 2023 (incidence and mortality). Moscow: FSBI "NMIC Oncology named after N.N. Blokhin" of the Ministry of Health of Russia, 2025. 276 p. (In Russ.).
- Newell MS, Sickles EA, Mendelson EB, et al. ACR BI-RADS v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology; 2025.
- Cao Y, Li J, Wang X, et al. Multiple parameters from ultrafast dynamic contrast-enhanced MRI to discriminate between benign and malignant breast lesions. *Eur Radiol.* 2023;33(5):1234-45. <https://doi.org/10.1007/s00330-023-10690-y>.
- Каприн АД, Рожкова НИ, Прокопенко СП и др. Маммология. Национальные рекомендации. Краткое издание. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2025.
Kaprin AD, Rozhkova NI, Prokopenko SP, et al. Mammology. National guidelines. Short edition. Moscow: GEOTAR-Media, 2025. (In Russ.).
- DeMartini WB, Sickles EA, Mendelson EB, et al. Magnetic Resonance Imaging. In: ACR BI-RADS v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology; 2025.
- American College of Radiology. ACR Publishes BI-RADS v2025 Manual to Advance Breast Imaging Standards. 2025. URL: <https://www.acr.org/News-and-Publications/Media-Center/2025/bi-rads-v2025-manual-released> (дата обращения: 25.12.2025 г.).
- Rahbar H, Lee CI, Lee JM, et al. BI-RADS 3 Assessment on MRI: A Lesion-Based Review for Breast Radiologists. *J Breast Imaging.* 2023;5(3):e3. <https://doi.org/10.1093/jbi/wbac078>.
- Maltez de Almeida J.R, Gomes A.B, Barros T.P, et al. Subcategorization of suspicious breast lesions (BI-RADS category 4) according to MRI criteria. *AJR Am J Roentgenol.* 2023;205:222-231. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.13834>.
- Романчева ЕА, Хасанов РШ, Каприн АД и др. Мультипараметрическая МРТ молочной железы в диагностике: дис. ... канд. мед. наук. Казань: КГМА, 2025.
Romancheva EA, Khasanov RSh, Kaprin AD, et al. Multiparametric MRI of the breast in diagnosis. Diss. cand. med. sci. Kazan: KGMA, 2025. (In Russ.).
- Li X, Huang W, Zhao J, et al. Synthetic MRI in breast cancer: differentiating benign from malignant lesions. *Sci Rep.* 2023;13:17978. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-45079-2>.
- Ahmadinejad N, Mazahery A, Gity M, et al. Evaluation of Features in Probably Benign and Malignant Nonmass Enhancement in Breast MRI. *J Breast Imaging.* 2024;6(2):109-118. <https://doi.org/10.1093/jbi/wbad098>.
- Каприн АД, Рожкова НИ, Прокопенко СП и др. Скрининг злокачественных новообразований молочной железы. Первичная медико-санитарная помощь. 2025;2(1):14.
Kaprin AD, Rozhkova NI, Prokopenko SP, et al. Screening of malignant neoplasms of the breast. Primary Health Care (Russian Federation). 2025;2(1):14. (In Russ.).
- Каприн АД, Костин АА, Самсонов ЮВ и др. Прорывы в лечении рака молочной железы. Современная онкология. 2025;10:15-20.
Kaprin AD, Kostin AA, Samsonov YV, et al. Breakthroughs in the treatment of breast cancer. *Sovremennaya onkologiya.* 2025;10:15-20. (In Russ.).
- Mann RM, Kuhl CK, Saka C, et al. MRI Features of Inflammatory Breast Cancer. *AJR Am J Roentgenol.* 2023;220(5):678-685. <https://doi.org/10.2214/AJR.22.28589>.
- Mann RM, Cho N, Moy L, et al. Magnetic Resonance Imaging Features in Different Types of Invasive Breast Cancer. *PMC.* 2024;8038870. <https://doi.org/10.2214/AJR.10.6157>.
- Dietzel M, Baltzer PA, Vag T, et al. Patterns of Enhancement on Breast MR Images. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2023;59:52612. <https://doi.org/10.1186/s43055-024-01320-0>.
- Dietzel M, Vag T, Baltzer PA, et al. The many MRI faces of invasive lobular carcinoma. *Egypt J Radiol Nucl Med.* 2024;55:1320. <https://doi.org/10.1186/s43055-024-01320-0>.
- Berg WA, Jaffer S, Hibibi S, et al. Diffuse Infiltrative Lesion of the Breast. *Radiology.* 2023;308(2):e223075. <https://doi.org/10.1148/radiol.223075>.
- Eby PR, Sickles EA, Mendelson EB, et al. Auditing and Outcomes Monitoring. In: ACR BI-RADS v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology; 2025.
- Plecha DM, Sickles EA, Mendelson EB, et al. Contrast Enhanced Mammography. In: ACR BI-RADS v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology; 2025.
- Каприн АД, Рожкова НИ, Прокопенко СП и др. Результативность VABB в скрининге. Медицинский совет. 2024;21:12-18.
Kaprin AD, Rozhkova NI, Prokopenko SP, et al. Effectiveness of VABB in screening. *Med. sovet.* 2024;21:12-18. (In Russ.).

22. Leung JWT, Sickles EA, Mendelson EB, et al. Ultrasound. In: ACR BI-RADS v2025 Manual. Reston, VA: American College of Radiology; 2025.
23. Каприн ДА, Перхов ВИ, Денисова МН. Результативность использования передвижных маммографических установок при скрининге рака молочной железы. Медицинский Совет. 2024;(21):96-103. Kaprin AD, Perhov VI, Denisova MN. Effectiveness of using mobile mammographic units in breast cancer screening. Med. sovet. 2024;(21):96-103. (In Russ.). <https://doi.org/10.21518/ms2024-482>
24. Wu T, Heller S.L, Moy L, et al. Feasibility of Auditing Preoperative Breast MRI for Extent-of-Disease Evaluation Using the BI-RADS v2025 Manual. Radiology. 2025;243(803):e243803. <https://doi.org/10.1148/radiol.243803>.
25. Zhu Y, Jiang Y, Wang X, et al. Vacuum-assisted biopsy system for breast lesions: a potential therapeutic approach. Front Oncol. 2023;13:1230083. <https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1230083>.
26. Bianchi S, Di Maria G, Nori J, et al. Influence of Complete Lesion Removal During Vacuum-Assisted Breast Biopsy on the Upgrade Rate of B3 Lesions. J Clin Med. 2025;14(5):1513. <https://doi.org/10.3390/jcm14051513>.
27. Elfgren C, Bago-Horvath Z, Hosch W, et al. Third International Consensus Conference on Lesions of Uncertain Malignant Potential in the Breast (B3 Lesions). Virchows Arch. 2023;483:5-20. <https://doi.org/10.1007/s00428-023-03547-2>.
28. Suman L, Schiaffino S, Massone E, et al. Diagnostic performance of MRI-guided vacuum-assisted breast biopsy (VABB). Breast Cancer Res Treat. 2025;210(2):417-423. <https://doi.org/10.1007/s10549-025-06654-3>.

Information about authors

Svetlana Y. Kaushanskaya, <https://orcid.org/0000-0002-0065-697X>

Dmitry Y. Udalov, <https://orcid.org/0000-0001-7108-1774>

Elena I. Matkevich, <https://orcid.org/0000-0001-5917-7706>

Вклад авторов

Каушанская С. Ю.: разработка концепции, сбор и анализ литературы, написание текста.

Удалов Ю. Д.: разработка концепции, научно-методическое сопровождение.

Маткевич Е. И.: анализ литературы, написание текста.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила: 24.12.2025

Принята к публикации: 22.04.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Kaushanskaya S.Y.: study concept, literature collection and analysis, manuscript writing.

Udalov Y.D.: study concept, literature analysis.

Matkevich E.I.: literature analysis, manuscript writing.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Received: 24.12.2025

Accepted for publication: 22.04.2026

Published online: 26.06.2026

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА В ОЦЕНКЕ СТРАТИФИКАЦИИ РИСКА УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ШКАЛЕ MCGILL THYROID NODULE SCORE+ (MTNS)

Тимофеева Л.А.^{1,2}✉, Александров Ю.К.³, Алексеев С.С.¹, Юманов А.О.¹

¹ Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова; Россия, 428015 Чебоксары, Московский проспект, 15

² Городская клиническая больница № 1 Министерства здравоохранения Чувашской Республики; Россия, 428028 Чебоксары, проспект Тракторостроителей, 46

³ Ярославский государственный медицинский университет; Россия, 150000 Ярославль, ул. Революционная, 5

✉ Любовь Анатолиевна Тимофеева, adabai@mail.ru, +7-967-475-18-46.

РЕФЕРАТ

Актуальность: Узловые образования щитовидной железы (ЩЖ) встречаются у 40–50 % населения, однако лишь 5–10 % из них являются злокачественными. Для стратификации риска применяются многопараметрические шкалы, включая McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), в которой 7 из 23 критериев составляют ультразвуковые признаки. Оценка диагностической значимости этих признаков остается актуальной задачей.

Цель: Проанализировать вклад ультразвуковых параметров в стратификацию риска узловых образований ЩЖ по шкале MTNS.

Материалы и методы: Проведен ретроспективный анализ данных для 211 пациентов с узловыми образованиями ЩЖ, разделенных на три группы: коллоидный зоб ($n = 91$), аденомы ($n = 60$) и рак ЩЖ ($n = 60$). Всем выполнено мультипараметрическое УЗИ (В-режим, цветное доплеровское картирование, энергетический доплер) с оценкой 7 ультразвуковых признаков по шкале MTNS. Статистическая обработка включала χ^2 , t-критерий, ROC-анализ.

Результаты: Пациенты с коллоидным зобом набрали 2–11 баллов, с аденомами — 4–28, с раком ЩЖ — 12–31 балл. Наибольшую диагностическую значимость для выявления рака показали микрокальцификаты ($AUC = 0,836$; $\chi^2 = 23,854$; $p < 0,0001$) и соотношение «высота > ширины» ($\chi^2 = 57,296$; $p < 0,0001$). Макрокальцификаты чаще встречались при доброкачественных узлах ($\chi^2 = 6,366$; $p = 0,0116$). Плотная консистенция узла при пальпации значимо отличала рак от аденом ($p < 0,0001$). Размер узла не имел самостоятельного прогностического значения ($p = 0,2562$).

Выводы: Ультразвуковые признаки, особенно микрокальцификаты и соотношение «высота > ширины», вносят существенный вклад в итоговую балльную оценку по шкале MTNS и позволяют с высокой точностью дифференцировать злокачественные узлы. Шкала может быть рекомендована для обоснования лечебной тактики, особенно при неопределенных результатах цитологии.

Ключевые слова: щитовидная железа, ультразвуковое исследование, узловое образование, шкала McGill Thyroid Nodule Score+, микрокальцификаты

Для цитирования: Тимофеева Л.А., Александров Ю.К., Алексеев С.С., Юманов А.О. Ультразвуковая диагностика в оценке стратификации риска узловых образований щитовидной железы по шкале McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS). Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):52-58.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-52-58>

ULTRASOUND DIAGNOSIS IN ASSESSING THE RISK STRATIFICATION OF THYROID NODULES ACCORDING TO THE MCGILL THYROID NODULE SCORE+ (MTNS)

Lyubov A. Timofeeva^{1,2}✉, Yuri K. Aleksandrov³, Sergey S. Alekseev¹, Alexander O. Yumanov¹

¹ I.N. Ulianov Chuvash State University; 15 Moskovsky Prospekt, Cheboksary, 428015, Russia

² City Clinical Hospital No. 1; 46 Prospekt Traktorostroitelei, Cheboksary, 428028, Russia

³ Yaroslavl State Medical University; 5 Revolyutsionnaya Str., Yaroslavl, 150000, Russia

✉ Lyubov A. Timofeeva, adabai@mail.ru, +7-967-475-18-46

ABSTRACT

Relevance: Thyroid nodules are detected in 40–50 % of the population, but only 5–10 % are malignant. Multiparametric risk stratification systems, such as the McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), incorporate 23 criteria, including 7 ultrasound features. Evaluating the diagnostic value of these features remains relevant.

Purpose: To analyze the contribution of ultrasound parameters to thyroid nodule risk stratification using the MTNS scale.

Materials and methods: A retrospective analysis included 211 patients with thyroid nodules divided into three groups: colloid goiter ($n = 91$), adenomas ($n = 60$), and thyroid cancer ($n = 60$). All patients underwent multiparametric ultrasound (B-mode, color Doppler, power Doppler) with assessment of 7 ultrasound features according to MTNS. Statistical analysis included χ^2 , t-test, and ROC analysis.

Results: Patients with colloid goiter scored 2–11 points, those with adenomas 4–28 points, and those with thyroid cancer 12–31 points. Microcalcifications ($AUC = 0.836$; $\chi^2 = 23.854$; $p < 0.0001$) and the “taller-than-wide” shape ($\chi^2 = 57.296$; $p < 0.0001$) showed the highest diagnostic significance for malignancy. Macrocalcifications were more frequent in benign nodules ($\chi^2 = 6.366$; $p = 0.0116$). Firm nodule consistency on palpation significantly distinguished cancer from adenomas ($p < 0.0001$). Nodule size alone had no prognostic value ($p = 0.2562$).

Conclusions: Ultrasound features, especially microcalcifications and the “taller-than-wide” shape, contribute substantially to the final MTNS score and enable accurate differentiation of malignant nodules. The scale is recommended for guiding treatment decisions, particularly in cases with indeterminate cytology.

Key words: thyroid gland, ultrasound, thyroid nodule, McGill Thyroid Nodule Score+, microcalcifications

For citation: Timofeeva L.A., Aleksandrov Yu.K., Alekseev S.S., Yumanov A.O. Ultrasound Diagnosis in Assessing the Risk Stratification of Thyroid Nodules According to the McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS). Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):52-58. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-52-58>

Введение

Узловые образования щитовидной железы (ЩЖ) представляют собой одну из наиболее часто встречающихся патологий в клинической практике, выявляемую при ультразвуковом исследовании (УЗИ) у 40–50 % населения [1, 2]. Несмотря на высокую распространенность, лишь около 5–10 % узлов имеют злокачественную природу [3, 4]. Это обуславливает необходимость разработки и внедрения эффективных диагностических алгоритмов, позволяющих не только своевременно выявить рак ЩЖ, но и избежать избыточных инвазивных вмешательств при доброкачественных процессах [5, 6].

В последние годы для стандартизации интерпретации ультразвуковых данных и стратификации риска малигнизации широкое распространение получили системы стратификации, такие как TIRADS (Thyroid Imaging Reporting and Data System) в различных национальных версиях (ACR TIRADS, EU-TIRADS, K-TIRADS, C-TIRADS) [7–9]. Исследования демонстрируют высокую диагностическую точность этих систем, однако их эффективность может варьировать в зависимости от опыта специалиста и типа опухоли [8, 10]. Например, дифференциальная диагностика фолликулярных опухолей остается сложной задачей из-за значительного совпадения ультразвуковых признаков аденом и карцином, что требует разработки более специализированных подходов [11].

Альтернативным подходом к оценке риска являются многофакторные шкалы, учитывающие не только сонографические, но и клинические, лабораторные и цитологические параметры. Одной из таких систем является шкала McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), предложенная учеными госпиталя McGill в 2011 г. [4, 12], которая позволяет комплексно оценивать вероятность злокачественности узлов, включая 23 критерия, из которых 7 являются ультразвуковыми [12, 13]. Важно отметить, что в современных условиях продолжается поиск оптимальных моделей прогнозирования: появляются новые балльные системы, основанные на мультимодальной ультразвуковой технологии, которые демонстрируют высокую чувствительность и специфичность в различении доброкачественных, пограничных (low-risk) и злокачественных опухолей [14]. Кроме того, изучаются возможности интеграции ультразвуковых систем стратификации с данными других методов, таких как ПЭТ/КТ, что особенно актуально у онкологических пациентов с инциденталомиями ЩЖ [15].

Особое значение в рамках шкалы MTNS и других систем стратификации придается таким ультразвуковым признакам, как микрокальцификаты, гипо-

эхогенность, неровность контуров и соотношение высоты к ширине узла («высота > ширины») [7, 16]. Микрокальцификаты традиционно рассматриваются как один из наиболее достоверных маркеров папиллярного рака ЩЖ [16, 17]. Однако диагностический вес каждого из этих признаков в составе комплексных шкал, таких как MTNS, требует дальнейшего уточнения, особенно в контексте дифференциальной диагностики различных морфологических типов опухолей (аденомы, карциномы, узловой коллоидный зоб).

Таким образом, актуальность настоящего исследования обусловлена необходимостью детального анализа вклада ультразвуковых параметров в окончательную балльную оценку по шкале MTNS и определения их диагностической значимости в зависимости от морфологического строения узловых образований.

Цель исследования

Проанализировать диагностическую значимость УЗИ в оценке стратификации риска узловых образований ЩЖ по шкале MTNS.

Материалы и методы

Выполнено ретроспективное когортное исследование. Проанализированы данные историй болезни 211 пациентов с узловыми образованиями ЩЖ, находившихся на лечении в БУ «Городская клиническая больница № 1» Минздрава Чувашии (г. Чебоксары).

Критерии включения:

- наличие в истории болезни полных данных, необходимых для ретроспективной балльной оценки по шкале MTNS;
- наличие предоперационного протокола мультипараметрического УЗИ с обязательным описанием структуры узлового образования ЩЖ;
- наличие заключения послеоперационного патоморфологического исследования с верификацией типа образования.

Критерии исключения: отсутствие в медицинской документации любого из вышеперечисленных параметров, необходимых для расчета по шкале MTNS.

Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку персональных данных.

Распределение пациентов по полу: 193 женщины (91,5 %) и 18 мужчин (8,5 %). Средний возраст участников составил $55,53 \pm 10,23$ года (от 18 до 86 лет).

В зависимости от результатов патоморфологического исследования послеоперационного материала пациенты были разделены на три группы: 1-я группа ($n = 91$) — пациенты с доброкачественными неопухолевыми заболеваниями (узловой коллоидный зоб); 2-я группа ($n = 60$) — пациенты с доброкачественными опухолями (аденомы ЩЖ); 3-я группа ($n = 60$) — пациенты со злокачественными новообразованиями (рак ЩЖ).

Всем пациентам перед оперативным вмешательством выполняли УЗИ органов шеи, включая ЩЖ, на ультразвуковых аппаратах Aplio XG (Toshiba, Япония) и SonoScape (Китай), оснащенных широкополосными линейными датчиками с частотным диапазоном 7–14 МГц. Применялся стандартизированный протокол, включающий серошкальное сканирование (В-режим), цветное доплеровское картирование и энергетический доплер.

Для стратификации риска использовалась адаптированная версия шкалы MTNS [12]. В оригинальной версии шкалы содержится 23 критерия. Из анализа были исключены пункты «Этническая принадлежность», «Фокальные изменения при ПЭТ», «НВМЕ-1» и «BRAF-мутации» в связи с отсутствием данных в ретроспективных историях болезни. Таким образом, итоговая оценка проводилась по 19 критериям, включающим:

- **клинические и лабораторные данные:** пол, возраст, семейный анамнез, облучение в анамнезе, данные пальпации (консистенция узла), уровень ТТГ, уровень тиреоглобулина.
- **цитологические данные:** результаты тонкоигольной аспирационной биопсии (ТАПБ) с классификацией по системе Bethesda (TBSRTC) [18], наличие клеток Гюртле, атипия, подозрение на злокачественность.
- **ультразвуковые признаки (7 показателей):** параметрические (максимальный диаметр узла, тенденция к росту) и непараметрические (гипоэхогенность, соотношение «высота > ширины», гиперваскуляризация/патологический кровоток, лимфаденопатия, наличие кальцификатов).

Особое внимание уделялось дифференцированной оценке ультразвукового признака «кальцификация», который разделяли на «микрокальцификаты» (мелкие гиперэхогенные включения без акустической тени) и «макрокальцификаты» (крупные включения с акустической тенью).

Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакетов прикладных программ StatSoft STATISTICA 10.0 и Microsoft Office Excel 2016. Количественные переменные, подчиняющиеся нормальному распределению (проверка по критерию Шапиро-Уилки), представлены в виде среднего арифметического (M) и стандартного отклонения (σ) — $M \pm \sigma$. Для сравнения частот качественных при-

знаков в группах использовали критерий χ^2 Пирсона (с поправкой Йейтса при необходимости). Для оценки значимости различий количественных показателей между группами применяли t -критерий Стьюдента для независимых выборок. Диагностическую значимость ультразвуковых признаков оценивали с помощью ROC-анализа с вычислением площади под кривой (AUC). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Анализ клинических и лабораторных данных, учитываемых в шкале MTNS, показал, что во всех трех группах преобладали лица женского пола. В подгруппах с доброкачественными узлами (коллоидный зоб и аденомы) на долю женщин приходилось 92,7 %, а среди пациентов с раком ЩЖ — 88,3 % ($p > 0,05$), что согласно шкале соответствует 0 баллов. Возраст старше 45 лет чаще регистрировался при злокачественных новообразованиях — 88,3 % против 79,5 % в группах с доброкачественной патологией (1 балл). Средний возраст больных с аденомами и раком ЩЖ существенно не различался: $52,6 \pm 14,3$ и $59,7 \pm 11,9$ года соответственно ($p = 0,2368$). Отягощенный семейный анамнез выявлен лишь в одном наблюдении (пациентка с раком ЩЖ), что соответствует 1 баллу, тогда как указаний на облучение в анамнезе не было ни у одного из 211 пациентов (0 баллов; $\chi^2 = 1,000$; $p = 0,3173$). Уровни тиреотропного гормона и тиреоглобулина не превышали диагностических порогов, учитываемых шкалой, и не имели значимых межгрупповых различий ($p = 0,0943$), в связи с чем оценка по этим параметрам составила 0 баллов.

При физикальном обследовании наиболее информативным оказался пальпаторный признак плотности узла: «каменистая» консистенция выявлена у 78,3 % пациентов с раком ЩЖ, что соответствует 2 баллам по шкале MTNS, и лишь у 11,7 % — с аденомами (0 баллов; $\chi^2 = 53,423$; $p < 0,0001$). Все узлы при коллоидном зобе характеризовались мягко-эластической консистенцией (0 баллов).

При цитологическом исследовании биопсийного материала получены данные, ожидаемо коррелировавшие с окончательным морфологическим диагнозом. Частота выявления клеток Гюртле, оцениваемая в 2 балла по шкале MTNS, не показала значимых различий между группами ($\chi^2 = 2,139$; $p = 0,1436$). В то же время такие критерии, как атипия клеток (3–5 баллов) и подозрение на злокачественность (7 баллов), продемонстрировали высокую диагностическую значимость ($\chi^2 = 21,997$; $p < 0,0001$ и $\chi^2 = 9,333$; $p = 0,0023$ соответственно). При классификации по системе Bethesda установлено, что в группе коллоидного зоба преобладали узлы категории Bethesda 2

Таблица 1. Распределение узловых образований ЩЖ по величине максимального диаметра в зависимости от морфологического типа (оценка по шкале MTNS, 0–4 балла)

Table 1. Distribution of thyroid nodules by maximum diameter depending on morphological type (MTNS score, 0–4 points)

Максимальный диаметр узла ЩЖ	Морфологическое строение узлов ЩЖ		
	коллоидный зоб (n = 91)	опухоли ЩЖ (n = 120)	всего (n = 211)
Средний	2,65 ± 1,14	2,02 ± 0,93	2,29 ± 1,07
До 19 мм	25 (27,5 %)	53 (44,2 %)	78 (36,9 %)
20–29мм	37 (40,7 %)	44 (36,7 %)	81 (38,4 %)
30–39 мм	21 (23,1 %)	20 (16,7 %)	41 (19,4 %)
40 мм и более	8 (8,8 %)	3 (2,5 %)	11 (5,2 %)

(60,44 %), в группе аденом — Bethesda 4 (48,33 %), а в группе рака ЩЖ — Bethesda 5 и Bethesda 6 (53,33 %).

При анализе параметрических признаков по шкале MTNS (0–4 балла) обращает на себя внимание размер узловых образований. В целом по выборке среднее значение максимального диаметра узла равнялось 2,29 ± 1,07 см. Самыми крупными оказались узлы при коллоидном зобе — их средний диаметр достигал 2,65 ± 1,14 см, что, по-видимому, связано с длительным динамическим наблюдением этих пациентов до направления на хирургическое лечение. Вместе с тем, статистически значимых межгрупповых различий по данному показателю не зарегистрировано ($p = 0,2562$). Детализация размерных категорий приведена в табл. 1.

Что касается качественных ультразвуковых характеристик, то здесь выявлены более отчетливые закономерности. Гипоэхогенность структуры, оцениваемая в 0–2 балла, зарегистрирована в 135 случаях (63,9 %), причем наиболее часто этот признак встречался в группе рака ЩЖ (54 наблюдения). Соотношение «высота > ширины» (1 балл по шкале) выявлено в 39 случаях (65,5 %) в группе рака и отсутствовало в группах доброкачественной патологии ($\chi^2 = 57,296$; $p < 0,0001$). Лимфаденопатия шеи (0–2 балла) диагностирована у 23 (38,3 %) пациентов с раком ЩЖ, что значительно превышало аналогичные показатели в группах аденом (31,7 %) и коллоидного зоба (18,7 %). Патологический кровоток (гиперваскуляризация, извитость сосудов), оцениваемый в 0–2 балла, также значимо различался между группами ($\chi^2 = 14,875$; $p = 0,0010$).

Особого внимания заслуживает анализ кальцификации узлов (рис. 1).

Выполненный ROC-анализ (рис. 2) продемонстрировал, что такой ультразвуковой признак, как микрокальцификаты, характеризуется высокой

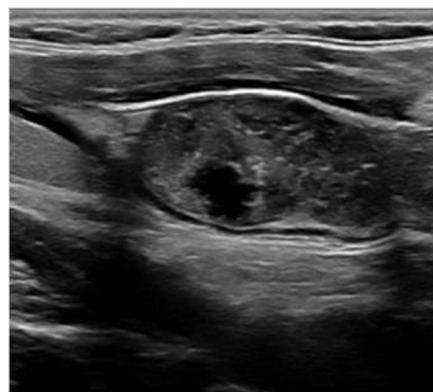


Рис. 1. УЗИ правой доли ЩЖ в В-режиме. Множественные кистозные полости и микрокальцификаты (TI-RADS 4)

Fig. 1. Ultrasound of the right thyroid lobe in B-mode. Multiple cystic cavities and microcalcifications (TI-RADS 4)

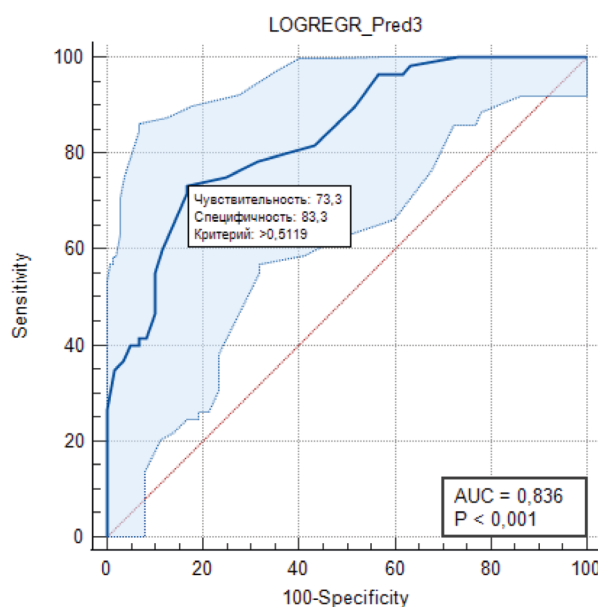


Рис. 2. ROC-кривая, отражающая диагностические возможности признака «микрокальцификаты» (шкала MTNS) у пациентов с опухолями ЩЖ

Fig. 2. ROC curve reflecting the diagnostic performance of the “microcalcifications” feature (MTNS scale) in patients with thyroid tumors

диагностической значимостью при дифференцировке опухолевых поражений ЩЖ (площадь под ROC-кривой составила 0,836 ± 0,036).

При итоговом подсчете баллов по шкале MTNS выявлены следующие закономерности. Для коллоидного зоба суммарные значения варьировали от 2 до 11 баллов. В подгруппе аденом ЩЖ отмечался наиболее широкий диапазон — от 4 до 28 баллов, что свидетельствует о неоднозначном биологическом поведении этих опухолей и сопутствующих диагностических сложностях. У пациентов с раком ЩЖ

зафиксированы стабильно высокие показатели — от 12 до 31 балла, что указывает на надежность шкалы в выявлении злокачественных узлов.

Обсуждение

Проведенное исследование продемонстрировало, что шкала MTNS позволяет эффективно стратифицировать риск злокачественности узловых образований ЩЖ, при этом ультразвуковые признаки вносят существенный вклад в итоговую балльную оценку. Полученные нами данные согласуются с результатами других исследований, в частности N.V. Sands et al., получивших, что сумма баллов >8 ассоциирована с 86 % риском малигнизации, а >19 баллов — со 100 % вероятностью рака [4, 5].

В нашем исследовании пациенты с раком ЩЖ имели баллы в диапазоне 12–31, что соответствует категории высокого риска. Важно отметить, что в группе аденом ЩЖ разброс баллов был максимальным (4–28), что отражает известные диагностические трудности при дифференциальной диагностике фолликулярных опухолей. Сходные данные были получены R. Varshney et al., которые показали, что при неопределенных результатах цитологии (Bethesda III–IV) средний балл MTNS для доброкачественных узлов составил 7 (32 % риск), а для злокачественных — 9 (63 % риск) [1, 19]. В нашем исследовании эти значения составили 4–11 и 12–31 соответственно, что подтверждает диагностическую ценность шкалы. Похожие значения были получены также и H.A. Al-Nakami et al.: средний показатель MTNS у пациентов со злокачественной патологией в их исследовании составил $12,81 \pm 3,55$, а с доброкачественной — $8,32 \pm 2,32$.

Среди всех ультразвуковых признаков наибольшую значимость для диагностики рака ЩЖ продемонстрировали микрокальцификаты ($AUC = 0,836$) и соотношение «высота > ширины» ($\chi^2 = 57,296$; $p < 0,0001$). Микрокальцификаты, соответствующие псаммомным тельцам при папиллярном раке, традиционно рассматриваются как один из наиболее специфичных признаков малигнизации [16, 17]. Наши данные подтверждают, что этот признак сохраняет высокую диагностическую ценность даже при включении в многопараметрические шкалы.

Признак «высота > ширины» (taller-than-wide shape) в нашем исследовании встречался исключительно в группе рака ЩЖ (65,5 %). Это согласуется с данными литературы, согласно которым данный признак обладает высокой специфичностью (92–96 %), хотя и умеренной чувствительностью [7, 20]. В контексте шкалы MTNS этот параметр, оцениваемый всего в 1 балл, оказывается важным дискриминатором, особенно в сочетании с другими признаками.

Интерес представляют данные о кальцификатах при аденомах ЩЖ. Макрокальцификаты, выявленные в 11,7 % случаев аденом, могут быть следствием вторичных дистрофических изменений. Это создает риск ложноположительной интерпретации, однако в рамках многопараметрической шкалы данный риск нивелируется за счет учета других параметров. Аналогичные наблюдения представлены в работе Y. Zhang et al., посвященной дифференциальной диагностике фолликулярных опухолей и аденом [11].

Размер узлового образования, напротив, не показал значимых различий между группами ($p = 0,2562$), что согласуется с данными других исследований [3, 7, 20].

Сравнивая диагностическую эффективность шкалы MTNS с современными системами стратификации (EU-TIRADS, ACR TIRADS), следует отметить, что MTNS имеет преимущество за счет интеграции клинических, лабораторных и цитологических данных [8, 9]. В недавнем исследовании Y. Yuan et al. показано, что мультимодальные ультразвуковые шкалы, учитывающие эластографию и контрастное усиление, могут дополнительно повысить точность диагностики, однако их внедрение требует стандартизации [14].

Настоящая работа представляет собой одно из немногих исследований, в которых детально проанализирован вклад каждого ультразвукового признака в итоговую балльную оценку по шкале MTNS в зависимости от морфологического типа узла. Использование ROC-анализа позволило количественно оценить диагностическую значимость микрокальцификатов. Однако ретроспективный дизайн и исключение ряда параметров оригинальной шкалы (этническая принадлежность, ПЭТ-данные, молекулярно-генетические маркеры) могли повлиять на полноту оценки. Кроме того, исследование выполнено на базе одного центра, что ограничивает внешнюю валидность результатов. Перспективным направлением является сопоставление шкалы MTNS с системой TIRADS с оценкой их комбинированного использования [21]. Внедрение молекулярно-генетических маркеров (BRAF, TERT, RAS) в будущие версии шкалы может повысить ее прогностическую точность [22, 23]. Полученные данные свидетельствуют о необходимости дальнейшего проспективного изучения шкалы MTNS, особенно в группе узлов с неопределенной цитологией (Bethesda III–IV).

Заключение

Проведенное исследование подтвердило высокую значимость ультразвуковых признаков, в особенности микрокальцификатов и соотношения «высота > ширины», в стратификации риска злокачественности узловых образований ЩЖ по шкале MTNS. Полученные данные свидетельствуют о том,

что включение этих параметров в многопараметрическую оценку позволяет с высокой вероятностью дифференцировать доброкачественные и злокачественные узлы, включая сложные для диагностики фолликулярные опухоли. Шкала MTNS может рассматриваться как надежный инструмент для обоснования выбора лечебной тактики, особенно при неопределенных результатах цитологического исследования. Перспективы дальнейших исследований заключаются в проспективной валидации шкалы на более широких когортах пациентов, а также в сравнительном анализе ее эффективности с современными системами стратификации (TIRADS) и интеграции с молекулярно-генетическими маркерами для повышения точности диагностики.

Список литературы / References

1. Александров ЮК, Брюховецкий ЮА, Заболотская НВ. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика. 3-е изд., перераб. и доп. Москва: Видар-М; 2019. 740 с.
Aleksandrov YuK, Bryukhovetsky YuA, Zabolotskaya NV. Practical guide to ultrasound diagnostics. General ultrasound diagnostics. 3rd ed. Moscow; 2019:740 p. (In Russ.).
2. Сенча АН. Ультразвуковое исследование щитовидной железы: шаг за шагом. От простого к сложному. Москва: МЕДпресс-информ; 2019:203 с.
Sencha AN. Ultrasound examination of the thyroid gland: step by step. From simple to complex. Moscow: MEDpress-inform; 2019:203 p. (In Russ.).
3. Тагиль АО, Борсуков АВ. Применение вакуумной тонкоигольной аспирационной биопсии образований малого размера при диагностике рака щитовидной железы. Опухоли головы и шеи. 2024;14(2):10-19.
Tagil AO, Borsukov AV. Application of vacuum-assisted fine-needle aspiration biopsy of small-sized lesions in the diagnosis of thyroid cancer. Head and Neck Tumors. 2024;14(2):10-19. <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2024-14-2-10-19> (In Russ.).
4. Sands NB, Karls S, Amir A, et al. McGill Thyroid Nodule Score (MTNS): "rating the risk," a novel predictive scheme for cancer risk determination. J Otolaryngol Head Neck Surg. 2011;40(Suppl 1):S1-13.
5. Камынина ЛЛ. Здоровье щитовидной железы в реалиях больших городов. Здоровье мегаполиса. 2021;2(2):84-95.
Kaminina LL. Thyroid health in big city realities. City Healthcare. 2021;2(2):84-95 (In Russ.).
6. Заридзе ДГ, Максимович ДМ, Стилиди ИС. Новая парадигма скрининга и ранней диагностики: оценка пользы и вреда. Вопросы онкологии. 2020;66(6):589-602.
Zaridze DG, Maksimovich DM, Stilidi IS. A new paradigm of screening and early diagnosis: assessment of benefits and harms. Problems in Oncology. 2020;66(6):589-602. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2020-66-6-589-602> (In Russ.).
7. Тимофеева ЛА, Сенча АН. Мультипараметрическое ультразвуковое исследование с применением классификации TI-RADS в определении диагностической тактики при тиреоидных узловых образованиях. Практическая медицина. 2018;1(112):134-9.
Timofeeva LA, Sencha AN. Multi-parametric ultrasonic examination using TI-RADS classification in determining diagnostic tactics in thyroid nodular palpable abnormalities. Practical Medicine. 2018;1(112):134-9. (In Russ.).
8. David E, Aliotta L, Frezza F, et al. Thyroid Nodule Characterization: Which Thyroid Imaging Reporting and Data System (TIRADS) Is More Accurate? A Comparison Between Radiologists with Different Experiences and Artificial Intelligence Software. Diagnostics. 2025;15(16):2108. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15162108>.
9. Shin CY, Ahn HS, Na DG, et al. Diagnostic performances of five US risk stratification systems for malignancy in focal [¹⁸F]FDG-PET/CT thyroid incidentalomas. Eur Radiol. 2025;35(12):7701-11. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-12008-y>.
10. Wu J-Y, Cheng P-C, Wen M-H, et al. Comparative Diagnostic Performance of Ultrasound-Based Risk Stratification Systems in Thyroid Nodule Evaluations by Otolaryngologists. Diagnostics. 2026;16(1):128. <https://doi.org/10.3390/diagnostics16010128>.
11. Zhang Y, Ding W, Han M, et al. A practical ultrasound-based risk stratification system for differentiating follicular thyroid carcinoma and adenoma. Gland Surg. 2025;14(10):1873-85. <https://doi.org/10.21037/gd-2025-225>.
12. Canfarotta M, Moote D, Finck C. McGill Thyroid Nodule Score in Differentiating Benign and Malignant Pediatric Thyroid Nodules: A Pilot Study. Otolaryngology-Head and Neck Surgery. 2017;157(4):589-95. <https://doi.org/10.1177/0194599817715629>.
13. Al-Hakami HA, Al-Mohammadi R, Al-Mutairi R, et al. McGill Thyroid Nodule Score in Differentiating Thyroid Nodules in Total Thyroidectomy Cases of Indeterminate Nodules. Indian J Surg Oncol. 2020;11(2):268-73. <https://doi.org/10.1007/s13193-020-01053-2>.
14. Yuan Y, Shu H, Li L, Wu L, Yu F. A new scoring system for risk stratification of thyroid tumors. BMC Med Imaging. 2025 Apr 10;25(1):114. <https://doi.org/10.1186/s12880-025-01633-0>.
15. Lai Sh, Su Yu, Zhou R, et al. Clinical value of ultrasound features in differentiation of benign and malignant lesions in Bethesda class III/IV/V thyroid nodules. Surgical Research and New Technique. 2025;14(4):326-30. <https://doi.org/10.3969/j.issn.2095-378X.2025.04.005>.
16. Степанов ВГ. Ультразвуковая диагностика «кальцифицированных» очаговых образований щитовидной железы: автореф. дис. канд. мед. наук: 3.1.25. Москва; 2024:25 с.
Stepanov VG. Ultrasound diagnostics of "calcified" focal thyroid lesions. Author's abstract of thesis ... of candidate medical sciences. Moscow; 2024:25 p. (In Russ.).
17. Drake T, Caicedo-Granados E. Most Thyroid Surgeries Start With an Asymptomatic Patient. JAMA Otolaryngol Head Neck Surg. 2022;148(9):818-9. <https://doi.org/10.1001/jamaoto.2022.1744>.
18. Cibas ES, Ali SZ. The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. Thyroid. 2009;19(11):1159-65. <https://doi.org/10.1089/thy.2009.0274>.
19. Varshney R, Forest VI, Mascarella MA, et al. The McGill thyroid nodule score — does it help with indeterminate thyroid nodules? J Otolaryngol Head Neck Surg. 2015;44(1):2. <https://doi.org/10.1186/s40463-015-0058-6>.
20. Khalife S, Bouhabel S, Forest VI, et al. The McGill Thyroid Nodule Score's (MTNS+) role in the investigation of thyroid nodules with benign ultrasound guided fine needle aspiration biopsies: a retrospective review. J Otolaryngol Head Neck Surg. 2016;45(1):29. <https://doi.org/10.1186/s40463-016-0141-7>.
21. Grani G, Sponziello M, Pecce V, et al. Contemporary Thyroid Nodule Evaluation and Management. J Clin Endocrinol Metab. 2020;105(9):2869-83. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa322>.
22. Garber JR, Papini E, Frasoldati A, et al. American Association of Clinical Endocrinology And Associazione Medici Endocrinologi Thyroid Nodule Algorithmic Tool. Endocr Pract. 2021;27(7):649-60. <https://doi.org/10.1016/j.eprac.2021.04.007>.
23. Welkoborsky HJ, Jecker P. Ultrasonography of the Head and Neck. An Imaging Atlas. Springer International Publishing; 2019:365 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12641-4>.

Information about the authors

Lyubov A. Timofeeva, <https://orcid.org/0000-0002-4707-8214>.
Yuri K. Aleksandrov, <https://orcid.org/0000-0003-3887-5219>.
Sergey S. Alekseev, <https://orcid.org/0009-0009-5159-0024>
Alexander O. Yumanov, <https://orcid.org/0009-0003-1671-1202>

Вклад авторов

Тимофеева Л.А., Александров Ю.К.: разработка концепции и плана исследования, обзор публикаций по теме статьи.
Тимофеева Л.А., Александров Ю.К., Алексеев С.С., Юманов А.О.: сбор и анализ данных.
Тимофеева Л.А., Александров Ю.К.: редактирование статьи.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 17.03.2026

Принята к публикации: 22.04.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Lyubov A. Timofeeva, Yuri K. Aleksandrov: development of a research concept and plan, review of publications on the topic of the article.
Lyubov A. Timofeeva, Yuri K. Aleksandrov, Sergey S. Alekseev, Alexander O. Yumanov: data collection and analysis.
Lyubov A. Timofeeva, Yuri K. Aleksandrov: editing of the article.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 17.03.2026

Accepted for publication: 22.04.2026

Published online: 26.06.2026

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ ЛОГИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РИСКА МЕТАСТАТИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ У БОЛЬНЫХ МЕЛАНОМОЙ КОЖИ

Тихонова Е.В.¹✉, Сергеева А.М.², Бердников С.Н.¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

² Национальный исследовательский университет «МЭИ»; Россия, 111250, Москва, Красноказарменная улица, 14, стр. 1

✉ Тихонова Елена Валерьевна, elige-94@mail.ru, тел.: +7(901)900-55-15

РЕФЕРАТ

Актуальность: Меланома кожи характеризуется выраженным метастатическим потенциалом, при этом поражение регионарных лимфатических узлов является ключевым прогностическим фактором.

Цель: Разработать и оценить логистическую модель прогнозирования метастатического поражения регионарных лимфатических узлов у больных меланомой кожи.

Материалы и методы: Проведено одноцентровое проспективное исследование 121 пациента с морфологически верифицированным статусом лимфатических узлов. В модель включены клинические характеристики, параметры первичной опухоли, ультразвуковые и эластографические признаки лимфоузлов, данные сцинтиграфии и результаты цитологической/гистологической верификации.

Результаты: Модель продемонстрировала высокую дискриминационную способность (ROC AUC ≈ 0,95). При пороге $p = 0,272$ чувствительность составила около 0,85, специфичность — около 0,96. Разработана четырёхуровневая шкала риска.

Заключение: Полученная модель может использоваться для стратификации риска метастазирования и обоснования необходимости инвазивного стадирования.

Ключевые слова: меланома кожи, лимфатические узлы, метастазы, прогностическая модель, логистическая регрессия, ROC-кривая, эластография

Для цитирования: Тихонова Е.В., Сергеева А.М., Бердников С.Н. Прогностическая логистическая модель риска метастатического поражения регионарных лимфатических узлов у больных меланомой кожи. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):59-63.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-59-63>

PREDICTIVE LOGISTIC MODEL OF REGIONAL LYMPH NODE METASTASIS RISK IN PATIENTS WITH CUTANEOUS MELANOMA

Elena V. Tikhonova¹✉, Anna M. Sergeeva², Sergey N. Berdnikov¹

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology, Ministry of Health of Russia; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow, 115522, Russia

² National Research University "MEI"; 14 Build. 1 Krasnokazarmennaya Str., Moscow, 111250, Russia

✉ Elena V. Tikhonova, elige-94@mail.ru, +7(901)900-55-15

ABSTRACT

Relevance: Cutaneous melanoma is characterized by high metastatic potential, and regional lymph node involvement is a key prognostic factor.

Purpose: To develop and evaluate a logistic regression model for predicting regional lymph node metastases.

Materials and methods: A single-center retrospective study included 121 patients with morphologically verified lymph node status. Clinical, ultrasound, elastography, scintigraphy, and pathological data were analyzed.

Results: The model demonstrated high discrimination (ROC AUC ≈ 0.95). At $p = 0.272$ sensitivity was ~0.85 and specificity ~0.96. A four-level risk stratification system was developed.

Conclusion: The model can be used for risk stratification and decision-making regarding invasive nodal staging.

Key words: melanoma, lymph nodes, metastases, predictive model, logistic regression, ROC curve, elastography

For citation: Tikhonova E.V., Sergeeva A.M., Berdnikov S.N. Predictive Logistic Model of Regional Lymph Node Metastasis Risk in Patients with Cutaneous Melanoma. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):59-63. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-59-63>

Введение

Меланома кожи относится к числу наиболее агрессивных злокачественных опухолей и обладает высоким метастатическим потенциалом, внося значительный вклад в онкологическую смертность [1]. Прогноз заболевания во многом определяется состоянием регионарных лимфатических узлов: их поражение ухудшает показатели выживаемости, влияет на стадирование и определяет необходимость более интенсивного лечения [2, 3].

Одним из ключевых методов стадирования является биопсия сторожевого лимфатического узла, однако её выполнение связано с инвазивностью, затратами ресурсов и риском осложнений. При этом значительная часть пациентов, подвергающихся данному вмешательству, не имеет метастатического поражения, что подчёркивает необходимость более точного отбора [4]. С другой стороны, недооценка риска метастазирования может приводить к поздней диагностике и ухудшению исходов [5].

Разработка прогностических моделей, основанных на сочетании клинических, инструментальных и морфологических признаков, позволяет более точно оценивать индивидуальный риск метастатического поражения регионарных лимфатических узлов и оптимизировать тактику стадирования.

Материалы и методы

Проведено одноцентровое проспективное исследование. В анализ включены данные 121 пациента с меланомой кожи, наблюдавшихся и лечившихся в одном учреждении. У всех пациентов выполнялось морфологическое (гистологическое и иммуногистохимическое) исследование регионарных лимфатических узлов.

Зависимая переменная ИГХ кодировалась бинарно:

- ИГХ = 0 — метастатическое поражение лимфатических узлов не выявлено;
- ИГХ = 1 — по данным морфологического исследования подтверждены метастазы.

Из 121 пациента у 27 (22,3 %) были выявлены метастазы в регионарных лимфатических узлах, у 94 (77,7 %) метастатическое поражение отсутствовало.

В анализ были включены следующие группы предикторов:

- Клинические характеристики пациента и первичной опухоли: возраст, пол, локализация первичной меланомы (диагноз С43.х), толщина по Бреслоу, наличие изъязвления.
- Ультразвуковые признаки регионарных лимфатических узлов: форма лимфоузла, ширина и толщина лимфоузла, толщина коркового слоя, наличие неравномерного утолщения коркового слоя и его толщина, потеря центрального эхосигнала, наличие периферической перфузии, отношение длинной оси к короткой (L/S), количество поражённых лимфоузлов при ультразвуковом исследовании (УЗИ).
- Эластографические показатели: количественные значения эластометрии лимфоузла и окружающих тканей, параметры компрессионной/импульсно-волновой эластографии.
- Данные сцинтиграфии: факт выявления лимфатического узла, количество активных лимфоузлов.
- Результаты инвазивной верификации: цитологическое заключение по подозрительным лимфатическим узлам, гистологическое заключение.

Кодирование переменных

Категориальная переменная «пол» кодировалась бинарной переменной POL_MUZ (1 — мужчина, 0 — женщина). Локализация первичной меланомы представлена набором фиктивных (dummy) переменных вида DIAG_C43_1, DIAG_C43_3, DIAG_C43_4, DIAG_C43_5, DIAG_C43_6, DIAG_C43_7, DIAG_C43_8,

одна из категорий использовалась в качестве базовой (референсной).

Числовые показатели (толщина по Бреслоу, размеры лимфоузла, толщины коркового слоя, эластометрические и другие количественные параметры) использовались в исходных единицах измерения, без стандартизации, что облегчает клиническую интерпретацию коэффициентов модели.

Многомерная логистическая регрессия применялась для моделирования зависимости вероятности метастатического поражения лимфатических узлов от совокупности предикторов. Коэффициенты регрессии (β) оценивались методом максимального правдоподобия. Для каждого признака вычислялись коэффициенты β и отношения шансов).

Качество моделей оценивали по: площади под ROC-кривой (ROC AUC), кривой распределения предсказанных вероятностей (separation plot), кривой Precision-Recall, калибровочной кривой (соответствие предсказанной и фактической частоты метастазов, чувствительности (Se), специфичности (Sp), общей точности (Acc), индексу Юдена ($J = Se + Sp - 1$) при разных порогах предсказанной вероятности p .

Для клинической интерпретации анализировались пороги: $p = 0,138; 0,272; 0,349$;

На основе модели разработана четырёхуровневая шкала риска: низкий, промежуточный, высокий и очень высокий риск.

Результаты

Дискриминационная способность модели

Построенная полная логистическая модель показала высокую дискриминационную способность: ROC AUC составила около 0,952, что свидетельствует о хорошем разделении пациентов с наличием и отсутствием метастазов регионарных лимфатических узлов. ROC-кривая на рис. 1 существенно превосходит линию случайной классификации.

Рис. 2 демонстрирует распределение предсказанных вероятностей (separation plot), а кривая на рис. 3 Precision-Recall показывает устойчивую чувствительность и точность в диапазоне клинически значимых порогов.

Калибровочная кривая на рис. 4 подтверждает хорошее соответствие предсказанных вероятностей фактической частоте метастазов.

Вклад основных предикторов

Многомерный анализ выявил ряд предикторов, существенно ассоциированных с риском метастатического поражения регионарных лимфатических узлов.

Наличие периферической перфузии лимфатического узла по данным УЗИ ($\beta \approx 11,2$; OR порядка 10^4 - 10^5). Такой экстремально высокий показатель отражает практически полное разделение выборки по данному признаку: подавляющее большинство

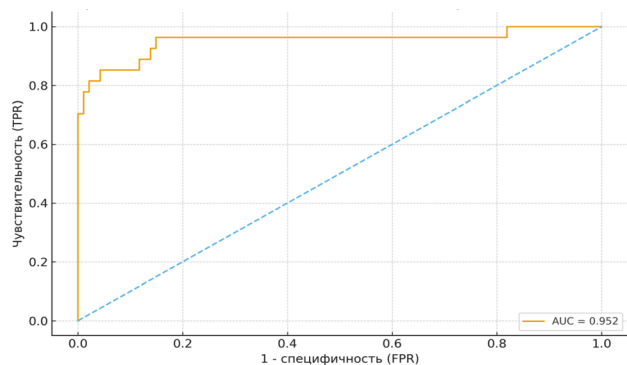


Рис. 1. ROC-кривая полной логистической модели (с учётом цитологии и гистологии) для прогнозирования метастатического поражения регионарных лимфатических узлов (AUC ≈ 0,95)

Fig. 1. ROC curve of the full logistic model (including cytology and histology) for predicting metastatic involvement of regional lymph nodes (AUC ≈ 0,95)

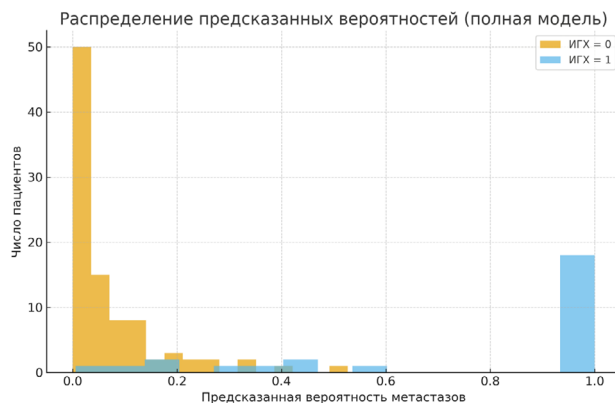


Рис. 2. Распределение предсказанных вероятностей метастазов по классам: пациенты без метастазов (ИГХ = 0) и с метастазами (ИГХ = 1) в полной модели

Fig. 2. Distribution of predicted probabilities of metastases by class: patients without metastases (IHC = 0) and with metastases (IHC = 1) in the full model

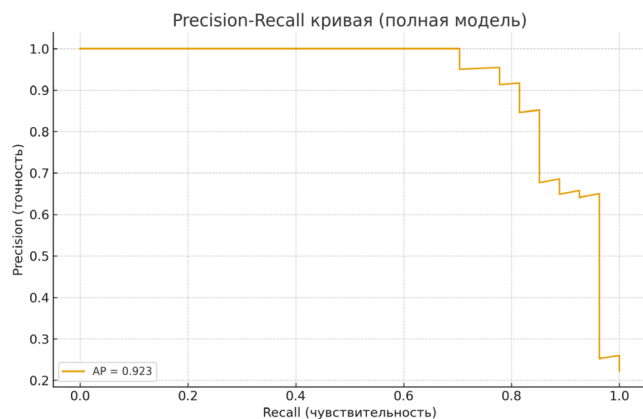


Рис. 3. Кривая «чувствительность–точность» (Precision–Recall) для полной логистической модели прогнозирования метастатического поражения регионарных лимфатических узлов

Fig. 3. Precision–Recall curve for the full logistic model for predicting regional lymph node metastasis

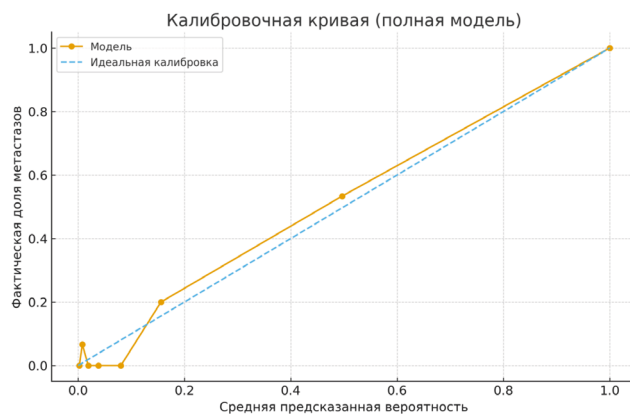


Рис. 4. Калибровочная кривая полной логистической модели: соответствие между предсказанной вероятностью метастазов и фактической долей поражённых лимфатических узлов

Fig. 4. Calibration curve of the full logistic model: the agreement between the predicted probability of metastasis and the actual proportion of affected lymph nodes

пациентов с периферической перфузией имели метастазы, тогда как при её отсутствии метастатическое поражение наблюдалось существенно реже.

Толщина коркового слоя лимфатического узла ($\beta \approx 9,3$; OR более 10^4). Утолщение коркового слоя лимфоузла сопровождалось резким увеличением шансов метастатического поражения, что согласуется с патофизиологическими представлениями о перестройке структуры лимфоузла при инфильтрации опухолевыми клетками.

Толщина неравномерно утолщённого коркового слоя ($\beta \approx 7,0$; OR порядка 10^3). Неравномерное утолщение коркового слоя и его выраженность являлись дополнительными сильными прогностическими признаками, указывающими на высокую вероятность метастазирования.

Результаты цитологического и гистологического исследований подозрительных лимфатических узлов: положительная цитология ($\beta \approx 6,3$; OR $\sim 5 \times 10^2$) и гистология ($\beta \approx 6,3$; OR $\sim 5 \times 10^2$) ассоциировались с резким увеличением вероятности метастазов, что

Таблица 1. Диагностические характеристики модели при различных порогах
Table 1. Diagnostic performance at different thresholds

Порог p	Чувствительность (Se)	Специфичность (Sp)	Точность (Acc)	Индекс Юдена J	TN	FP	FN	TP
0,138	0,926	0,862	0,876	0,788	81	13	2	25
0,272	0,852	0,957	0,934	0,809	90	4	4	23
0,349	0,815	0,979	0,942	0,794	92	2	5	22

ожидаемо, учитывая непосредственный морфологический характер этих методов.

Среди количественных ультразвуковых характеристик значимыми предикторами были: короткая ось лимфатического узла, компрессионная/импульсно-волновая эластометрия лимфатического узла (β порядка 2,6; OR ~ 13–14), количество поражённых лимфатических узлов по данным ультразвукового исследования (β порядка 2,1; OR ~ 8–9), потеря центрального эхосигнала (β порядка 1,6–1,9; OR ~ 5–6), выявление лимфатических узлов при сцинтиграфии (β ~ 1,5; OR ~ 4–5).

Показатель «отношение» (соотношение длинной оси к короткой оси лимфатического узла) имел коэффициент β порядка 0,7 (OR ~ 2), что соответствует приблизительно двукратному увеличению шансов метастатического поражения при его росте.

Ряд признаков продемонстрировал отрицательные коэффициенты, указывая на снижение вероятности метастатического поражения при их увеличении или при наличии соответствующей категории:

овальная или плоская форма лимфатического узла лимфатического узла (β порядка -5,1; OR ~ 0,006), отсутствие выраженного неравномерного утолщения коркового слоя (β порядка -3,1; OR ~ 0,05), более высокие значения эластометрии лимфатического узла (β порядка -1,1; OR ~ 0,33), некоторые категории локализации первичной опухоли (коды диагнозов С43.1 и С43.4) по сравнению с базовой категорией.

В совокупности эти результаты подтверждают, что наиболее информативными предикторами риска являются структурно-функциональные характеристики лимфатического узла по данным УЗИ и эластографии, дополняемые результатами инвазивной морфологической верификации

Пороговые значения вероятности и матрицы ошибок

При анализе пороговых значений предсказанной вероятности p были получены следующие характеристики (табл. 1):

При $p = 0,138$ (режим «максимально не пропустить»): чувствительность $Se \approx 0,926$, специфичность $Sp \approx 0,862$, точность $Acc \approx 0,876$; TN = 81, FP = 13, FN = 2, TP = 25. В этом режиме пропущено минимальное число пациентов с метастазами, однако увеличивается доля ложноположительных результатов.

При $p = 0,272$ (оптимум по индексу Юдена, $J \approx 0,81$): $Se \approx 0,852$, $Sp \approx 0,957$, $Acc \approx 0,934$; TN = 90, FP = 4, FN = 4, TP = 23. Этот порог обеспечивает наилучший баланс между чувствительностью и специфичностью.

При $p = 0,349$ (максимальная общая точность): $Se \approx 0,815$, $Sp \approx 0,979$, $Acc \approx 0,942$; TN = 92, FP = 2, FN = 5, TP = 22. В этом режиме минимизируется число ложноположительных решений ценой некоторого увеличения числа пропущенных метастазов.

Стратификация риска

На основании распределения предсказанной вероятности p и фактической частоты метастазов по диапазонам значений была выделена четырёхуровневая шкала риска:

Низкий риск: $p < 0,138$ — N = 83, метастазы выявлены у 2 пациентов; доля метастазов $\approx 2,4$ %.

Промежуточный риск: $0,138 \leq p < 0,272$ — N = 11, метастазы выявлены у 2 пациентов; доля метастазов ≈ 18 %.

Высокий риск: $0,272 \leq p < 0,349$ — N = 3, метастазы у 1 пациента; доля метастазов ≈ 33 % (оценка ориентировочная ввиду малого числа наблюдений).

Очень высокий риск: $p \geq 0,349$ — N = 24, метастазы у 22 пациентов; доля метастазов ≈ 92 %.

Таким образом, принадлежность к группе очень высокого риска практически однозначно связана с наличием метастатического поражения регионарных лимфатических узлов, тогда как в группе низкого риска вероятность метастазов минимальна.

Полученные результаты согласуются с данными литературы, свидетельствующими о высокой диагностической значимости ультразвуковых и эластографических признаков лимфатических узлов.

Обсуждение

Результаты настоящего исследования демонстрируют, что комплексная оценка клинических, ультразвуковых, эластографических и морфологических признаков позволяет с высокой точностью сцировать метастатическое поражение регионарных лимфатических узлов у больных меланомой кожи.

Высокое значение ROC AUC ($\approx 0,95$) подтверждает хорошую дискриминационную способность модели. Наибольший вклад в прогноз вносят ультразвуковые признаки лимфатических узлов (периферическая перфузия, утолщение коркового слоя, потеря

центрального эхосигнала) и эластографические показатели, отражающие структурную и функциональную перестройку лимфатического узла при метастатическом поражении.

Наличие положительных цитологических и гистологических результатов ожидаемо ассоциируется с высоким риском метастазов, однако важным является то, что модель сохраняет прогностическую значимость и за счёт неинвазивных ультразвуковых и эластографических характеристик.

Предложенная четырёхуровневая шкала риска позволяет перейти от бинарной оценки к градации вероятности метастатического поражения. При низком риске частота метастазов минимальна, тогда как в группе очень высокого риска она превышает 90 %, что позволяет более обоснованно подходить к выбору тактики стадирования.

При этом модель не должна рассматриваться как самостоятельный инструмент принятия решений, а должна использоваться в комплексе с клиническими данными и в рамках мультидисциплинарного подхода.

К ограничениям исследования относятся относительно небольшой объём выборки, одноцентровый дизайн, отсутствие внешней валидации, а также зависимость результатов от качества ультразвукового и эластографического исследования.

Заключение

Разработанная модель обладает высокой диагностической точностью (ROC AUC \approx 0,95). Наиболее значимыми предикторами являются ультразвуковые и эластографические признаки лимфатических узлов. Использование порогов $p = 0,138; 0,272; 0,349$ позволяет адаптировать модель под различные клинические задачи. Предложенная шкала риска может применяться для стратификации пациентов и оптимизации показаний к инвазивному стадированию. Требуется внешняя валидация модели.

Вклад авторов

Статья подготовлена с равным участием авторов.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Соответствие принципам этики

Одобрение этического комитета не требовалось.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 24.03.2026

Принята к публикации: 12.05.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Список литературы / References

1. Тихонова ЕВ, Бердников СН, Самойленко ИВ и др. Мультипараметрическая ультразвуковая диагностика в предоперационной оценке регионарных лимфатических узлов у больных меланомой кожи из группы высокого риска. Эффективная фармакотерапия. 2025;21(15):8-11.
Tikhonova EV, Berdnikov SN, Samoylenko IV, et al. Multiparametric ultrasound diagnosis in preoperative evaluation of lymph node regions in high-risk melanoma patients. Effective pharmacotherapy. 2025;21(15):8-11. <https://doi.org/10.33978/2307-3586-2025-21-15-8-11>. (In Russ.).
2. Возгомент ОВ, Надточий АГ, Фисенко ЕП и др. Многоцентровое исследование по определению значимости ультразвуковых критериев для стандартизации оценки риска злокачественности поверхностных лимфатических узлов. Хирургия и онкология. 2025;15(3):36-45.
Vozgoment OV, Nadtochiy AG, Fisenko EP, et al. Multicenter study for determining the significance of ultrasonic criteria for standardizing the risk of malignancy in superficial lymph nodes. Surgery and Oncology. 2025;15(3):36-45. <https://doi.org/10.17650/2949-5857-2025-15-3-36-45>. (In Russ.).
3. Сейдинович А, Вишневецкая ЯВ, Самойленко ИВ и др. Сравнительный анализ гистологических предикторов неблагоприятного течения аноректальной меланомы и меланомы кожи. Хирургия и онкология. 2025;15(1):62-70.
Seydinovich A, Vishnevskaya YV, Samoylenko IV, et al. Comparative analysis of histological predictors of adverse course of anorectal melanoma and skin melanoma. Surgery and Oncology. 2025;15(1):62-70. <https://doi.org/10.17650/2949-5857-2025-15-1-62-70>. (In Russ.).
4. Тихонова ЕВ, Бердников СН, Сергеева АМ и др. Сравнение диагностической эффективности полной логистической модели и биопсии сторожевого лимфатического узла у больных меланомой кожи. Эффективная фармакотерапия. 2026;22(8):30-33.
Tikhonova EV, Berdnikov SN, Sergeeva AM, et al. Comparison of the diagnostic performance of the full logistic model and sentinel lymph node biopsy in patients with cutaneous melanoma. Effective pharmacotherapy. 2026;22(8):30-33. (In Russ.).
5. Аллавердиева ГФ, Данзанова ТЮ, Мудунов АМ и др. Ультразвуковая оценка состояния периферических лимфатических узлов (обзор литературы). Ультразвуковая классификация NODE-RADS (US). Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2023;6(4):42-52.
Allahverdieva GF, Danzanova TY, Mudunov AM, et al. Ultrasound evaluation of the status of peripheral lymph nodes (literature review). Ultrasound Classification Node-RADS (US). Cancer journal: radiation diagnosis, radiation therapy. 2023;6(4):42-52. DOI: 10.37174/2587-7593-2023-6-4-42-52 (In Russ.).

Information about the authors

Elena V. Tikhonova <https://orcid.org/0009-0007-6479-8268>

Anna M. Sergeeva <https://orcid.org/0009-0001-6342-3305>

Sergey N. Berdnikov <https://orcid.org/0000-0003-2586-8562>

Authors' contributions

Article was prepared with equal participation of the authors.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Conflict of interests. Not declared.

Ethical compliance

Ethical committee approval was not necessary.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 24.03.2026

Accepted for publication: 12.05.2026

Published online: 26.06.2026

ДВУХЛЕТНИЙ ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВНУТРИАРТЕРИАЛЬНОЙ ХИМИОТЕРАПИИ МЕСТНОРАСПРОСТРАНЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВЫ И ШЕИ В УСЛОВИЯХ ОБЛАСТНОГО ОНКОДИСПАНСЕРА

Комаров Д.О.^{1,2}, Недро А.О.¹

¹ Тульский областной клинический онкологический диспансер; Россия, 300039, Тула, Калужское шоссе, 60

² Тульский государственный университет, медицинский институт; Россия, 300012, Тула, пр. Ленина, 92

Комаров Даниил Олегович, daniil_komarov95@mail.ru, + 79036597447

РЕФЕРАТ

Актуальность: Несмотря на относительную доступность визуализации, опухоли головы и шеи часто выявляются на поздних стадиях. Лечение данной патологии вызывает сложности в выборе тактики лечения. Перспективным методом лечения данных пациентов является применение внутриартериальной химиотерапии.

Цель: Изучить эффективность внутриартериальной химиотерапии в условиях онкодиспансера, оценить типы кровоснабжения опухолей.

Материалы и методы: За 2024–2025 гг. был пролечен 51 пациент с местнораспространенными опухолями головы и шеи. Из них 44 человека имели первичную опухоль и 7 человек имели рецидив опухоли либо предлеченность опухоли в виде ранее проведенной системной химиотерапии. В ходе исследования была оценена эффективность данного метода в условиях Тульского областного онкологического диспансера. Всем больным проводилась внутриартериальная химиотерапия цисплатином 75 мг/м² с пропорциональным введением в каждый питающий опухоль сосуд с дальнейшим внутривенным введением доцетаксела в дозировке 75 мг/м². Особенностью исследования являлось преобладание 4-й стадии, составившей 61,4 %.

Результаты: В результате лечения объективный ответ был получен в 86,8 % наблюдений. Полный ответ на лечение был получен в 31,8 % случаев, частичный — в 55 %. Токсические осложнения 3–4 ст выявлены не были. Также было выявлено, что данные опухоли имеют 2 и более сосуда, ответственных за кровоснабжение, в 77,3 % случаев, а двустороннее кровоснабжение характерно для 43,2 % опухолей.

Выводы: Был сделан вывод о высокой эффективности метода и доступности данного подхода не только в условиях научных институтов, но и областных онкодиспансерах. Кроме того, было показано преобладание многососудистого кровоснабжения местнораспространенных опухолей.

Ключевые слова: опухоли головы и шеи, внутриартериальная химиотерапия, селективная химиоинфузия, онкодиспансер

Для цитирования: Комаров Д.О., Недро А.О. Двухлетний опыт применения внутриартериальной химиотерапии местнораспространенных опухолей головы и шеи в условиях областного онкодиспансера. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):64-71.

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-64-71>

TWO-YEAR EXPERIENCE OF USING INTRA-ARTERIAL CHEMOTHERAPY FOR LOCALLY ADVANCED HEAD AND NECK TUMORS IN A REGIONAL ONCOLOGY CENTER

Daniil O. Komarov^{1,2}, Anton O. Needro¹

¹ Tula Regional Clinical Oncology Dispensary; 60 Kaluga Highway, Tula, Russia 300039

² Tula State University, Medical Institute; 92 Lenin Ave., Tula, Russia 300012

Daniil O. Komarov, daniil_komarov95@mail.ru, + 79036597447

ABSTRACT

Relevance: Despite their relative accessibility to imaging, head and neck tumors are often diagnosed at late stages. Treatment of this pathology presents challenges in choosing a treatment strategy. Intra-arterial chemotherapy is a promising treatment option for these patients.

Purpose: To study the effectiveness of intra-arterial chemotherapy in an oncology clinic and to evaluate the tumor blood supply patterns.

Materials and methods: Between 2024 and 2025, 51 patients with locally advanced head and neck tumors were treated. Of these, 44 had primary tumors and 7 had recurrent tumors or prior systemic chemotherapy. The study evaluated the effectiveness of this method in 44 patients at the Tula Regional Oncology Clinic. All patients received intra-arterial chemotherapy with cisplatin 75 mg/m², administered proportionally into each tumor-feeding vessel, followed by intravenous docetaxel 75 mg/m². A key feature of the study was the prevalence of stage 4 disease, accounting for 61.4 %.

Results: The treatment achieved an objective response rate of 86.8 %. A complete response was achieved in 31.8 % of cases, and a partial response was achieved in 55 %. No stage 3–4 toxic complications were identified. Furthermore, these tumors were found to have two or more vessels supplying blood in 77.3 % of cases, with bilateral blood supply characteristic of 43.2 %.

Conclusions: Based on the data obtained, it was concluded that the method is highly effective and readily available not only in research institutes but also in regional oncology centers. Furthermore, a predominance of multivessel blood supply was demonstrated in locally advanced tumors.

Key words: head and neck tumors, intra-arterial chemotherapy, selective chemoinfusion, regional oncology center

For citation: Komarov D.O., Needro A.O. Two-Year Experience of Using Intra-Arterial Chemotherapy for Locally Advanced Head and Neck Tumors in a Regional Oncology Center. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):64-71. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-64-71>

Введение

Согласно данным статистики в 2024 г. в России было выявлено 22252 опухоли головы и шеи [1]. При этом, несмотря на относительно поверхностное расположение, в настоящее время в большинстве случаев данные опухоли все ещё выявляются на поздних стадиях. Так, по данным статистики РФ, опухоли ротовой полости на 1–2 стадии выявляются лишь в 34,9 % случаев, в то время как 3 и 4 стадии составляют 25,6 % и 39,5 % соответственно. Подобная ситуация характерна и для опухолей гортани, где 1–2 стадии составляют 42,8 %, 3 ст. — 29,5 %, а 4 ст. — 27,7 %. Наихудшая ситуация складывается с опухолями глотки, где 4 ст. занимает 54,7 %, а 3 ст. — 27,3 % [1]. Подобное преобладание местнораспространенных стадий заболевания требует применения комплексного лечения. Основным методом лечения в настоящее время остается сочетание индукционной химиотерапии с последующим химиолучевым лечением [2].

Применение неоадьювантной химиотерапии достоверно улучшает эффективность лечения и прогноз заболевания при хирургическом лечении [3]. Однако имеются данные, показывающие отсутствие влияния индукционной химиотерапии на выживаемость больных при проведении химиолучевого лечения [4]. Отрицательной стороной системной химиотерапии также является высокая токсичность. К примеру, в исследовании 2024 г. авторы сравнивали 2 схемы индукционной химиотерапии: DCF и PF + пембролизумаб [5]. При обеих схемах частота нежелательных явлений 3–5 ст. достигала 30,4 % и 30 % соответственно. Нейтропения 3–4 ст. встречалась в 7,8 % и 23,3 % соответственно. В другом исследовании 2023 г., посвященном оценке эффективности схем с применением цетуксимаба, были получены схожие цифры [6]. На момент исследования были оценены результаты лечения 72 человек, получавших схемы TPEX и EXTREME: частота нейтропении 3–4 ст. достигала 23 %. Кроме того, была оценена эффективность лечения — полный ответ достигнут в 15 % (n = 11) случаев, частичный — в 46 % (n = 33), стабилизация — в 35 % (n = 25) и в 4 % (n = 3) было выявлено прогрессирование процесса.

Наиболее перспективным подходом в данной ситуации является применение селективной внутриартериальной химиотерапии (селективная химиоинфузия, СХИ, ВАХТ) с последующим химиолучевым лечением. Данная методика заключается в проведении прямой ангиографии ветвей наружной сонной артерии с двух сторон с целью выявления сосудов, принимающих участие в кровоснабжении опухоли с последующим введением цитостатика в данные сосуды.

Целью исследования являлась оценка эффективности ВАХТ в условиях областного онкодиспансера и оценка влияния типа кровоснабжения опухолей на ответ лечения.

Материалы и методы

За 2024–2025 г. был пролечен 51 больной с местнораспространенным раком головы и шеи. 7 больных имели рецидив опухоли с выраженной предлеченностью, либо предлеченность первичной опухоли в виде ранее проведенной системной химиотерапии, и 44 человека имели первичную опухоль. В исследование включались только больные с первичными опухолями головы и шеи, ранее не получавшие лечения, в связи с целью изучения эффективности ВАХТ именно у первичных пациентов. Критериями исключения являлись: наличие рецидива опухоли, ранее проведенное системное химиотерапевтическое лечение, отсутствие данных КТ до или после проведенного лечения. Ретроспективный анализ данных проводился на платформе Stattech (<https://stattech.ru>). Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Общее состояние больных составляло 1–2 по ECOG. Медиана возраста — 62 года (39–74). Обследование больных при первичном обращении выполнялось согласно клиническим рекомендациям, включая обязательное выполнение компьютерной томографии (КТ) с внутривенным контрастированием. Во всех случаях была получена гистологическая верификация процесса. Все опухоли были представлены плоскоклеточным раком G2-3. Стадирование и распределение по локализациям отражено в табл. 1. Распределение объема опухоли по критерию T — в табл. 2.

Таблица 1. Стадирование опухолей в зависимости от локализаций

Table 1. Staging of tumors depending on localization

Локализация	II	III	IV
Общий	6 (13,6 %)	11 (25 %)	27 (61,4 %)
Язык	1 (11,2 %)	4 (44,4 %)	4 (44,4 %)
Гортань	0 (0 %)	2 (16,7 %)	10 (83,3 %)
Гортаноглотка	0 (0 %)	2 (40 %)	3 (60 %)
Глотка	0 (0 %)	1 (33,3 %)	2 (66,7 %)
Ротовая полость	4 (29 %)	2 (14,3 %)	8 (57,1 %)
Нос	1 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)

Таблица 2. Распределение опухолей по критерию T

Table 2. Distribution of tumors according to the T criterion

Критерий T	T ₂	T ₃	T ₄
Количество человек	12 (27,2 %)	19 (43,2 %)	13 (29,6 %)

Техника ВАХТ с пропорциональной инфузией

1. На первом этапе осуществлялся доступ в общую бедренную артерию по методике Сельдингера.

2. Выполнялась диагностическая ангиография общих сонных артерий, с целью исключения значимых стенозов, при отсутствии которых переходили к следующему этапу.

Таблица 3. Оценка ответов на лечение
Table 3. Assessment of treatment responses

Локализация	CR	PR	Стабилизация	Прогрессирование
Общий	31,8 % (n = 14)	55 % (n = 24)	6,8 % (n = 3)	6,8 % (n = 3)
Язык	55,6 % (n = 5)	33,4 % (n = 3)	0 % (n = 0)	11 % (n = 1)
Гортань	33,3 % (n = 4)	66,7 % (n = 8)	0 % (n = 0)	0 % (n = 0)
Гортаноглотка	40 % (n = 2)	60 % (n = 3)	0 % (n = 0)	0 % (n = 0)
Глотка	0 % (n = 0)	67 % (n = 2)	33 % (n = 1)	0 % (n = 0)
Ротовая полость	21,4 % (n = 3)	50 % (n = 7)	14 % (n = 2)	14 % (n = 2)
Нос	0 % (n = 0)	100 % (n = 1)	0 % (n = 0)	0 % (n = 0)

Таблица 4. Варианты кровоснабжения
Table 4. Blood supply options

Локализация	Одностороннее	Двустороннее	1 сосуд	2 и более сосуда
Общий	25 (56,8 %)	19 (43,2 %)	10 (22,7 %)	34 (77,3 %)
Язык	9 (100 %)	0 (0 %)	2 (22,9 %)	7 (77,1 %)
Гортань	5 (41,7 %)	7 (58,3 %)	2 (16 %)	10 (84 %)
Гортаноглотка	1 (40 %)	4 (60 %)	0 (0 %)	5 (100 %)
Глотка	1 (33,3 %)	2 (66,7 %)	1 (33,3 %)	2 (66,7 %)
Ротовая полость	3 (21,5 %)	11 (78,5 %)	4 (28,6 %)	10 (71,4 %)
нос	1 (100 %)	0 (0 %)	1 (100 %)	0 (0 %)

3. Селективная ангиография сосудов в двух проекциях.

4. Субъективная оценка пропорции найденных сосудов в кровоснабжении опухоли.

5. Поочередное введение препарата в каждый сосуд в объеме, соответствующем пропорции, со скоростью, соответствующей объемной скорости кровотока в сосуде.

При данном методе введения химиопрепаратом перекрывается весь объем опухолевого узла, в отличие от использования лишь «доминантного» сосуда.

Стоит более подробно остановиться на 4-м этапе. После проведения ангиографии сосудов в режиме DSA оценивалась доля опухолевых «пятен» контрастирования относительно их суммарного объема. Затем раствор цитостатика вводился в сосуд в соответствии с его вкладом в объем контрастирования опухоли. Для данного этапа нами не использовалась плоскодетекторная компьютерная томография (ПДКТ) в связи с малым опытом применения данной методики при опухолях головы и шеи. Кроме того, в единичных случаях применения ПДКТ был сделан вывод об эффективности определения количества сосудов, участвующих в кровоснабжении опухоли, но не доли их участия в кровоснабжении опухоли.

Среди ангиографических катетеров чаще применялись HeadHunter 1 и JR 3.0, реже использовались Radial Tig, Internal Mammary и микрокатетер при сложных катетеризациях в связи либо с углами отхождения артерий, либо с атеросклерозом.

Во всех случаях применялась ВАХТ по вышеописанной методике с применением цисплатина 75 мг/м² в 91 % случаев (n = 40) и карбоплатина 5 АUC в 9 % случаев (n = 4). После эндоваскулярного лечения применяли доцетаксел внутривенно в дозировке

75 мг/м². В 42 случаях было выполнено 3 курса ВАХТ, в двух случаях выполнен 1 курс: в первом случае в связи с появлением метастаза в ранее не определяемом лимфоузле, во втором случае в связи с ростом клиренса креатинина на фоне хронической болезни почек.

После проведенного лечения всем больным выполнялась компьютерная томография с целью оценки динамики опухолевого процесса в сроки 2–3 недель. Для оценки ответа полученные данные КТ сравнивались с первичным результатом КТ.

Результаты

Объективный ответ на лечение (полный + частичный) был получен в 86,8 % случаев (n = 38). Подробное описание представлено в табл. 3. В ходе диагностической ангиографии двустороннее кровоснабжение было выявлено у 43,2 % больных (n = 19), причем подавляющее большинство случаев одностороннего кровоснабжения было характерно для опухолей языка.

Обсуждение

СХИ представляет собой вариант индукционной химиотерапии с выраженным цитолитическим эффектом, гораздо менее токсичным в сравнении с системной химиотерапией [7, 8]. Также стоит отметить, что, по нашим данным, выраженный цитолитический эффект приводил к значительному улучшению качества жизни больных уже после 1 курса в виде значительного уменьшения дисфагии и болевого синдрома.

Вместе с тем, тема внутриартериальной химиоинфузии и химиоэмболизации остается достаточно

неизученной. В статье 2009 г. Сокуренок В.П. отмечал высокий разброс показателей ответа опухолей на внутриартериальное лечение [7]. Так, частота полных ответов составляла 35–68 %, частичных — 23–53 %. Данные показатели связаны с гетерогенностью групп исследуемых больных. Как было отмечено автором, не ясно стоит ли лечить данным методом только 1–2 стадии заболевания, либо имеет место лечение местнораспространенных опухолей. Также нет четкой определенности в используемых препаратах и их дозировках. К тому же, отсутствует четкое понимание о виде и количестве кровоснабжения при различных локализациях опухолей.

Одним из важных моментов в развитии внутриартериальной химиоинфузии было описание проф. Ольшанским М.С. методики селективной объемно контролируемой транзитрно-гипоксической внутриартериальной химиоинфузии [8]. При данном методе на первом диагностическом этапе выполнялся поиск доминантного сосуда, определялась скорость его кровотока. Далее в него вводили цисплатин из расчета 75–100 мг/м² со скоростью, равной или не более чем на 16,7 % превышающей объемную скорость кровотока. Далее с такой же скоростью вводился 5-фторурацил объемом не менее 250 мл.

Эту же методику ВАХТ использовали для лечения локорегионарных рецидивов в исследовании 2023 г. [9]. В ходе исследования были оценены 73 больных с рецидивами опухолей ОГШ после химиолучевого лечения с 2013 по 2018 г. Все больные были разделены на 2 группы. Первая группа состояла из 39 человек, которым проводилась объемно контролируемая транзитрно-гипоксическая ВАХТ. Из химиопрепаратов использовали цисплатин 75 мг/м² + 5-ФУ 750 мг/м² вводя в доминантную артерию. Больные получили от 3 до 16 циклов ВАХТ. Вторая группа из 34 человек получала внутривенную химиотерапию по схеме РР. В данной группе удалось провести от 2 до 6 циклов. Однолетней выживаемости в первой группе достигли 46,2 % больных (n = 18), в то время как в группе системной химиотерапии данного показателя не достиг ни один больной. Объективный ответ был получен у 30,8 % больных из первой группы (n = 12), и у 11,8 % из второй группы (n = 4). Стабилизация достигнута у 59 % первой группы (n = 23) и у 52,9 % второй группы (n = 18). Прогрессирование на фоне лечения отмечено у 10,3 % в группе ВАХТ (n = 4) и у 35,3 % в группе системной химиотерапии (n = 12). Разницы в токсичности лечения выявлено не было.

В другом исследовании 2023 г. была оценена эффективность ВАХТ при опухолях носовой полости и околоносовых пазух [10]. Всего с 2017 по 2023 гг. наблюдали 28 больных, средний возраст составлял 49 лет. Гистологически в 68 % случаев имелся плоскоклеточный рак, в 32 % — аденокистозный. В 82,1 % случаев была установлена 4-я стадия (IVa — 50 % (n = 14), IVb — 32,1 % (n = 9)). У 82 % больных размер опухоли был T₄. У 35,7 % больных инвазия

в орбиту, у 25 % больных метастазы в регионарные лимфоузлы. Для лечения использовали цисплатин 60 мг/м² + доцетаксел 60 мг/м² в/а, далее 5-ФУ 1000 мг/м² в/в 2–5 день непрерывно. Выполняли 2–3 курса. Были получены следующие ответы: PR (30 % и более) в 44,4 % (12 больных), стабилизация в 14,8 % (n = 5). На втором этапе выполнялась ЛТ или ХЛТ, в результате которой полный ответ достигнут в 74,1 % (n = 21), частичный — в 25,9 % (n = 6). Стоит отметить высокую токсичность данного лечения. В 35,7 % случаев имелась нейтропения 3–4 ст., в 10,7 % — тяжелая диарея. Неврологические осложнения (ТИА, выпадение поля зрения, потеря зрения) отмечались в 10,7 % (n = 3). Данные осложнения, очевидно, были связаны с высокотоксичным 5-фторурацилом, вводимым системно. Также, авторы отметили варианты кровоснабжения данной области. Наиболее часто в кровоснабжении опухоли участвовали верхнечелюстная, крыловидно-небная артерии и глазная артерия в 35,7 % случаев.

Не все авторы согласны с эффективностью и перспективностью ВАХТ. В статье 2023 г. авторы пришли к выводу, что при стадии T₄ чаще наблюдается невыраженный эффект, в то время как T₂–T₃ чаще сопряжены с полным регрессом опухоли [11]. Как наиболее перспективные локализации для ВАХТ отмечены язык, дно ротовой полости и верхняя челюсть. Несмотря на некоторые сомнения в эффективности и целесообразности данной методики, авторы видят перспективу в персонализированном подходе на основе молекулярно-генетических маркеров опухоли, в том числе применении ингибиторов EGFR, PD-L1 интраартериально.

Хороший ответ местнораспространенных опухолей слизистой оболочки полости рта также был отмечен в исследовании НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина в 2024 г. [12]. В ходе исследования оценивалась эффективность ВАХТ с последующей ХЛТ в сравнении с оперативным лечением. Использовали цисплатин + доцетаксел 60 мг/м² в/а + 5-фторурацил 1000 мг/м² в/в 2–5 день непрерывно. Далее выполнялась ЛТ — СОД 70 Гр в режиме стандартного фракционирования. Всего наблюдались 62 больных, прошедших лечение с 2017 по 2023 гг., медиана наблюдения составляла 20,37 мес. В результате исследования стоит отметить несколько выводов. В 43,5 % случаев (10 больных) для ВАХТ использовался 1 артериальный бассейн, преимущественно у больных раком слизистой оболочки языка и твердого неба. В 47,8 % случаев (11 больных) — 2 источника и в 8,7 % — 3 источника кровоснабжения. Было отмечено, что статистически достоверное улучшение ответа наблюдалось при кровоснабжении из одной артерии. При этом, в 63,6 % случаев из них был достигнут полный ответ. Высокие показатели могут быть связаны с отбором больных. В данном исследовании опухоли языка составляли 56,5 %, при этом распространение за срединную линию наблюдалось

в 47,8 % случаев, а инвазия в ротоглотку — в 34,8 % случаев больных. Кроме того, более половины больных имели размеры опухоли T₂-T₃ (50,8 % больных). Отрицательной стороной являлась высокая токсичность: в 26,1 % случаев — нейтропения 3–4 ст., в 52,2 % случаев отмечено развитие стоматита степени 3, и в 4,4 % (1 больной) — остеонекроз нижней челюсти.

Использование доминантного сосуда в качестве единственного источника доставки химиопрепарата возможно в двух случаях: при наличии локализованного опухолевого процесса с единичным питающим сосудом, либо наличие адекватного внутриорганного коллатерального кровотока, что свойственно нормальным тканям головы и шеи. Однако кровоток в опухолевом узле имеет свои особенности, описанные в [13–15].

Нормальный ангиогенез состоит из нескольких этапов. Вначале происходит диссоциация перicyтов и эндотеоциотов в результате разрушения межклеточных контактов. Эндотеоциты разрушают базальную мембрану посредством синтеза и выделения различных ферментов, таких как металлопротеиназ. Все эти процессы приводят к началу следующего этапа — миграции эндотеоцитов в периваскулярное пространство под воздействием ангиогенных факторов, с формированием единственной ведущей и множества ведомых клеток. Пролиферация эндотеоцитов приводит к формированию каналоподобных структур, из которых формируются зрелые сосуды, объединяющиеся в единую сеть.

В настоящее время известно множество ангиогенных факторов. Одним из таких является семейство VEGF, состоящее из 5 факторов. Наиболее важные из них, относительно неангиогенеза, это VEGF-A, отвечающий за миграцию эндотеоцитов, усиливающий сосудистую проницаемость, и VEGF-B, регулирующий деструкцию внеклеточного матрикса, клеточную адгезию и миграцию. Также определенную роль в ангиогенезе играют различные факторы роста (TGF- α , TGF- β , IGF-1), оксид азота, интерлейкины (IL-8).

Процесс неангиогенеза в опухолевом узле начинается уже при наличии 100–300 клеток, при этом факторы, синтезируемые опухолевыми клетками, способствуют привлечению иммунных клеток, которые, в свою очередь, продуцируют провоспалительные цитокины (TNF, IL), усиливающие митотическую активность эндотеоцитов. В результате трансформации эндотеоцитов они получают ангиогенный фенотип с множественными рецепторами VEGF-R. Эндотеоциты становятся нечувствительными к антиангиогенным факторам, появляется множество ведущих клеток. Сочетание выраженной стимуляции факторами VEGF с синтезом оксида азота опухолью приводит к выраженному повышению проницаемости сосудов.

Совокупность вышеописанных факторов приводит к увеличению расстояния между эндотеоцитами, с заполнением промежутков микротромбами, разрыву базальной мембраны, гиалинозу сосудов. Сосудистая сеть обладает нарушенной архитектурой, с рыхлыми, беспорядочно связанными сосудами. Также отсутствует типичное деление на систему артериол и венул.

Подводя итог вышеуказанному, неадекватная пространственная ориентация сосудистой сети опухоли и нарушенная структура сосудов приводит к некачественному кровоснабжению узла и отсутствию коллатералей, что проявляется множественными участками некроза в опухолях. Как следствие — введение химиопрепарата лишь в один сосуд не может гарантировать его распределение по всем участкам опухоли. Разумно предположить, что выраженный некроз опухоли в проекции кровоснабжения доминантного сосуда приводит к выбросу провоспалительных факторов и привлечению иммунных клеток, что может спровоцировать рост оставшейся опухоли, формируя определенную селекцию.

Исходя из вышеописанного, очевидна эффективность внутриартериальной химиотерапии, однако остаются неясными несколько вопросов. Остается неизученным вопрос разброса эффективности ответа опухолей на лечение, вероятно связанный с отсутствием стандартизации проведения данной методики. Типы кровоснабжения опухолей, как правило, в исследованиях не учитываются, в связи с чем неясно влияние объема сосудистого кровоснабжения на ответ лечения. Также специализированность и сложность данных операций вызывает вопросы о возможности проведения их в онкологических диспансерах, а не только в научно-исследовательских институтах.

Существенной особенностью данного исследования являлось выраженное преобладание IV стадии заболевания, в то время как II стадия являлась скорее исключением. Несмотря на это, имелся значимый ответ на лечение. Как видно из табл. 3, объективный ответ составил 86,8 %. Средний объем уменьшения опухоли при частичном ответе составлял 67 % (27–99 %). Лучший ответ на лечение был получен при лечении опухолей языка и гортаноглотки. При этом достоверных различий в зависимости от стадии и от критерия T опухоли получено не было (табл. 5, 6).

Очевидным фактом является взаимозависимость объема опухоли и объема кровоснабжения. С учетом преобладания IV стадии и размера опухоли T₃-T₄, подавляющее большинство опухолей имело 2 и более сосудов, ответственных за васкуляризацию опухоли, что видно в табл. 4. Также важно отметить, что у 43,2 % больных (n = 19) имелось двустороннее кровоснабжение. Одностороннее кровоснабжение языка с преобладанием двухсосудистого кровоснабжения было связано с распространением опухоли не за срединную линию, а в проекцию дна ротовой полости. Для опухолей языка было характерно

Таблица 5. Сравнение ответов на лечение в зависимости от стадии
Table 5. Comparison of treatment responses according to stage

Показатель	Категории	Стадия			p
		II	III	IV	
Ответ на лечение	CR	0 (0,0 %)	5 (50,0 %)	9 (30,0 %)	0,415
	PR	4 (100 %)	4 (40,0 %)	16 (53,3 %)	
	Стабилизация	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	3 (10,0 %)	
	Прогрессирование	0 (0,0 %)	1 (10,0 %)	2 (6,7 %)	

Таблица 6. Сравнение ответов в зависимости от критерия T
Table 6. Comparison of responses depending on criterion T

Показатель	Категории	T			p
		T ₂	T ₃	T ₄	
Ответ на лечение	CR	3 (25,0 %)	7 (36,36 %)	4 (30,8 %)	0,903
	PR	8 (66,7 %)	9 (47,4 %)	7 (53,8 %)	
	Стабилизация	0 (0,0 %)	2 (10,5 %)	1 (7,7 %)	
	Прогрессирование	1 (8,3 %)	1 (5,3 %)	1 (7,7 %)	

кровоснабжение из двух бассейнов: язычной и лицевой артерий. Опухоли гортани, гортаноглотки имели характерный тип кровоснабжения из бассейнов двух верхних щитовидных артерий. Дополнительным бассейном, ответственным за значимый объем опухоли, являлась лицевая артерия. Для опухолей глотки и ротовой полости доминирующим сосудом являлась лицевая артерия, причем чаще с двух сторон. Дополнительными артериями были представлены язычная, верхняя щитовидная и восходящая глоточная артерии. Опухоль носовой полости была представлена единичным случаем и получала кровоснабжение из ветви верхней челюстной артерии.

Несмотря на двукратное увеличение полных ответов при одностороннем кровоснабжении опухоли, статистически достоверных различий в зависимости от типов кровоснабжения выявлено не было (табл. 7, 8).

С целью оценки значимости ВАХТ в лечении местнораспространенных опухолей головы и шеи, полученные данные были сравнены с результатами двух исследований эффективности индукционной системной химиотерапии, представленных на рис. 1. Как видно из рис. 1, имеется практически двукратное увеличение полных ответов на лечение и прирост объективного ответа более чем на 20 %. Важно отметить, что токсических эффектов 3–4 ст. выявлено не было. Хорошую переносимость лечения можно объяснить локальным введением цисплатина и меньшей токсичностью доцетаксела по сравнению с 96-часовым введением 5-фторурацила.

Общая и безрецидивная выживаемость не оценивались в связи с малым сроком наблюдения и с целью оценки непосредственных результатов эффективности внутриартериальной химиотерапии.

Таблица 7. Анализ ответа на лечение в зависимости от стороны кровоснабжения опухоли
Table 7. Analysis of treatment response depending on the side of tumor blood supply

Показатель	Категории	Сторона кровоснабжения		p
		Одностороннее	Двустороннее	
Ответ на лечение	CR	10 (41,7 %)	4 (21,1 %)	0,434
	PR	11 (45,8 %)	12 (63,2 %)	
	Стабилизация	1 (4,2 %)	2 (10,5 %)	
	Прогрессирование	2 (8,3 %)	1 (5,3 %)	

Таблица 8. Анализ ответа на лечение в зависимости от количества сосудов
Table 8. Analysis of treatment response depending on the number of vessels

Показатель	Категории	Количество сосудов		p
		1 сосуд	2 и более сосудов	
Ответ на лечение	CR	4 (40,0 %)	10 (29,4 %)	0,763
	PR	4 (40,0 %)	20 (58,8 %)	
	Стабилизация	1 (10,0 %)	2 (5,9 %)	
	Прогрессирование	1 (10,0 %)	2 (5,9 %)	

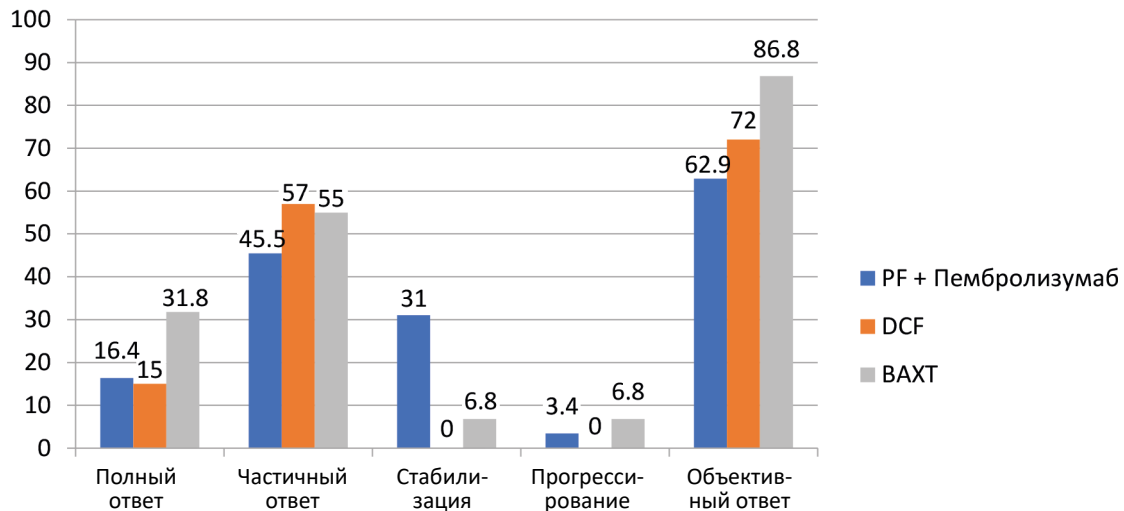


Рис. 1. Сравнение эффективности внутриартериальной химиотерапии и системной химиотерапии
Fig. 1. Comparison of the effectiveness of intra-arterial chemotherapy and systemic chemotherapy

Выводы

Применение внутриартериальной химиотерапии местнораспространенных опухолей головы и шеи в условиях онкодиспансера является высокоэффективным методом лечения с низкой токсичностью независимо от стадии заболевания. При проведении данного метода стоит помнить о многососудистом кровоснабжении опухолей и неэффективности внутриопухолевых коллатералей. Также с учетом полученных данных можно уверенно говорить о необходимости применения данных операций не только в условиях научных институтов, но и в областных онкодиспансерах.

Список литературы / References

- Каприн АД, Старинский ВВ, Шахзадова АО. Злокачественные новообразования в России в 2023 г. (заболеваемость и смертность). М.: ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, 2025. 276 с.
Kaprin AD, Starinsky VV, Shakhzadova AO. Malignant neoplasms in Russia in 2023 (incidence and mortality). Moscow: FSBI "NMIC Oncology named after N.N. Blokhin" of the Ministry of Health of Russia, 2025. 276 p. (In Russ.).
- Стативко ОА, Покатаев ИА, Носова МВ, и др. Выбор оптимальной стратегии комбинированной терапии местнораспространенного плоскоклеточного рака головы и шеи. Клинический случай в онкологии. 2024;2(1(S)):12.
Stativko OA, Pokataev IA, Nosova MV, et al. Selection of the optimal strategy for combination therapy of locally advanced squamous cell carcinoma of the head and neck. Clinical Case in Oncology. 2024;2(1(S)):12. (In Russ.).
- Кропотов МА, Жарков ОА, Яковлева ЛП и др. Неoadъювантная химиотерапия при местнораспространенном раке слизистой оболочки полости рта. Опухоли головы и шеи. 2025;15(3):25-34.
Kropotov MA, Zharkov OA, Yakovleva LP, et al. Neoadjuvant chemotherapy for locally advanced cancer of the oral mucosa. Head and Neck Tumors. 2025;15(3):25-34. <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2025-15-3-25-34>. (In Russ.).
- Незвецкий АВ, Незвецкая ИВ, Удалов ЮД. Эффективность неoadъювантной химиотерапии перед протонной лучевой терапией для опухолей головы и шеи. Клиническая практика. 2025;16(2):15-22.
Nezvetskiy AV, Nezvetzkaya IV, Udalov YuD. Efficiency of neoadjuvant chemotherapy before proton beam therapy for head and neck

tumors. Clinical Practice. 2025;16(2):15-22. <https://doi.org/10.17816/clinpract677303>. (In Russ.).

- Носова МВ, Покатаев ИА, Стативко ОА, и др. Токсичность и безопасность индукционных схем химиотерапии при местнораспространенном раке ротоглотки, гортаноглотки и гортани: нерандомизированное исследование сравнения режима DCF и иммунохимиотерапии по схеме PF. Вопросы онкологии. 2024;70(6):1096-105.
Nosova MV, Pokataev IA, Stativko OA, et al. Toxicity and safety of induction chemotherapy regimens for locally advanced cancer of the oropharynx, hypopharynx, and larynx: a non-randomized study comparing the DCF regimen and immunochemotherapy according to the PF regimen. Problems in Oncology. 2024;70(6):1096-105. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2024-70-6-1096-1105>. (In Russ.).
- Стативко ОА, Покатаев ИА, Сабитов ЭР и др. Предварительные результаты многоцентрового однорукавного исследования эффективности химиоиммунотерапии у больных с III–IVA стадиями рака ротоглотки, гортани и гортаноглотки. Злокачественные опухоли. 2023;13(3S1):211-2.
Stativko OA, Pokataev IA, Sabitov ER, et al. Preliminary results of a multicenter single-arm study of the efficacy of chemoimmunotherapy in patients with stages III–IVA cancer of the oropharynx, larynx, and hypopharynx. Malignant Tumors. 2023;13(3S1):211-2 (In Russ.).
- Сокуренок ВП. Рентгеноэндovasкулярные вмешательства в комбинированном лечении опухолей головы и шеи. Вопросы онкологии. 2009;55(2):136-42.
Sokurenko VP. X-ray endovascular interventions in combined treatment of head and neck tumors. Problems in Oncology. 2009;55(2):136-42. (In Russ.).
- Патент № 2612095 С Российская Федерация, МПК А61В 5/00, А61К 31/282, А61К 31/513. Способ индивидуализированной внутриартериальной инфузии химиопрепарата при лечении плоскоклеточного рака головы и шеи : № 2015145628 : заявл. 24.10.2015 : опубл. 02.03.2017 / Ольшанский М. С., Стикина С. А., Знаткова Н. А. и др.; заявитель Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации.
Patent No. 2612095 С Russian Federation, IPC A61B 5/00, A61K 31/282, A61K 31/513. Method of individualized intra-arterial infusion of a chemotherapeutic agent in the treatment of squamous cell carcinoma of the head and neck: No. 2015145628: declared 24.10.2015: published 02.03.2017 / M. S. Olshansky SA, Stikina NA, Znatkova BV, et al.; applicant State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "Voronezh State Medical University named after N.N. Burdenko" of the Ministry of Health of the Russian Federation. (In Russ.).

9. Мошуров ИП, Знаткова НА, Ольшанский МС и др. Внутриа- ртериальная химиотерапия как метод выбора при лечении локореги- онарных рецидивов плоскоклеточного рака головы и шеи после химиолучевой терапии. Вопросы онкологии. 2023;69(35):379-80. Moshurov IP, Znatkova NA, Olshansky MS, et al. Intra-arterial chemotherapy as a method of choice in the treatment of locoregional recurrences of squamous cell carcinoma of the head and neck after chemoradiotherapy. Problems in Oncology. 2023;69(35):379-80. (In Russ.).
10. Выжигина ББ, Кропотов МА, Долгушин БИ, и др. Регионарная внутриа- ртериальная химиотерапия в лечении больных местно- распространенным раком слизистой оболочки полости носа и придаточных пазух. Опухоли головы и шеи. 2023;13(4):48-57. Vyzhigina BB, Kropotov MA, Dolgushin BI, et al. Regional intra-arterial chemotherapy in the treatment of patients with locally advanced cancer of the mucous membrane of the nasal cavity and paranasal sinuses. Head and Neck Tumors. 2023;13(4):48-57. <https://doi.org/10.17650/2222-1468-2023-13-4-48-57>. (In Russ.).
11. Азовская ДЮ, Кульбакин ДЕ, Чойнзонов ЕЛ. Возможности интра- артериальной химиотерапии в лечении больных опухолями головы и шеи. Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. 2023;11(3):61-67. Azoyskaya DYu, Kulbakin DE, Choyazonov EL. Potential of intra-arterial chemotherapy in the treatment of patients with head and neck tumors. Head and neck. Rossiyskiy zhurnal. 2023;11(3):61-67. <http://doi.org/10.25792/HN.2023.11.3.61-67>. (In Russ.).
12. Выжигина ББ, Кропотов МА, Долгушин БИ, и др. Регионарная внутриа- ртериальная химиотерапия в комплексном лечении местнораспространенного рака слизистой оболочки полости рта. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2024;7(3):62-71. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2024-7-3-62-71> Vyzhigina BB, Kropotov MA, Dolgushin BI, et al. Intra-Arterial Chemotherapy for Locally Advanced Oral Cavity Cancer. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2024;7(3):62-71. (In Russ.).
13. Кораблев РВ, Васильев АГ. Неоангиогенез и опухолевый рост. Российские биомедицинские исследования. 2017;2(4):3-10. Korablyov RV, Vasiliev AG. Neoangiogenesis and tumor growth. Russian Biomedical Research. 2017;2(4):3-10. (In Russ.).
14. Корчагина АА, Шейн СА, Гурина ОИ и др. Роль рецепторов VEGFR в неопластическом ангиогенезе и перспективы терапии опухолей мозга. Вестник РАМН. 2013;68(11):104-14. Korchagina AA, Shein SA, Gurina OI, et al. The role of VEGFR receptors in neoplastic angiogenesis and prospects for brain tumor therapy. Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. 2013;68(11):104-14. (In Russ.).
15. Рубина КА. Молекулярные и клеточные механизмы физиологи- ческого и опухолевого роста кровеносных сосудов. Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2017;103(2):121-37. Rubina KA. Molecular and cellular mechanisms of physiological and tumor growth of blood vessels. Sechenov Russian Physiological Journal. 2017;103(2):121-37. (In Russ.).
16. Стативко ОА, Покатаев ИА, Кравцов СА и др. Первые результаты многоцентрового нерандомизированного проспективного иссле- дования II фазы изучения эффективности и безопасности индук- ционной терапии пембролизумабом, цисплатином и 5-фторура- цилом у пациентов с нерезектабельным плоскоклеточным раком ротоглотки, гортаноглотки и гортани. Современная онкология. 2024;26(4):447-53. Stativko OA, Pokataev IA, Kravtsov SA, et al. Initial results of a multicenter, non-randomized, prospective phase II study of the efficacy and safety of induction therapy with pembrolizumab, cisplatin, and 5-fluorouracil in patients with unresectable squamous cell carcinoma of the oropharynx, hypopharynx, and larynx. Modern Oncology. 2024;26(4):447-53. <https://doi.org/10.26442/18151434.2024.4.203019>. (In Russ.).
17. Стативко ОА и др. Сравнительный анализ эффективности индук- ционной химиотерапии и химиолучевой терапии при местнора- спространенном плоскоклеточном раке ротоглотки, гортаноглот- ки и гортани. Злокачественные опухоли. 2025;14(4):29-36. Stativko OA, et al. Comparative analysis of the effectiveness of induction chemotherapy and chemoradiotherapy for locally advanced squamous cell carcinoma of the oropharynx, hypopharynx and larynx. Malignant Tumors. 2025;14(4):29-36. <https://doi.org/10.18027/2224-5057-2024-021>. (In Russ.).

Information about the authors:

Daniil O. Komarov, <https://orcid.org/0000-0002-0544-4490>
Anton O. Needro

Вклад авторов

Д.О. Комаров: сбор данных, статистическая обработка данных, написание текста статьи, редакция текста статьи
А.О. Недро: написание текста статьи, редакция текста статьи

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 19.04.2026
Принята к публикации: 15.05.2026
Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

D.O. Komarov: data collection, statistical processing, writing, editing
A.O. Needro: writing, editing

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Not declared.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 19.04.2026
Accepted for publication: 15.05.2026
Published online: 26.06.2026

ТЕХНОЛОГИИ ПЛОСКОДЕТЕКТОРНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ В НЕЙРООНКОЛОГИИ: ОПЫТ НМИЦ ОНКОЛОГИИ ИМ. Н.Н. ПЕТРОВА

Курносос И.А.¹✉, Балахнин П.В.^{1,2}, Гуляев Д.А.^{1,3,4}, Ханевич М.Д.², Субботина Д.Р.¹, Малькевич В.И.¹, Шмелев А.С.¹, Ромашкина Д.С.¹, Осипова Н.В.¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н. Н. Петрова Минздрава России; Россия, 197758, Санкт-Петербург, пос. Песочный, ул. Ленинградская, 68

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет Минздрава России; Россия, 194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2

³ Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова Минздрава России; Россия, 197341, Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, 2

⁴ Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова Минздрава России; Россия, 195067, Санкт-Петербург, Пискаревский проспект, 47

✉ Курносос Иван Александрович, ivkurnosov@gmail.com, +7 (951) 651-44-56

РЕФЕРАТ

Актуальность: Рост заболеваемости опухолями центральной нервной системы увеличивает потребность в точных и мало-травматичных технологиях интраоперационной визуализации и навигации. Плоскодетекторная компьютерная томография (ПДКТ) позволяет получать объемные и кроссекционные КТ-изображения непосредственно в рентгеноперационной и сочетать их с рентгеноскопией и навигацией.

Цель: Оценить возможности и основные направления применения ПДКТ в нейроонкологии на основании опыта одного специализированного центра.

Материалы и методы: Проведен одноцентровый ретроспективно-описательный анализ 207 интервенционных вмешательств, выполненных у 207 пациентов в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова в период с ноября 2021 по декабрь 2025 г. Процедуры выполнялись на ангиографической системе Artis Zee Floor (Siemens). Статистическую обработку проводили с использованием Microsoft Excel 2016 и STATISTICA 12.

Результаты: Медианный возраст пациентов составил 58 (45; 69) лет; мужчин было 95, женщин — 112. ПДКТ применялась при стереотаксической биопсии опухолей головного мозга (n = 159), диагностической церебральной ангиографии (n = 14), дренировании опухолевых кист (n = 11), имплантации резервуара Оммая (n = 7), вентрикуло-перитонеальном шунтировании (n = 6), вертебропластике (n = 5), дренировании абсцессов головного мозга (n = 3) и предоперационной эмболизации менингиомы (n = 2). Технология обеспечивала актуальную интраоперационную 3D-визуализацию, навигационное планирование, контроль положения инструмента и немедленную оценку результата вмешательства. Наиболее убедительные преимущества отмечены при стереотаксической биопсии опухолей головного мозга.

Выводы: ПДКТ является перспективной универсальной интраоперационной платформой для минимально-инвазивных вмешательств в нейроонкологии. Ее применение повышает точность, управляемость и безопасность процедур; наиболее обоснованным на данном этапе представляется использование метода при стереотаксической биопсии опухолей головного мозга.

Ключевые слова: плоскодетекторная компьютерная томография, нейроонкология, нейрохирургия, стереотаксическая биопсия, интраоперационная визуализация, нейронавигация, интервенционная радиология

Для цитирования: Курносос И.А., Балахнин П.В., Гуляев Д.А., Ханевич М.Д., Субботина Д.Р., Малькевич В.И., Шмелев А.С., Ромашкина Д.С., Осипова Н.В. Технологии плоскодетекторной компьютерной томографии в нейроонкологии: опыт НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):72-83. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-72-83>

FLAT-DETECTOR COMPUTED TOMOGRAPHY TECHNOLOGIES IN NEURO-ONCOLOGY: THE EXPERIENCE OF THE N.N. PETROV NATIONAL MEDICAL RESEARCH CENTER OF ONCOLOGY

Ivan A. Kurnosov¹✉, Pavel V. Balakhnin^{1,2}, Dmitry A. Gulyaev^{1,3,4}, Mikhail D. Khanevich², Darya R. Subbotina¹, Vasili I. Malkevich¹, Alexey S. Shmelev¹, Darya S. Romashkina¹, Nadezhda V. Osipova¹

¹ N.N. Petrov National Medicine Research Center of Oncology; 68 Leningradskaya Str., Pesochny, Saint Petersburg, Russia 197758

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University; 2 Litovskaya Str., Saint Petersburg, Russia 194100

³ V.A. Almazov National Medical Research Center; 2 Akkuratov Str., Saint Petersburg, Russia 197341

⁴ I.I. Mechnikov North-Western State Medical University; 47 Piskarevsky Prospekt, Saint Petersburg, Russia 195067

✉ Ivan A. Kurnosov, ivkurnosov@gmail.com, +7 (951) 651-44-56

ABSTRACT

Relevance: The growing burden of central nervous system tumors increases the need for accurate and minimally invasive intraoperative imaging and navigation technologies. Flat-detector computed tomography (FDCT) provides volumetric and cross-sectional CT-imaging directly in the angiography suite and can be integrated with fluoroscopy and navigation.

Purpose: To assess the capabilities and principal applications of flat-detector computed tomography in neuro-oncology based on the experience of a single tertiary cancer center.

Materials and methods: A single-center retrospective descriptive analysis included 207 interventional procedures performed in 207 patients at the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology from November 2021 to December 2025. Procedures were carried out using an Artis Zee Floor angiographic system (Siemens). Statistical analysis was performed with Microsoft Excel 2016 and STATISTICA 12.

Results: The median patient age was 58 years (45; 69); 95 patients were men and 112 were women. FDCT was used for stereotactic brain tumor biopsy (n = 159), diagnostic cerebral angiography (n = 14), drainage of tumor cysts (n = 11), Ommaya reservoir implantation (n = 7), ventriculoperitoneal shunting (n = 6), vertebroplasty (n = 5), drainage of brain abscesses (n = 3), and preoperative meningioma embolization (n = 2). The technology provided real-time intraoperative three-dimensional visualization, navigation planning, instrument position control, and immediate assessment of procedural results. The most convincing advantages were observed in stereotactic brain tumor biopsy.

Conclusions: FDCT is a promising universal intraoperative platform for minimally invasive neuro-oncological procedures. Its use may improve procedural accuracy, controllability, and safety, with the strongest current rationale seen for stereotactic brain tumor biopsy.

Key words: flat-detector computed tomography, neuro-oncology, neurosurgery, stereotactic biopsy, intraoperative imaging, neuronavigation, interventional radiology

For citation: Kurnosov I.A., Balakhnin P.V., Gulyaev D.A., Khanevich M.D., Subbotina D.R., Malkevich V.I., Shmelev A.S., Romashkina D.S., Osipova N.V. Flat-Detector Computed Tomography Technologies in Neuro-Oncology: The Experience of the N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):72-83. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-72-83>

Введение

Заболеваемость опухолями центральной нервной системы увеличивается в связи с увеличением продолжительности жизни и повышением доступности диагностики. По данным GLOBOCAN 2022, в мире ежегодно регистрируется 321 731 новый случай опухолей головного мозга и других отделов ЦНС и 248 500 смертей, а 5-летняя распространенность этой группы заболеваний составляет около 1,2 млн пациентов. Анализ данных GBD 2021 показывает, что в период с 1990 по 2021 г. абсолютное число случаев опухолей ЦНС продолжало увеличиваться: распространенность возросла на 124,5 %, а заболеваемость — на 106,5 %; при этом прогнозируется дальнейший рост глобального бремени заболевания к 2035 г. Все это означает увеличение числа пациентов, нуждающихся в повторных этапах нейровизуализации, морфологической и молекулярной верификации диагноза, ликворошунтирующих вмешательствах, катетерных и пункционных процедурах, то есть в технологиях, позволяющих выполнять такие манипуляции максимально точно и с минимальной травматизацией [1,2].

Исторически диагностика заболеваний ЦНС развивалась иначе, чем заболеваний органов, доступных непосредственной пальпации и аускультации, поскольку головной мозг и спинной мозг анатомически изолированы костными структурами черепа и позвоночного канала, а собственно внутричерепные структуры долгое время оставались недоступными для прямой визуальной оценки. Как показано в исторических обзорах, первые способы нейровизуализации начинались с рентгенографии черепа, после чего были внедрены вентрикулография (1918), пневмоэнцефалография (1919) и церебральная ангиография (1927); при этом до появления КТ оценка во многом основывалась на косвенных признаках, поскольку сама структура мозга оставалась «невидимой» [3]. Данные методы были инвазивны и нередко тяжело переносились пациентами. Появление КТ, а затем МРТ радикально изменило ситуацию, сделав возможной неинвазивную послойную оценку внутричерепных структур. В этом историческом ряду плоскодетекторная компьютерная томография (ПДКТ)

может рассматриваться как закономерный следующий этап эволюции нейровизуализации: технология переносит объемное изображение непосредственно в ангиографическую или гибридную операционную и сочетает томографическую оценку с рентгеноскопией и навигацией, что особенно важно для современных минимально-инвазивных вмешательств в нейрохирургии и нейроонкологии [3–7].

Минимально-инвазивные технологии в нейроонкологии всё чаще опираются на точные пункционные/катетерные технологии (стереотаксическая биопсия, вентрикулярные доступы, перкутанные вмешательства на позвоночнике), поскольку они позволяют снизить травматичность и ускорить получение критически важной диагностической и терапевтической информации при сохранении приемлемого уровня хирургической безопасности. При этом морфологическая и молекулярно-генетическая верификация ткани остаётся базисом современной нейроонкологии, а стереотаксические методики биопсии продолжают занимать ключевое место при труднодоступных и функционально значимых локализациях [8]. В опубликованной нами ранее серии ПДКТ-контролируемых стереотаксических биопсий на ангиографической установке показаны высокая диагностическая эффективность и возможность интраоперационной диагностики осложнений [9, 10].

Материалы и методы

В рамках рутинной клинической работы на базе отделения нейроонкологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова проведены лечебные и диагностические вмешательства 207 пациентам с применением технологии ПДКТ. У всех пациентов было получено добровольное письменное информированное согласие на проведение вмешательства, а также согласие на последующую обработку и использование полученных данных. Процедуры проводились в рентгенохирургической операционной отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения (ОРХМДил) на ангиографической установке Artis Zee Floor (Siemens, Мюнхен, Германия), оснащенной плоским 16-битным цифровым детектором размерами 40×30 см. Операции проводились хирургической

бригадой, включающей врача-нейрохирурга и врача по рентгенэндоваскулярным диагностике и лечению (рентгенохирурга), а также абдоминального хирурга, при необходимости имплантации шунтов в брюшную полость. В послеоперационном периоде, в течение суток, выполнялось контрольное МСКТ-исследование зоны операции.

Сбор и систематизацию первичных данных проводили с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2016, статистическую обработку данных — STATISTICA 12 (StatSoft).

Результаты

С ноября 2021 г. по декабрь 2025 г. выполнено 207 интервенционных вмешательств под контролем ПДКТ, 207 пациентам (95 мужчин и 112 женщин). Медианный возраст больных составил 58 (45; 69) лет.

Структура манипуляций распределилась следующим образом:

Таблица 1. Структура проведенных вмешательств
Table 1. Structure of the interventions performed

Название манипуляции	n=207
Стереотаксическая биопсия новообразований головного мозга	159
Диагностическая церебральная ангиография	14
Дренирование опухолевых кист	11
Имплантация резервуаров Оммайя	7
Вентрикуло-перитонеальное шунтирование	6
Вертебропластика	5
Дренирование абсцессов головного мозга	3
Предоперационная эмболизация менингиомы	2

Представленные в таблице вмешательства отражают широкий спектр клинических задач, в решении которых технология ПДКТ была интегрирована в рутинную нейрохирургическую практику. Вместе с тем, каждая из указанных манипуляций имеет собственные технические особенности, стандартные подходы к выполнению и различные требования к интраоперационной визуализации. В связи с этим далее целесообразно последовательно рассмотреть основные виды вмешательств, выполненных в настоящем исследовании, с краткой характеристикой традиционных технологий их проведения и анализом тех преимуществ, которые обеспечивало применение ПДКТ в каждом конкретном случае. Такой подход позволяет более полно оценить место ПДКТ в структуре современной минимально-инвазивной нейрохирургии.

Стереотаксическая биопсия новообразований головного мозга

Стереотаксическая биопсия под контролем ПДКТ представляет собой вариант интраоперационной нейронавигации, при котором все ключевые этапы вмешательства — визуализация опухоли, планирование траектории, проведение иглы, контроль ее положения и диагностика осложнений — выполняются

непосредственно в рентгеноперационной в режиме, максимально приближенном к реальному времени. В отличие от стандартных рамных и безрамных методов, основанных преимущественно на предоперационных КТ- или МРТ-данных, ПДКТ позволяет получать актуальное объемное изображение головного мозга уже после укладки пациента, формирования доступа и даже после вскрытия твердой мозговой оболочки. Это особенно важно в ситуациях, когда меняется взаиморасположение опухоли и окружающих структур, возникает смещение мозга, выявляются новые зоны некроза или кровоизлияния, либо имеется расхождение между предоперационной нейровизуализацией и фактической интраоперационной анатомией.

Технологически метод включает выполнение одного или нескольких ПДКТ-сканирований на ангиографической установке с последующей реконструкцией изображений, анализом данных в многоплоскостных режимах и построением оптимальной траектории таргетирования. При необходимости используются совмещение с данными МРТ и/или ПЭТ/КТ, а также различные варианты контрастирования, включая внутривенное и внутриартериальное многофазное усиление, что позволяет лучше визуализировать жизнеспособную опухолевую ткань, питающие сосуды, зоны некроза и смежные критические структуры. После построения траектории ее координаты передаются в навигационное пространство ангиографической системы, а проведение иглы осуществляется под контролем лазерного наведения и дополненной рентгеноскопии в двух ортогональных проекциях. После забора материала выполняется контрольное ПДКТ-сканирование, позволяющее сразу оценить точность попадания в целевую зону и исключить либо своевременно диагностировать геморрагические осложнения.

Основное преимущество ПДКТ-контролируемой биопсии по сравнению с обычными рамными и безрамными биопсиями заключается в устранении их принципиального ограничения — «слепого» продвижения иглы. При стандартной стереотаксической биопсии хирург ориентируется на заранее рассчитанную траекторию, однако не видит ни фактического положения иглы в ткани мозга, ни возможного смещения анатомических ориентиров, ни момента развития осложнения. ПДКТ, напротив, делает возможным прямой интраоперационный контроль положения иглы и при необходимости немедленную коррекцию ее хода. Это особенно важно при небольших, глубинных, гетерогенных или частично некротизированных новообразованиях, где даже минимальная ошибка может привести к неинформативному забору ткани.

Еще одним важным преимуществом является повышение безопасности процедуры. Поскольку наиболее тяжелые осложнения стереотаксической биопсии связаны прежде всего с внутривидеопроцедур-

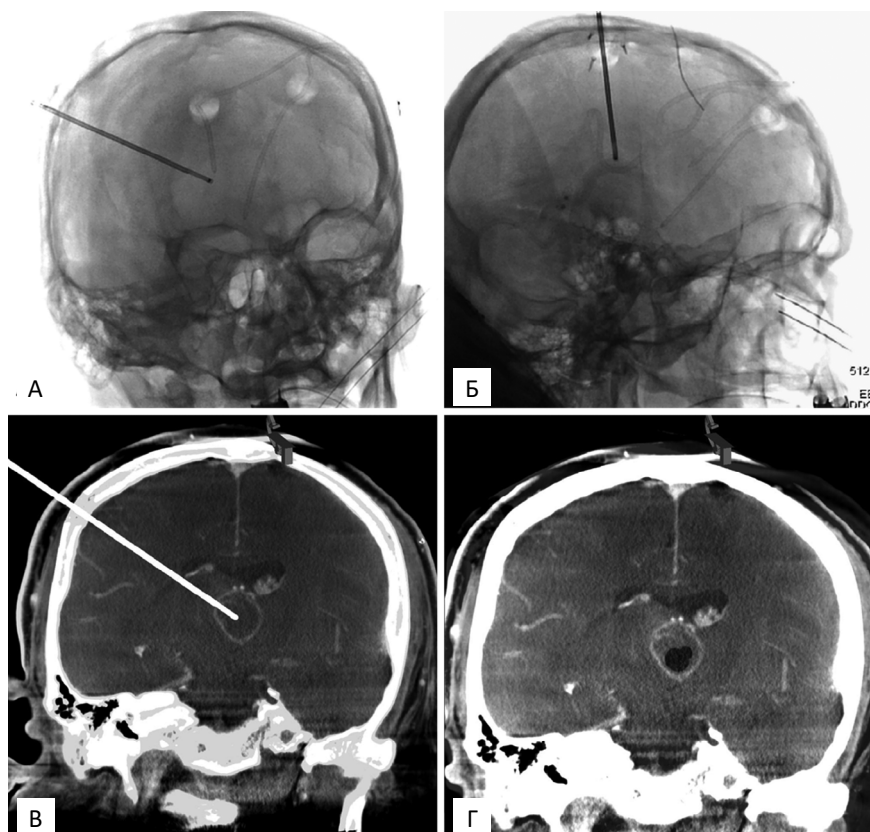


Рис. 1. А, Б — этапы проведения стереотаксической биопсии головного мозга с использованием режима дополненной рентгеноскопии; В, Г — этапные ПДКТ-сканирования во время выполнения биопсии.

А и Б — промежуточное положение биопсийной иглы, которая проводится под контролем рентгеноскопии в двух взаимно перпендикулярных проекциях. В — конечное положение иглы, полученное с помощью ПДКТ-сканирования и совмещения с изображением, полученным в начале манипуляции. Г — в центральной части отчетливо виден пузырек воздуха, который сформировался после забора материала из целевой точки

Fig. 1. А, Б — stages of a stereotactic brain biopsy using augmented fluoroscopy; В, Г — staged FDCT scans during the biopsy:

А and Б — the intermediate position of the biopsy needle, which is inserted under fluoroscopy guidance in two mutually perpendicular projections. В — the final position of the needle obtained using FDCT scanning and fused with the image obtained at the beginning of the procedure. Г — in the central part, an air bubble that formed after sample collection from the target point is clearly visible

ными кровоизлияниями, возможность их немедленной визуализации непосредственно после извлечения иглы имеет принципиальное значение. В отличие от обычной биопсии, где для послеоперационного контроля часто требуется транспортировка пациента в КТ-кабинет, ПДКТ позволяет выявить кровотечение сразу в рентгеноперационной и без промедления перейти к необходимому лечению. Дополнительным достоинством метода является его высокая технологичность: он объединяет нейровизуализацию, навигацию и контроль результата в одной среде, уменьшает зависимость нейрохирурга от внешнего подразделения лучевой диагностики и делает весь рабочий процесс более логичным, управляемым и воспроизводимым. Таким образом, ПДКТ-контролируемая биопсия представляет собой не просто модификацию существующих стереотаксических технологий, а качественно иной подход к выполнению минимально-инвазивной морфологической верификации опухолей головного мозга [9].

Диагностическая церебральная ангиография

По сравнению с обычной цифровой разностной ангиографией (DSA), диагностическая ангиография, дополненная плоскодетекторной компьютерной томографией, обеспечивает существенно более полное представление о пространственной анатомии опухоли и питающего ее сосудистого русла. Если стандартная DSA остается методом оценки гемодинамики и последовательности контрастирования сосудов в двумерных проекциях, то ПДКТ позволяет получить трехмерный объем с высоким пространственным разрешением, визуализировать не только артерии, но и их взаимоотношение с опухолью, костными структурами основания черепа, паренхимой мозга и венозными коллекторами. Это особенно важно для пациентов с менигиомами и другими гиперваскулярными образованиями, когда необходимо точно различать питающие ветви, оценивать участие сосудов из разных артериальных бассейнов и выявлять потенциально опасные анастомозы между

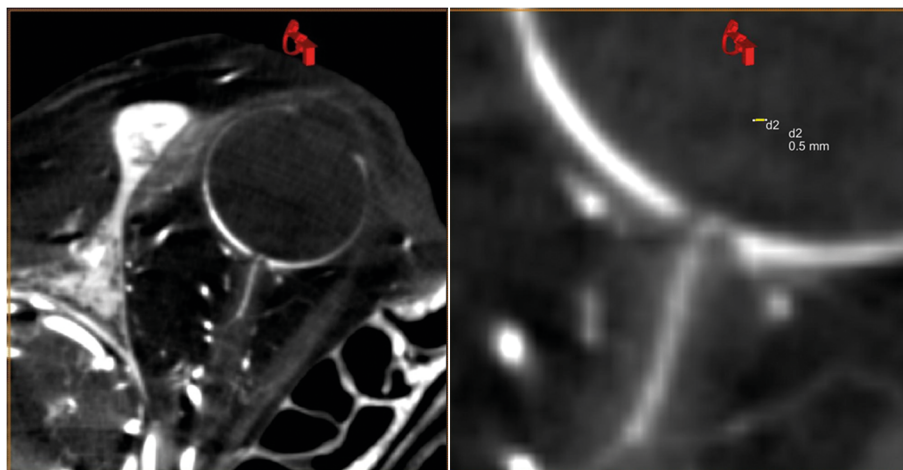


Рис. 2. ПДКТ-ангиограммы с использованием методики внутриартериального болюсного контрастирования. На правом рисунке представлен аксиальный срез, проходящий через плоскость зрительного нерва. На левом рисунке отчетливо видна центральная артерия сетчатки, которая имеет калибр порядка 0,5 мм. Применение методики возможно для диагностики наличия тромбоза данной артерии при острой амблиопии

Fig. 2. FDCT angiograms using intra-arterial bolus contrast. The right image shows an axial section through the optic nerve. The left image clearly shows the central retinal artery, which has a diameter of approximately 0.5 mm. This technique can be used to diagnose thrombosis of this artery in acute amblyopia

системами наружной и внутренней сонных артерий. Также за счет высокой разрешающей способности появляется возможность визуализировать сосуды крайне малого калибра, например, центральную артерию сетчатки (рис. 2).

В нашей практике диагностическая ПДКТ-ангиография используется для дифференциального диагноза между типами сосудистых новообразований (кавернозная ангиома, артериовенозная мальформация), визуализации сосудистых опухолей перед разметкой для проведения лучевой терапии, а также для уточнения сосудистой анатомии гиперваскулярных опухолей перед их хирургическим удалением (рис. 3, 4).

Дренирование опухолевых кист и абсцессов

Дренирование опухолевых кист под контролем ПДКТ представляется более удобным, поскольку эта технология объединяет в одной рентгеноперационной все ключевые этапы вмешательства: получение актуального трехмерного изображения, планирование безопасной траектории, проведение иглы под навигационным контролем и немедленную проверку результата. В отличие от подходов, основанных только на предоперационных МРТ/КТ-данных, ПДКТ позволяет ориентироваться не на «статическую» анатомию, а на фактическую интраоперационную ситуацию после укладки пациента и формирования

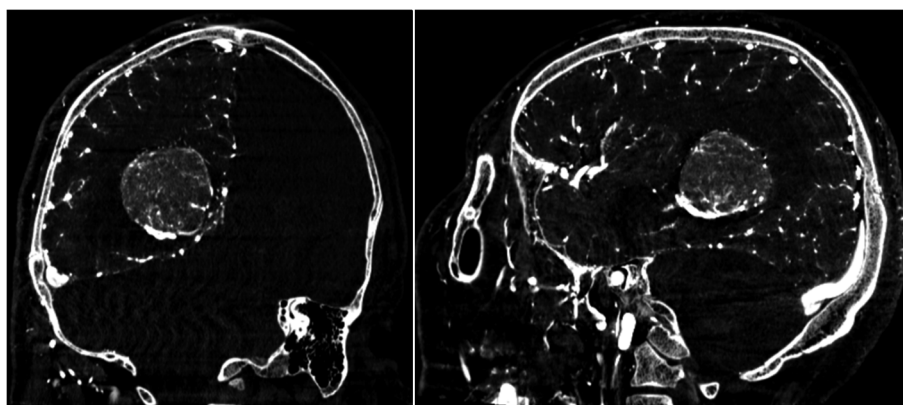


Рис. 3. ПДКТ-ангиограммы внутрижелудочковой менингиомы с применением селективного внутриартериального контрастирования. На правом и левом рисунках представлены фронтальная и сагиттальная проекции ПДКТ-сканов менингиомы. Помимо визуализации опухоли хорошо видны питающие сосуды и пути венозного дренажа. Эти данные используются для планирования открытого хирургического вмешательства, позволяя на ранних этапах деваскуляризовать новообразование

Fig. 3. FDCT angiogram of an intraventricular meningioma using selective intra-arterial contrast. The right and left figures show coronal and sagittal views of FDCT scans of a meningioma. In addition to visualizing the tumor, the feeding vessels and venous drainage pathways are clearly visible. This data is used for planning open surgery, allowing for early devascularization of the tumor

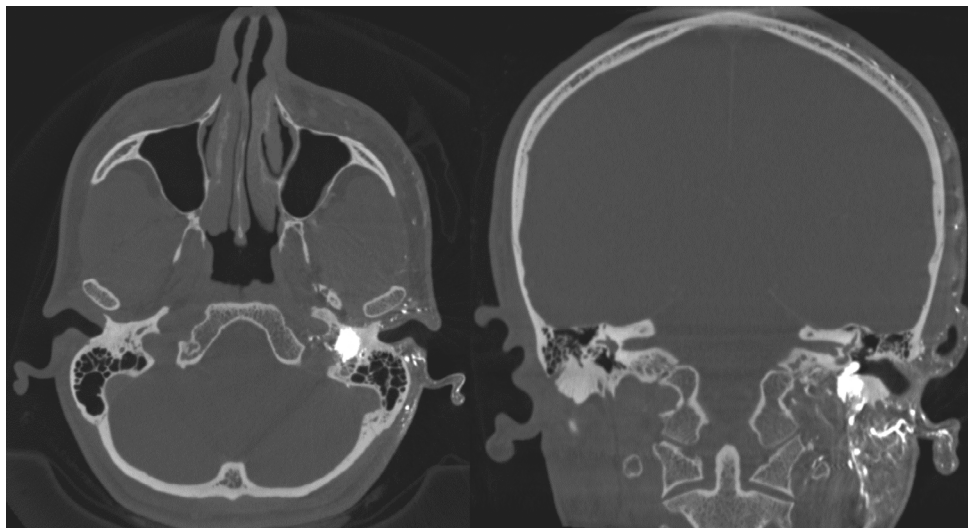


Рис. 4. ПДКТ-ангиограмма, полученная с применением суперселективной ангиографии из ветвей левой наружной сонной артерии. На изображениях отчетливо видна парагангиома, расположенная в пирамиде левой височной кости и питающие её ветви наружной сонной артерии

Fig. 4. FDCT-angiogram obtained using superselective angiography of the branches of the left external carotid artery. The images clearly show a paraganglioma located in the pyramid of the left temporal bone and the branches of the external carotid artery that feed it

доступа. Современные системы ангиографа и дополненная реальность при флюороскопии дают возможность совмещать виртуально построенную траекторию с рентгеноскопией и контролировать продвижение инструмента в режиме реального времени, что особенно ценно при сложных пункционных путях. Дополнительным преимуществом ПДКТ является возможность сразу после аспирации оценить степень опорожнения кисты и исключить ранние осложнения, прежде всего кровоизлияние, без транспортировки пациента в отдельный КТ-кабинет.

Поэтому для дренирования опухолевых кист ПДКТ удобна не только как метод визуализации, но и как полноценная интраоперационная навигационная платформа, повышающая точность, воспроизводимость и безопасность вмешательства (рис. 5).

Имплантация резервуара Оммайя

Имплантация резервуара Оммайя под контролем ПДКТ имеет такие же преимущества, что и при дренировании очагов, технология объединяет все этапы в рамках одной процедуры. Для установки

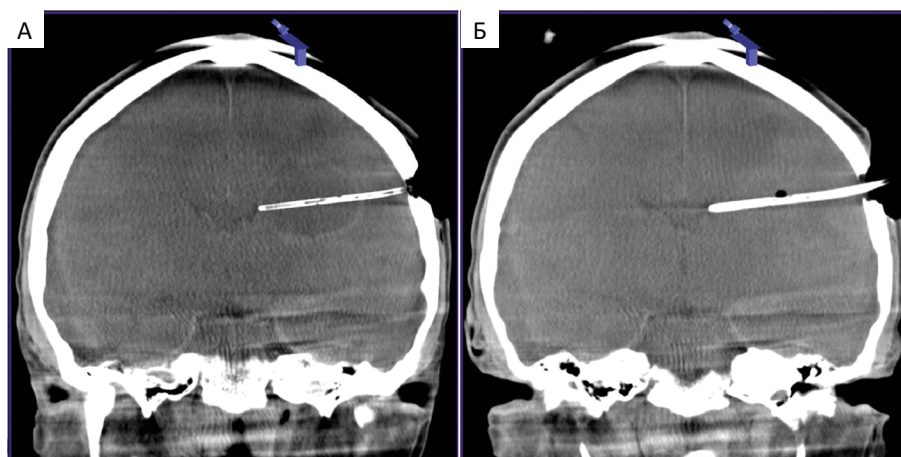


Рис. 5. Интраоперационная ПДКТ во фронтальном срезе на этапах до и после дренирования. На рисунке А изображен кистозный метастаз в левой лобной доле головного мозга, внутри которого находится дренирующий катетер. На рисунке Б видно, что жидкостная часть опухоли полностью дренирована и смещение срединных структур регрессировало

Fig. 5. Intraoperative coronal FDCT scan before and after drainage. Fig. A shows a cystic metastasis in the left frontal lobe of the brain, with a drainage catheter located within. Fig. B shows that the fluid portion of the tumor has been completely drained and the midline displacement has regressed

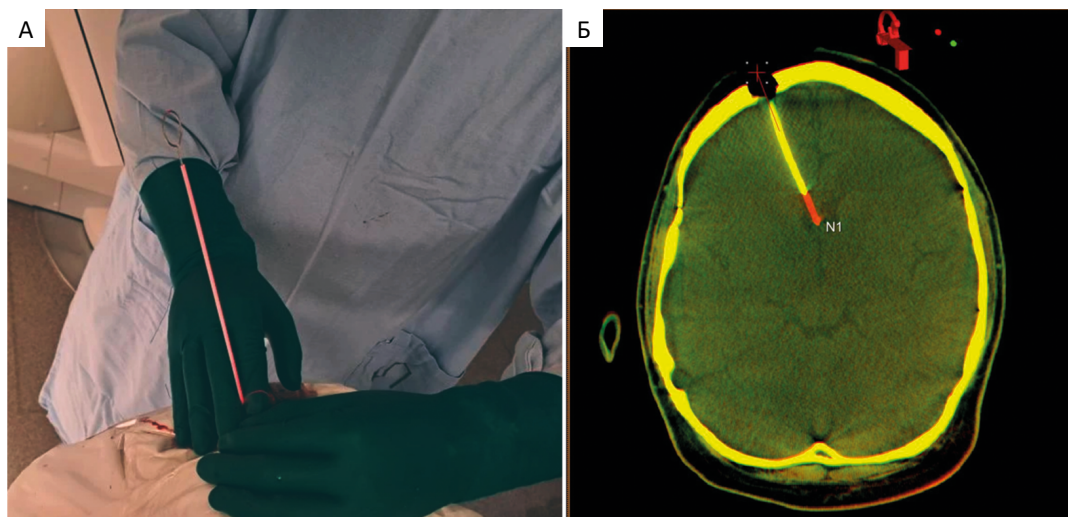


Рис. 6. Интраоперационное фото системы лазерной подсветки трассы (А) и слияние ПДКТ-сканов до и после коррекции положения вентрикулярного катетера (Б). На изображении А виден вентрикулярный катетер, по всему длиннику которого видна разметка лазерного целеуказателя, что говорит о соответствии направления импланта ранее запланированной трассе. На рисунке Б отображена промежуточная ПДКТ во время выполнения процедуры, где видно, что катетер находится в желудочковой системе (белая часть), однако для лучшего дренажа целесообразно его продвижение глубже (красная часть), что и было выполнено

Fig. 6. Intraoperative image of the laser path illumination system (A) and a fusion of FDCT-scans before and after correction of the ventricular catheter position (B). Image A shows the ventricular catheter along its entire length, with laser targeting markings visible, indicating that the implant's direction is aligned with the previously planned route. Image Б shows an intermediate FDCT scan during the procedure, showing the catheter positioned within the ventricular system (white area). However, for better drainage, it is advisable to advance it further (red area), which is what was done

резервуара Оммая точность положения катетера принципиальна: его мальпозиция может приводить к дисфункции системы, неврологическим осложнениям и необходимости повторной операции. Именно поэтому за последние годы установка катетера по анатомическим ориентирам была во многом вытеснена различными методами визуального наведения.

В отличие от стандартной рамной или безрамной навигации, основанной главным образом на предоперационных изображениях, ПДКТ позволяет получить актуальное интраоперационное 3D-изображение уже после укладки пациента и формирования доступа, а затем сразу подтвердить реальное положение катетера в желудочке, при необходимости, провести коррекцию катетера. Это особенно ценно при узких, щелевидных или дислоцированных желудочках (рис. 6).

Вентрикуло-перитонеальное шунтирование

Имплантация вентрикулоперитонеального шунта под контролем ПДКТ обладает рядом существенных преимуществ по сравнению со стандартной установкой катетера по наружным краниометрическим ориентирам. Прежде всего, ПДКТ обеспечивает возможность интраоперационного построения индивидуализированной траектории доступа с учетом реальной анатомии желудочковой системы, степени ее деформации, смещения срединных структур, выраженности послеоперационных изменений, а также расположения кортикальных вен, борозд и

сосудистых сплетений. Это особенно важно у пациентов с узкими, асимметричными или щелевидными желудочками, при которых традиционная freehand-техника сопровождается повышенным риском мальпозиции проксимального катетера.

Принципиально важной особенностью ПДКТ-навигации является возможность безопасного использования не только стандартных точек входа, но и нестандартных доступов с проведением катетера по индивидуально рассчитанным трассам. Такой подход может быть востребован при сложной вентрикулярной анатомии, повторных вмешательствах, необходимости дренирования пострезекционных кист совместно с желудочковой системой. В этих условиях ПДКТ позволяет адаптировать траекторию к конкретной клинической ситуации, а не ограничиваться типовыми схемами катетеризации. Дополнительное значение имеет возможность немедленной интраоперационной верификации конечного положения катетера и своевременной коррекции его мальпозиции до завершения операции (рис. 7).

Вертебропластика

Вертебропластика под контролем ПДКТ сочетает объемную предоперационную оценку позвонка, навигационное планирование пункционного доступа и немедленный контроль результата в пределах одной процедуры. В отличие от стандартной рентгеноскопии, основанной на двухпроекционном

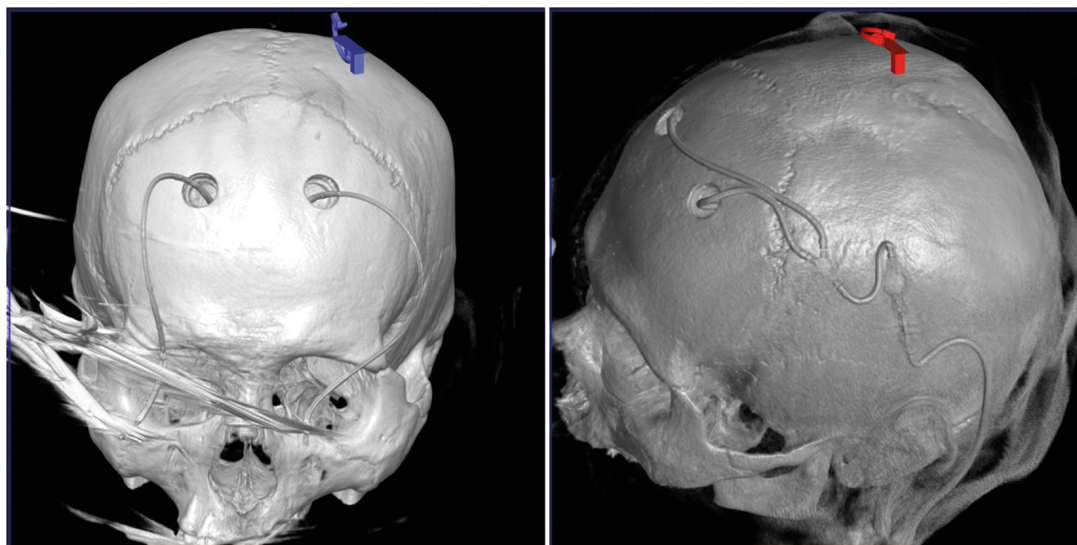


Рис. 7. Интраоперационная реконструкция ПДКТ после выполнения бивентрикулярного шунтирования. На рисунках изображены первично установленные вентрикулярные катетеры (слева), а также уже целиком собранная система (справа)

Fig. 7. Intraoperative reconstruction of the FDCT after biventricular bypass. The figures show the initially inserted ventricular catheters (left) and the fully assembled system (right)

изображении, ПДКТ позволяет детально оценить форму тела позвонка, целостность его кортикальных стенок, конфигурацию ножек дуги, распространение опухолевого или деструктивного процесса и тем самым выбрать наиболее безопасную траекторию введения иглы, в том числе при выраженной деформации позвонка или сложной анатомии. Не менее важно, что ПДКТ существенно улучшает выявление утечки цемента в позвоночный канал — ключевого осложнения вертебропластики. Использование ПДКТ при вертебропластике повышает не только точность пункционного этапа, но и безопасность всей процедуры за счет более полноценного интраоперационного контроля, позволяя оценивать расположение инструмента в таких локализациях, где за счет суммационного изображения обычной рентгеноскопии это сделать невозможно, например, позвонок Th2, который прикрыт в боковых проекциях плечевыми суставами (рис. 8).

Предоперационная эмболизация менингиомы

Предоперационная эмболизация менингиом под контролем ПДКТ представляется более удобной, поскольку эта технология существенно расширяет ангиографическую оценку опухоли за пределы стандартной двумерной DSA. Если обычная ангиография позволяет анализировать сосудистую фазность и проекционную архитектуру кровоснабжения, то ПДКТ формирует трехмерный объем, в котором могут быть детально оценены питающие артерии, интритуморозные сосудистые компартменты, соотношение опухоли с костными структурами основания черепа и пространственные взаимоотношения между ветвями из разных артериальных бассейнов. Это

особенно важно при менингиомах основания черепа и других гиперваскулярных опухолях со смешанным кровоснабжением из бассейнов наружной и внутренней сонных либо позвоночных артерий, когда именно точная идентификация источников питания определяет безопасность и полноту эмболизации (рис. 9).

Принципиальным преимуществом ПДКТ является возможность выявления тонких перитуморозных анастомозов и разграничения «опасных» питающих ветвей, эмболизация которых сопряжена с риском ишемических осложнений, поражения черепных нервов или нецелевой эмболизации [11]. Таким образом, ПДКТ при эмболизации менингиом повышает анатомическую информативность исследования, делает планирование вмешательства более индивидуализированным и способствует более безопасной деваскуляризации опухоли перед хирургическим удалением.

Обсуждение

Преимущества использования ПДКТ для стереотаксической биопсии опухолей головного мозга, как и возможные варианты внутриартериального и внутривенного контрастирования при ее проведении были обсуждены нами ранее в другой работе [9]. Здесь же следует отметить, что ПДКТ имеет те же преимущества и при проведении лечебных минимально-инвазивных нейрохирургических вмешательств. Связано это с тем, что ПДКТ-технологии обеспечивают интраоперационную 3D-визуализацию “здесь и сейчас”, то есть КТ-подобный объем непосредственно на ангиографическом столе/в гибридной операционной без транспортировки пациента,

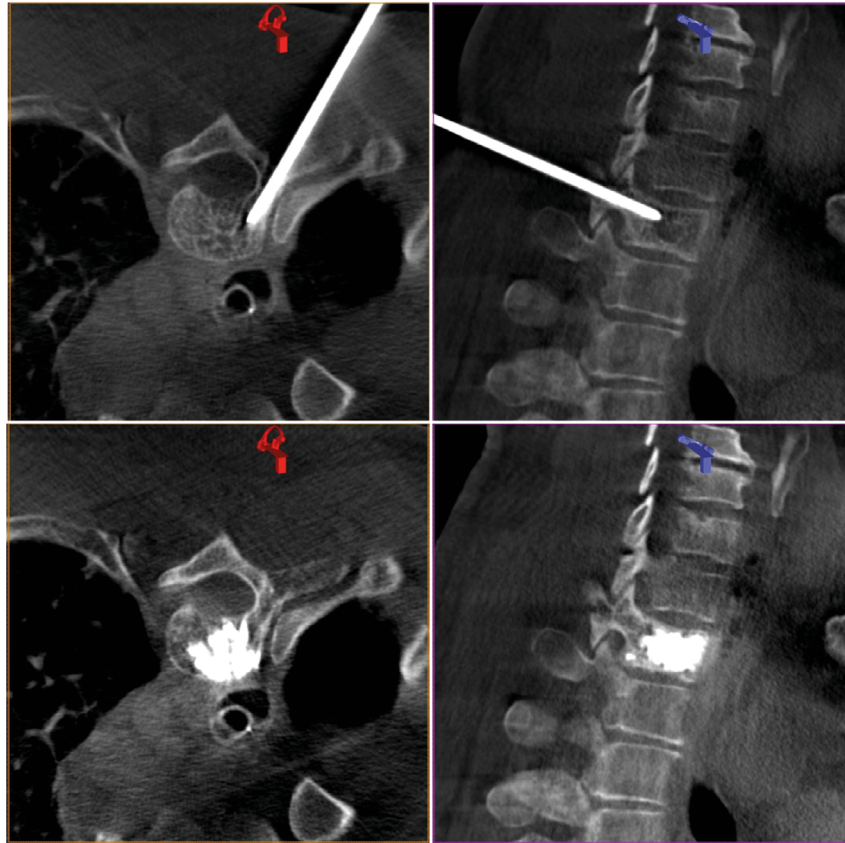


Рис. 8. Интраоперационная ПДКТ на этапах введения иглы (сверху) и заключительного контроля. На верхних снимках представлены сканы, выполненные для оценки позиционирования иглы для вертебропластики, она расположена в теле гемангиомы. На нижних снимках отображен этап контроля для с оценкой заполнения гемангиомы тела позвонка Th2

Fig. 8. Intraoperative FDCT scan during needle insertion (top) and final checkup. The top images show scans taken to assess the positioning of the vertebroplasty needle, which is located within the body of the hemangioma. The bottom images show the checkup phase to assess the filling of the hemangioma in the Th2 vertebral body

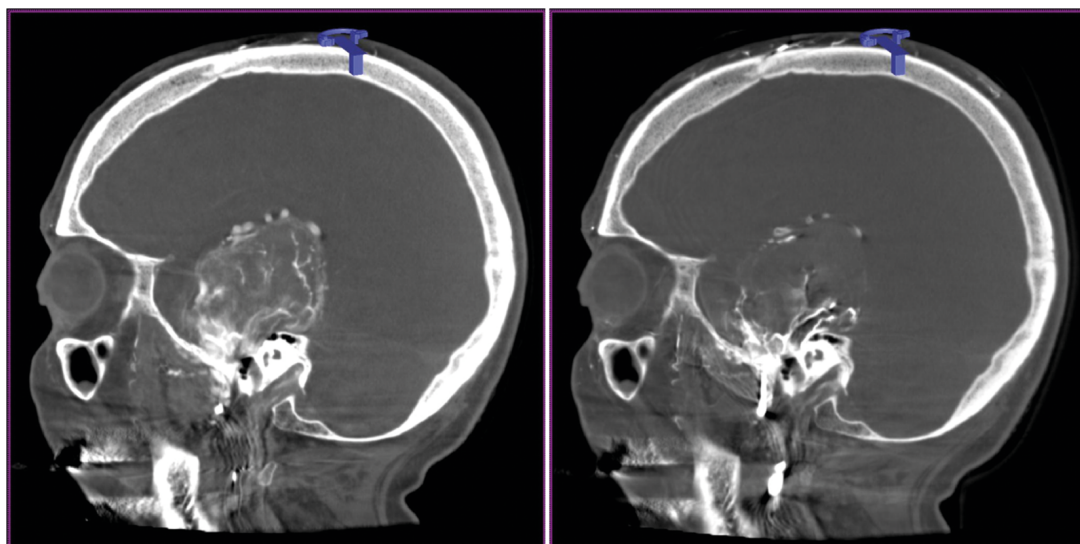


Рис. 9. ПДКТ-ангиограммы менингиомы в области средней черепной ямки до и после выполнения предоперационной эмболизации. На левом снимке отражен этап до проведения эмболизации, хорошо визуализируется сосудистая сеть опухоли. На снимке справа контрольная ангиограмма, где отсутствует заполнение внутритуморальных сосудов

Fig. 9. FDCT angiograms of meningioma in the middle cranial fossa before and after preoperative embolization. The left image shows the stage before embolization, clearly demonstrating the tumor's vascular network. The right image shows a control angiogram, which shows no intratumoral vessel filling

потери времени и нарушения стерильного контура операционной. В ранних публикациях о клиническом опыте использования ПДКТ в нейроэндокринологических процедурах ключевым преимуществом считалась возможность немедленно выявлять и исключать внутричерепные осложнения без транспортировки пациента в отдельный КТ-кабинет [12]. Для манипуляций с использованием рентген-контрастных инструментов (катетеры, иглы, импланты) решающим становится не только планирование траектории, но и мгновенная верификация результата: например, ранее была продемонстрирована выполнимость установки наружного вентрикулярного дренажа в рентгеноперационной с интеграцией ПДКТ и флюороскопической навигации [13]. Аналогичная логика реализована в гибридной технике вентрикуло-перитонеального шунтирования под интраоперационной рентгеноскопией и ПДКТ, ориентированной на повышение точности позиции желудочкового катетера [14].

По сравнению с УЗ-навигацией, ПДКТ менее зависит от акустического окна и вариабельности ультразвуковой визуализации и даёт воспроизводимую объёмную картину конечного положения инструмента, что особенно актуально при узких или смещённых желудочках и при необходимости коррекции положения катетера до завершения операции [15,16]. В сравнении с интраоперационной МРТ, ПДКТ проще интегрируется в реальную клиническую практику, так как не требует МР-совместимых инструментов и специализированной «немагнитной» инфраструктуры, тогда как МРТ-ориентированные манипуляции остаются ресурсоемкими и могут применяться в узкоспециализированных клинических ситуациях [8]. При сопоставлении ПДКТ с изолированной рентгеноскопией, ограниченной двумерной природой, современные протоколы ПДКТ и 3D-ангиографии расширяют анатомическую информативность при ангиографических вмешательствах и поддерживают более точное принятие решений при сложной сосудистой анатомии [17]. Это особенно важно для предоперационной эмболизации опухолей оболочек мозга, зоны головы и шеи, где ПДКТ-совмещение визуализирует питающие ветви из разных артериальных бассейнов и потенциально опасные анастомозы между бассейнами наружной и внутренней сонных артерий [18].

Представленный опыт демонстрирует, что ПДКТ может использоваться в нейроонкологии не только как дополнительный метод интраоперационной визуализации, но и как универсальная технологическая платформа, объединяющая функции предоперационного планирования, навигации, контроля положения инструмента, немедленной оценки результата вмешательства и ранней диагностики осложнений. В рамках настоящей серии ПДКТ применялась при 207 интервенционных процедурах различного профиля, включая стереотаксические

биопсии, вентрикулярные доступы, дренирование опухолевых кист, вертебропластику, диагностическую церебральную ангиографию и предоперационную эмболизацию менингиом. Такой спектр вмешательств свидетельствует о высокой адаптивности метода и его потенциальной роли в структуре современной минимально-инвазивной нейрохирургии.

Наиболее значимый массив наблюдений в данном исследовании относится к стереотаксической биопсии новообразований головного мозга, что позволяет рассматривать именно это направление как основное доказательное основание для оценки клинической эффективности ПДКТ. Применительно к биопсийным вмешательствам преимущества технологии представляются наиболее очевидными: ПДКТ позволяет получать актуальную интраоперационную трехмерную информацию, учитывать возможные изменения размеров, формы и структуры опухоли, а также осуществлять непосредственный контроль продвижения инструмента и своевременную диагностику геморрагических осложнений. В отличие от стандартной рамной и безрамной навигации, основанной преимущественно на предоперационных изображениях, такой подход уменьшает зависимость от «статической» анатомической модели и повышает точность манипуляций в условиях изменяющейся интраоперационной ситуации.

Вместе с тем, результаты нашего исследования следует интерпретировать с учетом того, что работа носит одноцентровый ретроспективно-описательный характер и объединяет гетерогенную группу вмешательств, существенно различающихся по задачам, технике выполнения и критериям эффективности. Распределение наблюдений было неравномерным: основную часть составили стереотаксические биопсии, тогда как по ряду других процедур накоплен пока ограниченный опыт. Тем не менее, даже на данном этапе ПДКТ представляется перспективным инструментом, способным повысить точность, управляемость и безопасность минимально-инвазивных интервенционных нейрохирургических вмешательств. Дальнейшее развитие направления связано с накоплением материала по отдельным видам операций, стандартизацией протоколов и проведением сравнительных проспективных исследований.

Заключение

Таким образом, опыт НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова показывает, что ПДКТ является эффективной интраоперационной технологией, расширяющей возможности современной интервенционной нейрорадиологии вообще и интервенционной нейроонкологии в частности. Ее применение позволяет совместить трехмерную визуализацию, навигацию и контроль результатов в рамках одной процедуры, что особенно важно при вмешательствах, требующих высокой точности. Наиболее убедительные данные

получены при стереотаксической биопсии опухолей головного мозга, однако представленные результаты указывают и на перспективность использования ПДКТ при вентрикулярных доступах, дренировании кистозных образований, вертебропластике и нейроангиологических вмешательствах. ПДКТ следует рассматривать как технологию, способную занять важное место в арсенале минимально-инвазивной нейрохирургии, при условии дальнейшей клинической валидации и методической стандартизации.

Список литературы / References

- Price M, Ballard CAP, Benedetti JR, et al. CBRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2018-2022. *Neuro Oncol.* 2025;27(Suppl 4):iv1-iv66. <https://doi.org/10.1093/neuonc/noaf194>
- Yuan G, Miao D, Xu B, et al. Global, regional, and national burden of brain and other central nervous system cancers from 1990 to 2021, and projections to 2035: a systematic analysis for the global burden of disease study 2021. *Int J Surg (Lond).* 2025;112(1):286-302. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000003497>
- Балахнин ПВ, Багненко СС, Беляев АМ. Плоскодетекторная компьютерная томография в интервенционной радиологии: предпосылки появления и история создания. *Медицина высоких технологий.* 2024;2(1):12-34. Balakhnin PV, Bagnenko SS, Belyaev AM. Flat-detector computed tomography in interventional radiology: background and history of creation. *High-Tech Medicine.* 2024;2(1):12-34. (In Russ.).
- Brown TCK. Neuroradiology investigations before scanning. *Paediatr Anaesth.* 2012;22(8):826-7. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2011.03778.x>
- Kyriakou Y, Richter G, Dörfler A, et al. Neuroradiologic Applications with Routine C-arm Flat Panel Detector CT: Evaluation of Patient Dose Measurements. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2008;29(10):1930-6. <https://doi.org/10.3174/ajnr.A1237>
- Leeds NE, Kieffer SA. Evolution of Diagnostic Neuroradiology from 1904 to 1999. *Radiology.* 2000;217(2):309-18. <https://doi.org/10.1148/radiology.217.2.r00nv45309>
- Цибиров АА, Бабичев КН, Мартынов БВ, и др. Плоскодетекторная компьютерная томография в диагностике и лечении черепно-мозговой травмы. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии.* 2026;(1). <https://doi.org/10.33920/med-01-2601-07>. Tsibirov AA, Babichev KN, Martynov BV, et al. Flat-detector computed tomography in the diagnosis and treatment of traumatic brain injury. *Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery.* 2026;(1). <https://doi.org/10.33920/med-01-2601-07>. (In Russ.).
- Dhawan S, Chen CC. Comparison meta-analysis of intraoperative MRI-guided needle biopsy versus conventional stereotactic needle biopsies. *Neurooncol Adv.* 2023;6(1):vdad129. <https://doi.org/10.1093/oaajnl/vdad129>
- Курносов ИА, Балахнин ПВ, Гуляев ДА, и др. Плоскодетекторная компьютерная томография: новые возможности нейронавигации в режиме реального времени при проведении стереотаксической биопсии новообразований головного мозга. *Вопросы онкологии.* 2025;71(6):1245-59. Kurnosov IA, Balakhnin PV, Gulyaev DA, et al. Flat-detector computed tomography: advancing real-time neuronavigation for stereotactic brain tumor biopsy. *Problems in Oncology.* 2025;71(6):1245-59. <https://doi.org/10.37469/0507-3758-2025-71-6-OF-2310>. (In Russ.).
- Балахнин ПВ, Таразов ПГ, Тюрин ИЕ, и др. Плоскодетекторная компьютерная томография в интервенционной радиологии: фундаментальные принципы, современные технологии и перспективы дальнейшего развития. *Медицина высоких технологий.* 2025;3(2):5-37. Balakhnin PV, Tarazov PG, Tyurin IE, et al. Flat-detector computed tomography in interventional radiology: fundamental principles, modern technologies and prospects for further development. *High-Tech Medicine.* 2025;3(2):5-37. (In Russ.).
- Гуляев ДА, Белов ИЮ, Курносов ИА, и др. Риски эмболизационных технологий в хирургии доброкачественных и злокачественных опухолей основания черепа. *Сибирский онкологический журнал.* 2025;24(2):150-161. Gulyaev DA, Belov IYu, Kurnosov IA, et al. Risks of embolization technologies in surgery for benign and malignant skull base tumors. *Siberian Journal of Oncology.* 2025;24(2):150-161. <https://doi.org/10.21294/1814-4861-2025-24-2-150-161>. (In Russ.).
- Heran NS, Song JK, Namba K, et al. The utility of DynaCT in neuroendovascular procedures. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2006;27(2):330-332.
- Fiorella D, Peeling L, Denice CM, et al. Integrated flat detector CT and live fluoroscopic-guided external ventricular drain placement within the neuroangiography suite. *J Neurointerv Surg.* 2014;6(6):457. <https://doi.org/10.1136/neurintsurg-2013-010856>
- Kobayashi S, Ishikawa T, Mutoh T, et al. A novel technique for ventriculoperitoneal shunting by flat panel detector CT-guided real-time fluoroscopy. *Surg Neurol Int.* 2012;3:119. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.102330>
- Krause M, Lagumdžija J, Enzinger S, et al. Intraoperative cone-beam computed tomography for catheter placement verification in pediatric hydrocephalus: technical note. *Childs Nerv Syst.* 2024;40(11):3813-3816. <https://doi.org/10.1007/s00381-024-06592-5>
- Балахнин ПВ, Буровик ИА, Багненко СС. Технологии визуализации, наведения и слежения в интервенционной онкологии: современные возможности и перспективы дальнейшего развития. *Медицина высоких технологий.* 2024;2(2):5-21. Balakhnin PV, Burovik IA, Bagnenko SS. Technologies of visualization, guidance and tracking in interventional oncology: current capabilities and prospects for further development. *High-Tech Medicine.* 2024;2(2):5-21. (In Russ.).
- Raz E, Nossek E, Sahlein DH, et al. Principles, techniques and applications of high resolution cone beam CT angiography in the neuroangiography suite. *J Neurointerv Surg.* 2023;15(6):600-607. <https://doi.org/10.1136/jnis-2022-018722>
- Yoshida K, Akiyama T, Takahashi S, et al. Cone-Beam Computed Tomography Fusion Technique for Vascular Assessment of Skull Base Meningiomas. *World Neurosurg.* 2021;151:61-69. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.04.065>

Information about the authors

Ivan A. Kurnosov, <https://orcid.org/0000-0003-2857-8368>
 Pavel V. Balakhnin, <https://orcid.org/0000-0002-3042-6729>
 Dmitry A. Gulyaev, <https://orcid.org/0000-0002-5509-5612>
 Mikhail D. Khanevich, <https://orcid.org/0000-0002-6946-9689>
 Darya R. Subbotina, <https://orcid.org/0000-0003-0836-4960>
 Vasilii I. Malkevich, <https://orcid.org/0000-0002-1082-6071>
 Alexey S. Shmelev, <https://orcid.org/0000-0002-1610-8820>
 Daria S. Romashkina, <https://orcid.org/0009-0008-0664-4321>
 Nadezhda V. Osipova, <https://orcid.org/0000-0002-6964-3149>

Вклад авторов

И.А. Курносов: концепция и дизайн исследования, анализ литературы, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи.

П.В. Балахнин: концепция и дизайн исследования, анализ литературы, анализ и интерпретация данных, написание текста статьи.

Д.А. Гуляев: научное редактирование, интерпретация данных, редактирование текста.

М.Д. Ханевич: научное редактирование, интерпретация данных, редактирование текста.

Д.Р. Субботина: сбор и обработка материала, анализ клинических данных.

А.С. Шмелев: сбор и обработка материала, анализ клинических данных.

Д.С. Ромашкина: сбор и обработка материала, анализ клинических данных.

Н.В. Осипова: сбор и обработка материала, анализ клинических данных.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Балахнин П.В. является членом редакционной коллегии журнала «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью.

Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 01.04.2026

Принята к публикации: 03.05.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Ivan A. Kurnosov: study concept and design, literature review, data analysis and interpretation, and manuscript writing.

Pavel V. Balakhnin: study concept and design, literature review, data analysis and interpretation, and manuscript writing.

Dmitry A. Gulyaev: scientific editing, data interpretation, and manuscript editing.

Michail D. Khanevich: scientific editing, data interpretation, and manuscript editing.

Darya R. Subbotina: data collection and processing, clinical data analysis.

Alexey S. Shmelev: data collection and processing, clinical data analysis.

Darya S. Romashkina: data collection and processing, clinical data analysis.

Nadezhda V. Osipova: data collection and processing, clinical data analysis.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Pavel V. Balakhnin is a member of the editorial board of the journal "Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy" but had no role in the decision to publish this article. The article has undergone the journal's established peer-review process. The authors have declared no other conflicts of interest.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 01.04.2026

Accepted for publication: 03.05.2026

Published online: 26.06.2026

РЕЗУЛЬТАТЫ ХИМИОЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ НОДАЛЬНОЙ ФОЛЛИКУЛЯРНОЙ ЛИМФОМЫ БРЮШНОЙ ПОЛОСТИ И ТАЗА. СООБЩЕНИЕ I. НЕПОСРЕДСТВЕННЫЙ ЭФФЕКТ, ВЫЖИВАЕМОСТЬ БЕЗ ЛОКАЛЬНОГО ПРОГРЕССИРОВАНИЯ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ БЕЗ ПРОГРЕССИРОВАНИЯ

Сотников В.М.✉, Нуднов Н.В., Ананьина А.В.

Российский научный центр рентгенодиагностики Минздрава России; Россия, 117997, Москва, ул. Профсоюзная, 86

✉ Владимир Михайлович Сотников, vmsotnikov@mail.ru +79165835585

РЕФЕРАТ

Актуальность: Эффективность химиолучевой терапии у пациентов со злокачественными лимфомами остается предметом дискуссий и интенсивного изучения. Для отдельных локализаций лимфом (средостение, центральная нервная система, кости, гонады) целесообразность химиолучевой терапии доказана, но ее значение для фолликулярной лимфомы с поражением абдоминальных и/или тазовых лимфатических узлов изучено явно недостаточно.

Цель: Определение эффективности химиолучевой терапии у первичных больных нодальной фолликулярной лимфомой брюшной полости и таза.

Материалы и методы: Изучены непосредственный эффект лечения, 10-летняя выживаемость без локального прогрессирования (ВБЛП) и выживаемость без прогрессирования (ВБП) 77 первичных пациентов с фолликулярной лимфомой лимфатических узлов брюшной полости и таза, пролеченных в 1985–2024 гг. в РНЦРР МЗ РФ. Химиорезистентные пациенты в исследовании не включались. В основной группе (43 больных) проводилась химиолучевая терапия (ХЛТ), в контрольной группе (34 больных) — только химиотерапия (ХТ). В обеих группах использовались идентичные схемы химиотерапии ± иммунотерапия ритуксимабом. Различия между группами были статистически недостоверны по основным параметрам, потенциально значимым для результатов лечения.

Результаты: По завершении лучевой терапии в основной группе количество полных ремиссий статистически значимо увеличилось с 23 % до 49 % ($p = 0,014$). Десятилетняя ВБЛП была статистически значимо выше в группе ХЛТ в целом (80 % vs 30 %, $p = 0,00006$), а также во всех проанализированных ее подгруппах за исключением подгрупп больных с размером очага 7 см и менее и больных с полной ремиссией после ХТ. Уровень 10-летней ВБП был статистически значимо выше в группе ХЛТ в целом (49,6 % vs 14,2 %, $p = 0,0017$), а также в большинстве сравниваемых подгрупп, но не достиг статистической значимости у мужчин, пациентов старше 60 лет, при локальных стадиях заболевания, в группе высокого риска, пациентов, леченных без ритуксимаба и пациентов с полной ремиссией после ХТ.

Заключение: У первичных больных нодальной фолликулярной лимфомой абдоминальной и тазовой локализации, чувствительных к химиотерапии, химиолучевая терапия существенно компенсирует низкую эффективность химиоиммунотерапии в отношении массивных опухолевых очагов, что выражается статистически значимо в увеличении доли полных ремиссий, снижении исходно высокого риска субдиафрагмального прогрессирования, и достижении 10-летнего периода свободного от прогрессирования заболевания у половины пациентов.

Ключевые слова: абдоминальная и тазовая нодальная фолликулярная неходжкинская лимфома, химиолучевая терапия, ритуксимаб, выживаемость без локального прогрессирования, выживаемость без прогрессирования

Для цитирования: Сотников В.М., Нуднов Н.В., Ананьина А.В. Результаты химиолучевой терапии нодальной фолликулярной лимфомы брюшной полости и таза. Сообщение I. Непосредственный эффект, выживаемость без локального прогрессирования и выживаемость без прогрессирования. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):84-89. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-84-89>

RESULTS OF CHEMORADIOTHERAPY FOR NODAL FOLLICULAR LYMPHOMA OF THE ABDOMINAL CAVITY AND PELVIS. REPORT I. IMMEDIATE EFFECT, LOCAL PROGRESSION-FREE SURVIVAL AND PROGRESSION-FREE SURVIVAL

Vladimir M. Sotnikov✉, Nikolay V. Nudnov, Alina V. Anan'ina

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology; 86 Profsoyuznaya Str., Moscow, 117997, Russia

✉ Vladimir M. Sotnikov vmsotnikov@mail.ru +79165835585

ABSTRACT

Relevance: The effectiveness of adjuvant radiation therapy used to consolidate the effect of chemotherapy in patients with malignant lymphomas remains a subject of debate and intensive study. The usefulness of chemoradiotherapy has been proven for certain lymphoma sites (mediastinum, central nervous system, bone, gonads), but its role in follicular lymphoma with primary involvement of the abdominal and/or pelvic lymph nodes has been insufficiently studied.

Purpose: Determination of the effectiveness of chemoradiotherapy in primary patients with abdominal and pelvic nodal follicular lymphoma.

Materials and methods: We studied the immediate effect of treatment, 10-year local progression-free survival (LPFS) and progression-free survival (PFS) of 77 primary patients with follicular lymphoma of the abdominal and pelvic lymph nodes treated in 1985–2024 at the Russian Scientific Center of Roentgenology and Radiology. Chemoresistant patients were not included in the study. The main group (43 patients) underwent chemoradiation therapy (CRT) with adjuvant irradiation of initially massive conglomerates of abdominal and/or pelvic lymph nodes, while the control group (34 patients) received chemotherapy alone. Identical chemotherapy regimens ± rituximab immunotherapy were used in both groups. The differences between the groups were statistically insignificant in terms of the main parameters that are potentially important for treatment outcomes.

Results: Upon completion of radiation therapy in the main group, the rate of complete remissions statistically significantly increased from 23 % to 49 % ($p = 0.014$). The 10-year LPFS rate was statistically significantly higher in the CRT group as a whole (80 % vs 30 %, $p = 0.00006$), as well as in all analyzed subgroups, except for the subgroups of patients with a lesion size of 7 cm or less and patients with complete remission after chemotherapy. The 10-year PFS rate was statistically significantly higher in the CRT group as a whole (49.6 % vs 14.2 %, $p = 0.0017$), as well as in most compared subgroups and did not reach statistical significance in men, patients over 60 years of age, at local stages of the disease, in the high-risk group, patients treated without rituximab and patients with complete remission after chemotherapy.

Conclusions: In primary patients with nodal follicular lymphoma of the abdominal and pelvic localization who are sensitive to chemotherapy, chemoradiotherapy significantly compensates for the low efficacy of chemoimmunotherapy in relation to massive tumor foci, which is expressed in a statistically significant increase in the proportion of complete remissions, a decrease in the initially high risk of subdiaphragmatic progression, and the achievement of a 10-year period free from disease progression in half of the patients.

Key words: abdominal and pelvic nodal follicular non-hodgkin lymphoma, chemoradiotherapy, rituximab, local progression-free survival, progression-free survival

For citation: Sotnikov V.M., Nudnov N.V., Anan'ina A.V. Results of Chemoradiotherapy for Nodal Follicular Lymphoma of the Abdominal Cavity and Pelvis. Report I. Immediate Effect, Local Progression-Free Survival and Progression-Free Survival. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):84-89. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-84-89>

Введение

Несмотря на существенное улучшение прогноза для больных фолликулярной лимфомой, связанное с дополнением химиотерапии иммунотерапией (ритуксимаб, обинтузумаб), заболевание по-прежнему характеризуется рецидивирующим течением и считается неизлечимым [1]. Сложность достижения первой полной ремиссии и ее сохранение на относительно долгое время составляют основную терапевтическую проблему при фолликулярной лимфоме [2]. Особенно остра эта проблема для больных фолликулярной лимфомой с первичным поражением субдиафрагмальных висцеральных лимфатических узлов брюшной полости и таза, которая длительное время протекает субклинически и, как правило, диагностируется на этапе появления симптомов сдавления вен и/или органов брюшной полости и таза массивными опухолевыми конгломератами [3]. Для весьма сходной по клиническому течению первичной медиастинальной неходжкинской лимфомы наиболее эффективной признана программа химиолучевой терапии [4], которая практически не применяется для лечения больных нодальной фолликулярной лимфомой брюшной полости и таза. Ее эффективность у этой группы больных лимфомой остается мало изученной [5].

Целью исследования было определение эффективности химиолучевой терапии у первичных больных нодальной фолликулярной лимфомой абдоминальной и тазовой локализации.

Материалы и методы

Нами ретроспективно сформирована база данных из 77 первичных больных с морфологически подтвержденной нодальной фолликулярной лимфомой абдоминальной и тазовой локализации, лечившихся и наблюдавшихся в РНЦРР в период с 1985 по 2024 гг. В исследование включались только больные, у которых в результате индукционной химиотера-

пии была достигнута полная ремиссия, частичная ремиссия или стабилизация. В основную группу вошли 43 больных, которым проводилась химиолучевая терапия (ХЛТ). Контрольная группа состояла из 34 больных, которым проводилась только химиотерапия (ХТ). Характеристика сравниваемых групп представлена в табл. 1.

Как следует из табл. 1, по всем проанализированным параметрам различия между основной и контрольной группами были статистически незначимыми. Почти половина больных не получала ритуксимаб, поскольку в первую половину времени набора больных его не существовало, либо он был недоступен. Сроки наблюдения сопоставимы и варьировали: в основной группе 1,1–20,1 лет, в контрольной — 0,7–30,4 лет; различия медиан наблюдения связаны с худшей выживаемостью пациентов контрольной группы.

В обеих группах химиотерапия проводилась на первом этапе лечения по хронологически идентичным общепринятым схемам ± иммунотерапия ритуксимабом: CHOP, R-CHOP, CVP, R-CVP, MCP, R-MCP, COP, FMC, LVPP и др. Непосредственные результаты химиотерапии и химиолучевой терапии оценивались по критериям Cheson BD et al. [6]. По завершении ХТ (4–6 циклов), с интервалом 4–5 недель в основной группе проводилось облучение классическим фракционированием по 1,8–2 Гр исходно массивно пораженных и остаточных лимфатических узлов брюшной полости и/или малого таза: (абдоминальных, забрюшинных, подвздошных). — до суммарной очаговой дозы (СОД) 10–50 Гр. СОД < 20 Гр использованы только у трех больных в связи с большим объемом облучения, и более 36 Гр — у четырех больных (локальный буст на остаточную опухоль с целью добиться полной ремиссии). Необходимо отметить тенденцию к уменьшению СОД, синхронную с появлением ритуксимаба. В 80–90-х гг. медиана СОД составляла 36 Гр, верхний квартиль — 40 Гр, нижний — 30 Гр. В двухтысячные годы медиана СОД

Таблица 1. Характеристика основной и контрольной групп
Table 1. Characteristics of the main and control groups

Параметры		Основная группа (ХЛТ)		Контрольная группа (ХТ)		p-тест
		n	%	n	%	
Всего больных		43	100 %	34	100 %	
Мужчины		20	46,5	16	47,1	0,96
Женщины		23	53,5	18	52,9	
Возраст (диапазон, медиана) лет		30–75, m 53		36–77, m 56		
Возраст <60 лет		30	69,8	20	58,8	0,32
Возраст ≥60 лет		13	30,2	14	41,2	
Индекс Карновского	80–90	22	51,2	21	61,8	0,35
	<80	21	48,8	13	39,2	
I–II стадия		7	16,3	4	11,8	0,58
III–IV стадия		36	83,7	30	88,2	
Размер наибольшего очага ≤7 см		8	18,6	13	38,2	0,06
Размер наибольшего очага >7 см		35	81,4	21	61,8	
Группы риска (по Международному прогностическому индексу FLIPI)	Низкий/промежуточный риск (0–2)	28	65,1	21	61,8	0,91
	Высокий риск (3–5)	15	34,9	13	38,2	
Цитологический тип (grade)	1–2	22	51,2	21	61,8	0,35
	3A–3B	21	48,8	13	38,2	
Химиотерапия без ритуксимаба		19	44,2	17	50,0	0,61
Химиотерапия +ритуксимаб		24	55,8	17	50,0	
Медиана наблюдения		9,5 лет		5,9 лет		

составляла уже 30 Гр, (квартили — 33,5 Гр и 20 Гр соответственно). Вертикальные размеры полей облучения определялись исходными размерами опухоли, а поперечные — размерами остаточной опухоли после химиотерапии. Методики предлучевой подготовки и проведения облучения хронологически изменялись по мере совершенствования технологического оснащения клиники радиотерапии. Использовались плоскостные (2D) и объемные (3D) системы планирования, а в качестве источников излучения — медицинские ускорители электронов мегавольтного диапазона и гамма-терапевтические аппараты.

Статистическая обработка данных проводилась в программе Statistica 13. При сравнении параметров пациентов исследуемых групп для выявления статистически значимых различий количественных показателей использовался непараметрический критерий Манна-Уитни, качественных — двусторонний точный критерий Фишера. Показатель считался статистически значимо отличающимся, если уровень значимости составлял <0,05. Учитывая длительную выживаемость больных фолликулярной лимфомой даже при рецидивирующем течении заболевания, мы сочли недостаточным сравнивать эффективность химиотерапии и химиолучевой терапии по 5-летним

результатам и сравнивали показатели 10-летней выживаемости, которые рассчитывались методом Каплана-Мейера. Статистическая значимость различий в выживаемости между группами определялась с использованием лог-ранк теста.

Результаты

Для дополнительной оценки прогностической эквивалентности основной и контрольной групп, было проведено сравнение непосредственного эффекта лечения в этих группах (табл. 2).

По завершении этапа химиотерапии в основной группе доля пациентов с полной ремиссией была вдвое меньше, чем в контрольной группе, на уровне близком к статистически значимому. Непосредственный эффект консолидирующей лучевой терапии в основной группе выразился в статистически значимом увеличении доли полных ремиссий (49 % vs 23 % $p = 0,014$).

Учитывая сугубо практическую цель исследования — определить целесообразность дополнения системного лечения нодальной фолликулярной лимфомы брюшной полости и таза локальным облучением в рамках программы химиолучевой терапии —

Таблица 2. Непосредственный эффект химиотерапии и химиолучевой терапии в основной группе и химиотерапии в контрольной группах

Table 2. Immediate effect of chemotherapy and chemoradiotherapy in the main group and chemotherapy in the control groups

Эффект лечения	Основная группа (ХЛТ)				Контрольная группа (ХТ)		p-тест
	Завершение этапа ХТ		Завершение ХЛТ		Завершение ХТ		
	N	%	N	%	n	%	
Полная ремиссия	10	23,3 %*#	21	48,8 %*	14	41,2 %#	*0,014
Частичная ремиссия, стабилизация	33	76,7 %#	22	51,2 %	20	58,8 %#	#0,092

Таблица 3. Выживаемость без локального прогрессирования (10-летняя) в основной и контрольной группах (жирным шрифтом выделены значения $p < 0,05$)

Table 3. Survival without local progression (10-year) in the main and control groups ($p < 0.05$ in bold)

Параметры		10-летняя ВБЛП в %				p-тест
		Основная группа (ХЛТ)		Контрольная группа (ХТ)		
		n	%	n	%	
Все пациенты (77)		43	80,0	34	30,0	,00006
Мужчины		20	74,0	16	45,7	,0301
Женщины		23	85,7	18	21,4	,0006
Возраст < 60 лет		30	80,8	20	25,7	,0009
Возраст ≥ 60 лет		13	78,6	14	36,1	,0278
Индекс Карновского	90–80	22	82,6	21	26,3	,0012
	70–60	21	76,0	13	28,9	,0094
I–II стадия		7	100,0	4	25,0	,0128
III–IV стадия		36	76,1	30	29,8	,0012
Размер наибольшего очага ≤ 7 см		8	87,4	13	41,6	,0827
Размер наибольшего очага > 7 см		36	78,4	21	18,7	,0003
Группы риска (по Международному прогностическому индексу FLIP)	Низкий/промежуточный риск (0–2)	28	81,9	21	36,9	,0019
	Высокий (3–5)	15	76,1	13	16,0	,0199
Цитологический тип (grade)	1–2	22	89,4	21	38,1	,0012
	3А–3Б	21	67,1	13	15,0	,0062
ХТ без Ритуксимаба		19	73,5	17	15,9	,0019
ХТ + Ритуксимаб		24	85,5	17	45,0	,0097
Эффект химиотерапии	Полная ремиссия	10	78,9	14	54,4	,3241
	Частичная ремиссия, стабилизация	33	81,0	20	10,0	,00001
Эффект всей программы лечения	Полная ремиссия	21	89,4	14	54,4	,0447
	Частичная ремиссия, стабилизация	22	69,3	20	10,0	,0005

анализ отдаленных результатов начнем с выживаемости без локального прогрессирования (ВБЛП) в лимфатических узлах брюшной полости/таза, входивших в зону облучения в основной группе и в аналогичных по локализации лимфатических узлах контрольной группы (табл. 3).

Данные табл. 3 свидетельствуют, что с очень высокой статистической значимостью ($p = 0,00006$) адъювантная лучевая терапия на 50 % увеличивает 10-летнюю выживаемость без локального прогрессирования в брюшной полости в целом по группам сравнения (рис. 1), причем этот эффект статистически значим во всех представленных в таблице

категориях пациентов, за исключением больных с максимальным размером конгломерата лимфатических узлов 7 см и менее и больных с полной ремиссией в результате химиотерапии.

Теперь рассмотрим, сколь значительно влияние локального эффекта адъювантной лучевой терапии на выживаемость без прогрессирования (табл. 4).

Анализ табл. 4 позволяет констатировать, что 10-летняя выживаемость без прогрессирования в основной группе как минимум в три раза и с высокой статистической значимостью превышает таковую в контрольной группе (рис. 2).

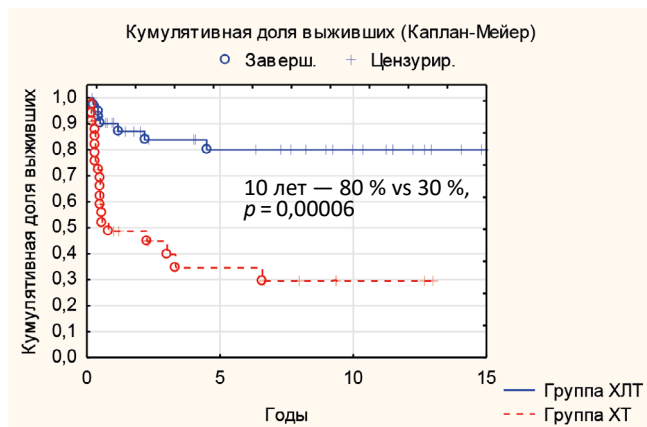


Рис. 1. Выживаемость без локального прогрессирования в основной и контрольной группах

Fig. 1. Survival without local progression in the main and control groups



Рис. 2. Выживаемость без прогрессирования в основной и контрольной группах

Fig. 2. Progression-free survival in the main and control groups

Таблица 4. Выживаемость без прогрессирования (10-летняя) в основной и контрольной группах (жирным шрифтом выделены значения $p < 0,05$)

Table 4. Progression-free survival (10-year) in the main and control groups ($p < 0.05$ in bold)

	10-летняя ВБП в %				p-тест	
	Основная группа (ХЛТ)		Контрольная группа (ХТ)			
	n	%	n	%		
Все пациенты (77)	43	49,6	34	14,2	,0017	
Мужчины	20	35,9	16	15,3	,1173	
Женщины	23	64,1	18	12,4	,0037	
Возраст < 60 лет	30	54,8	20	7,8	,0040	
Возраст ≥ 60 лет	13	39,2	14	26,9	,2080	
Индекс Карновского	90–80	22	48,3	21	9,4	,0057
	70–60	21	51,6	13	17,4	,0487
I–II стадия	7	42,8	4	24,9	,3333	
III–IV стадия	36	51,6	30	11,8	,0035	
Размер наибольшего очага ≤ 7 см	8	44,0	13	11,5	,1328	
Размер наибольшего очага > 7 см	36	50,3	21	14,9	,0133	
Группы риска (по Международному прогностическому индексу FLIPI)	Низкий/промежуточный риск (0–2)	28	57,4	21	13,5	,0016
	Высокий (3–5)	15	34,3	13	16,0	,3786
Цитологический тип (grade)	1–2	22	66,4	21	21,5	,0036
	3A–3B	21	30,6	13	0	,0435
ХТ без ритуксимаба	19	33,9	17	13,8	,0616	
ХТ+ ритуксимаб	24	62,5	17	12,5	,0081	
Эффект химиотерапии	Полная ремиссия	10	40,0	14	23,5	,4828
	Частичная ремиссия, стабилизация	33	54,7	20	7,7	,0006
Эффект всей программы лечения	Полная ремиссия	21	56,4	14	23,5	,1240
	Частичная ремиссия, стабилизация	22	43,6	20	7,7	,0074

Эта тенденция отмечается для всех анализируемых подгрупп больных, но она не достигает статистической значимости в когортах больных мужского пола, в возрасте 60 лет и старше, с I–II стадиями заболевания, больных с размером наибольшего очага 7 см и менее, больных из группы высокого риска, больных не получавших ритуксимаб, больных с полной ремиссией после химиотерапии и больных с полной ремиссией после завершения всей программы лечения (табл. 4).

Обсуждение

Большинство практических руководств рекомендуют химиотерапию в сочетании с иммунотерапией ритуксимабом, либо обинтузумабом для лечения пациентов с симптоматической фолликулярной лимфомой с высокой опухолевой нагрузкой [2, 7], к которым относится и рассматриваемый нами контингент больных. Важно отметить, что в последующем только треть таких пациентов не нуждаются в лечении в течение 10 лет и только при условии длительной поддерживающей иммунотерапии [8]. О недостаточной длительности эффекта химиоиммунотерапии свидетельствует тот факт, что двухлетняя выживаемость без прогрессирования остается важнейшим прогностическим фактором длительной общей выживаемости больных фолликулярной лимфомой [9].

Фолликулярная лимфома с массивным поражением абдоминальных лимфатических узлов, леченная только химиоиммунотерапией, прогностически наиболее неблагоприятна в плане ранних абдоми-

нальных рецидивов, резистентных к химиотерапии и приводящих к быстрой гибели этих пациентов [10]. Сравниваемые нами основная и контрольная группы не вполне эквивалентны, во-первых, по доле именно таких пациентов (табл. 1), а во-вторых, по доле пациентов с полной ремиссией после химиотерапии (табл. 2). Различия эти, хотя и статистически не значимы, однако их векторы направлены в пользу контрольной группы. И, тем не менее, наши данные свидетельствуют о явном преимуществе химиолучевой программы лечения фолликулярной лимфомы данной локализации. Даже на таком ограниченном количестве пациентов показана клиническая значимость и стойкость локального лечебного эффекта химиолучевой терапии: 10-летняя выживаемость без локального прогрессирования при полной ремиссии приближается к 90 %, а при частичной ремиссии и стабилизации — к 70 %. Такая высокая вероятность локального контроля массивных опухолевых очагов в брюшной полости отражается и на 10-летней выживаемости без прогрессирования пациентов группы химиолучевой терапии, которая при полной ремиссии превышает 50 %, а при частичной ремиссии или стабилизации (что еще более важно для практики) в 5 раз превышает этот показатель контрольной группы (44 % vs 8 %, $p = 0,007$). Таким образом, отношение шансов прожить 10 лет без прогрессирования даже для пациента с неполной регрессией массивных опухолевых очагов в брюшной полости после химиолучевой терапии равно 4 к 5, в то время как после химиоиммунотерапии — всего 2 к 23.

Заклучение

У первичных больных нодальной фолликулярной лимфомой абдоминальной и тазовой локализации, чувствительных к химиотерапии, химиолучевая терапия существенно компенсирует низкую эффективность химиоиммунотерапии в отношении массивных опухолевых очагов, что выражается статистически значимо в увеличении доли полных ремиссий, снижении исходно высокого риска субдиафрагмального прогрессирования, и достижении 10-летнего периода, свободного от прогрессирования заболевания у половины пациентов.

Список литературы / References

1. Бабичева ЛГ, Тумян ГС, Кравченко СК. Фолликулярная лимфома. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению злокачественных лимфопрлиферативных заболеваний. Под ред. Поддубной ИВ, Савченко ВГ. М. 2018: 43-52. Babicheva LG, Tumian GS, Kravchenko SK. Follicular lymphoma. Russian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of malignant lymphoproliferative diseases. Ed by Poddubnaya IV and Savchenko VG. Moscow, 2018: 43-52. (In Russ.).
2. Dreyling M, Ghielmini M, Rule S. Newly Diagnosed and Relapsed Follicular Lymphoma: ESMO Clinical Practice Guidelines for Diagnosis, Treatment and Follow-Up. *Ann Oncol.* 2021;32(3):298-308, <https://doi.org/10.1016/j.annonc.2020.11.008>.
3. Фалалеева НА. Фолликулярная лимфома: клиническое и иммунопатогенетическое обоснование рациональной терапии. Дис. докт. мед. наук. М., 2017. 325 с. Falaleeva NA. Follicular Lymphoma: Clinical and Immunopathogenetic Justification of Rational Therapy. *Dis. doct. med. sciences.* Moscow, 2017. 325 p. (In Russ.).
4. Рябчикова ВВ. Оптимизация первой линии терапии агрессивных экстранодальных В-клеточных крупноклеточных лимфом с

первичным поражением желудка или средостения. Дис. канд мед. наук. Санкт-Петербург, 2024. 100 с.

Ryabchikova VV. Optimization of the first line therapy for aggressive extranodal B-cell large cell lymphomas with primary involvement of the stomach or mediastinum. *Dis. cand. med. sciences.* St. Petersburg, 2024. 100 p. (In Russ.).

5. Casulo C, Day B, Dawson KL, et al. Disease characteristics, treatment patterns, and outcomes of follicular lymphoma in patients 40 years of age and younger: an analysis from the National Lymphocare Study. *Ann Oncol.* 2015;26(11):2311-7. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdv375>
6. Cheson BD, Fisher RI, Barrington SF. Recommendations for initial evaluation, staging, and response assessment of hodgkin and non-hodgkin lymphoma: the Lugano classification, *Journal of Clinical Oncology.* 2014;32(27):3059-3067. <https://doi.org/10.1200/jco.2013.54.8800>
7. McNamara C, Montoto S, Eyre TA. The Investigation and Management of Follicular Lymphoma. *British Journal of Haematology.* 2020;191(3):363-81. <https://doi.org/10.1111/bjh.16872>.
8. Bachy E, Seymour JF, Feugier P, et al. Sustained Progression-Free Survival Benefit of Rituximab Maintenance in Patients with Follicular Lymphoma: Long-Term Results of the PRIMA Study. *Journal of Clinical Oncology.* 2019;37(31):2815-24. <https://doi.org/10.1200/jco.19.01073>
9. Cheah CY, Chihara D, Ahmed M, et al. Factors influencing outcome in advanced stage, low-grade follicular lymphoma treated at MD Anderson Cancer Center in the rituximab era. *Annals of Oncology.* 2016;27(5):895-901. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdw026>.
10. Нестерова ЕС, Кравченко СК, Гемджян ЭГ и др. Итоги десятилетнего опыта лечения больных фолликулярной лимфомой. *Гематология и трансфузиология* 2012;57(5):3-8. Nesterova ES, Kravchenko SK, Gemdzian EG, et al. The results of ten years experience treating patients with follicular lymphoma. *Hematology and Transfusiology.* 2012;57(5):3-8. (In Russ.).

Information about the authors

Vladimir M. Sotnikov, <https://orcid.org/0000-0003-0498-314X>

Nikolay V. Nudnov, <https://orcid.org/0000-0001-5994-0468>.

Alina V. Anan'ina, <https://orcid.org/0009-0002-4562-9729>

Вклад авторов

Сотников В.М.: разработка концепции и дизайна статьи, формирование базы данных, написание промежуточного варианта статьи, формулировка результатов и заключения
Нуднов Н.В.: разработка концепции и дизайна статьи, редактирование промежуточного и окончательного варианта статьи
Ананьина А.В.: подбор и анализ литературы по теме статьи, статистическая обработка данных, иллюстративный материал.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Н.В. Нуднов является членом редакционной коллегии журнала «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Информированное согласие

Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 01.04.2026

Принята к публикации: 15.05.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Authors' contributions

Sotnikov V.M.: conceptual design and project articles, database management, writing interim articles by country, formulating results and conclusions.

Nudnov N.V.: concept and design article development, editing of interim and final version of the article.

Anan'ina A.V.: selection and analysis of literature on the topic of the article, statistical processing of data, illustrative material.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Nikolay V. Nudnov is a member of the editorial council of the journal "Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy" but had no role in the decision to publish this article. The article has undergone the journal's established peer-review process. The authors have declared no other conflicts of interest.

Informed consent.

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 01.04.2026

Accepted for publication: 15.05.2026

Published online: 26.06.2026

К ВОПРОСУ О ГОССИПИБОМАХ: 3 КЛИНИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЯ

Лукьянченко А.Б.✉, Никулин М.П., Колобанова Е.С., Романова К.А., Кодзоева Э.Б.

Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

✉ Лукьянченко Александр Борисович, lukalex@mail.ru

РЕФЕРАТ

Под термином «госсипибома» понимают непреднамеренно оставленные в операционной ране инородные тела, чаще всего, тканевого происхождения (марлевые салфетки). Их корректное распознавание в ряде случаев значительно затруднено вследствие внешнего сходства с опухолевыми образованиями. Обычно госсипибомы выявляются через значительные промежутки времени после выполненных ранее оперативных вмешательств, либо в виде случайных находок, либо за счет развития различных осложнений. В статье представлены 3 соответствующих клинических наблюдения пациенток, у которых в анамнезе были полостные операции различного объема, а впоследствии выявлены объемные образования, изначально расцениваемые как опухолевые. Во всех трех случаях диагноз «госсипибома» был установлен интраоперационно и подтвержден морфологически. На примере этих наблюдений подчеркивается важность знания детального анамнеза жизни пациентов и наличия у них детализированной медицинской документации в случаях предшествующего хирургического лечения.

Ключевые слова: госсипибома, текстилома, инородное тело, лучевая диагностика

Для цитирования: Лукьянченко А.Б., Никулин М.П., Колобанова Е.С., Романова К.А., Кодзоева Э.Б. К вопросу о госсипибомах: 3 клинических наблюдения. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):90-97. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-90-97>

ON THE TOPIC OF GOSSYPIBOMAS: 3 CLINICAL CASES

Aleksander B. Lukianchenko✉, Maksim P. Nikulin, Evgenia S. Kolobanova, Ksenia A. Romanova, Elina B. Kodzoeva

N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478

✉ Aleksander B. Lukianchenko, lukalex@mail.ru

ABSTRACT

Gossypiboma (a retained surgical textile) poses significant challenges for preoperative diagnosis as it frequently mimics a tumor. This article presents three clinical cases of female patients in whom mass lesions were detected in the abdominal cavity and pelvis after previous laparotomies. These lesions were initially interpreted as neoplastic lesions. In all cases, the diagnosis of gossypiboma was established only intraoperatively and confirmed histologically. These cases underscore the critical importance of obtaining a thorough surgical history and recognizing characteristic imaging features to include gossypiboma in the differential diagnosis and prevent diagnostic errors.

Key words: gossypiboma, textiloma, retained surgical foreign body, radiologic diagnostics

For citation: Lukianchenko A.B., Nikulin M.P., Kolobanova E.S., Romanova K.A., Kodzoeva E.B. On the Topic of Gossypibomas: 3 Clinical Cases. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):90-97. (In Russ.). <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-90-97>

Введение

Как известно, под термином «госсипибома» (или текстилома) в медицинской литературе подразумевают «забытый» или оставленный в операционном поле тканевой хирургический материал (тампоны, марлевые салфетки, гемостатические губки). Клинически подобные находки в послеоперационном периоде могут либо не проявляться длительное время (годами), либо в скором времени способствовать формированию абсцессов, развитию кишечной непроходимости и фистулообразованию [1, 2].

Корректная диагностика госсипибом нередко бывает значительно затруднена, а запоздалый диагноз может быть проблематичным для пациента [2].

Мы посчитали целесообразным представить 3 соответствующих клинических наблюдения, которые вызывали значительные диагностические трудности на предоперационном этапе.

Наблюдение №1

Пациентка М., 60 лет. При прохождении комплексного обследования по месту жительства при УЗИ среди петель кишечника обнаружено кистозное образование не вполне ясной природы. При отсутствии значимых жалоб, в течение последующего времени (14 месяцев) пациентка к врачам не обращалась. При повторном обследовании по месту жительства заподозрено развитие опухолевого процесса, и пациентка была направлена в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина для консультации и определения тактики возможного лечения.

При поступлении пациентка предъявляла жалобы только на головокружение. В анамнезе: 20 лет назад — холецистэктомия из подреберного и срединного доступа. При осмотре: послеоперационный рубец на передней брюшной стенке — без особенностей, живот мягкий, безболезненный, симметричный,

не вздут, участвует в акте дыхания. Перитонеальных симптомов нет. Перистальтика активная. В общем и биохимическом анализе крови — без особенностей.

При дополнительном КТ-исследовании брюшной полости с внутривенным контрастированием обнаружено следующее: в левой половине мезогастральной области — округлое кистозное образование около 5×4,5×4,5 см с довольно четкими, ровными контурами и неоднородной внутренней структурой за счет маловыраженного, пристеночного, аморфного, солидного компонента (рис. 1 а-г — головки стрелок), а также жидкостных и жировых элементов, единичных мелких кальцинатов (рис. 1 а-б — тонкие стрелки). При внутривенном контрастировании отмечалось маловыраженное усиление внутренней структуры образования: нативно +17НУ, в АФ +36НУ, в ВФ +41НУ, в ОФ +39НУ. Заключение: КТ-картина выявленного образования неоднозначна, следует

дифференцировать между опухолью брыжейки тонкой кишки и кистой.

Других патологических образований в грудной клетке, брюшной полости и полости таза не выявлено.

Результаты полного обследования пациентки обсуждены на мультидисциплинарном консилиуме, рекомендована лапароскопическая резекция тонкой кишки.

При оперативном вмешательстве: в брюшной полости — умеренно выраженный спаечный процесс после перенесенной ранее холецистэктомии. В левой мезогастральной области — конгломерат, вовлекающий в себя несколько петель тонкой кишки. В ее брыжейке пальпировалось округлое опухолевидное образование (около 6 см в диаметре) мягкоэластической консистенции, к которому подаяны петли тонкой кишки. При попытке выделения данных петель от выявленного новообразования установлена их

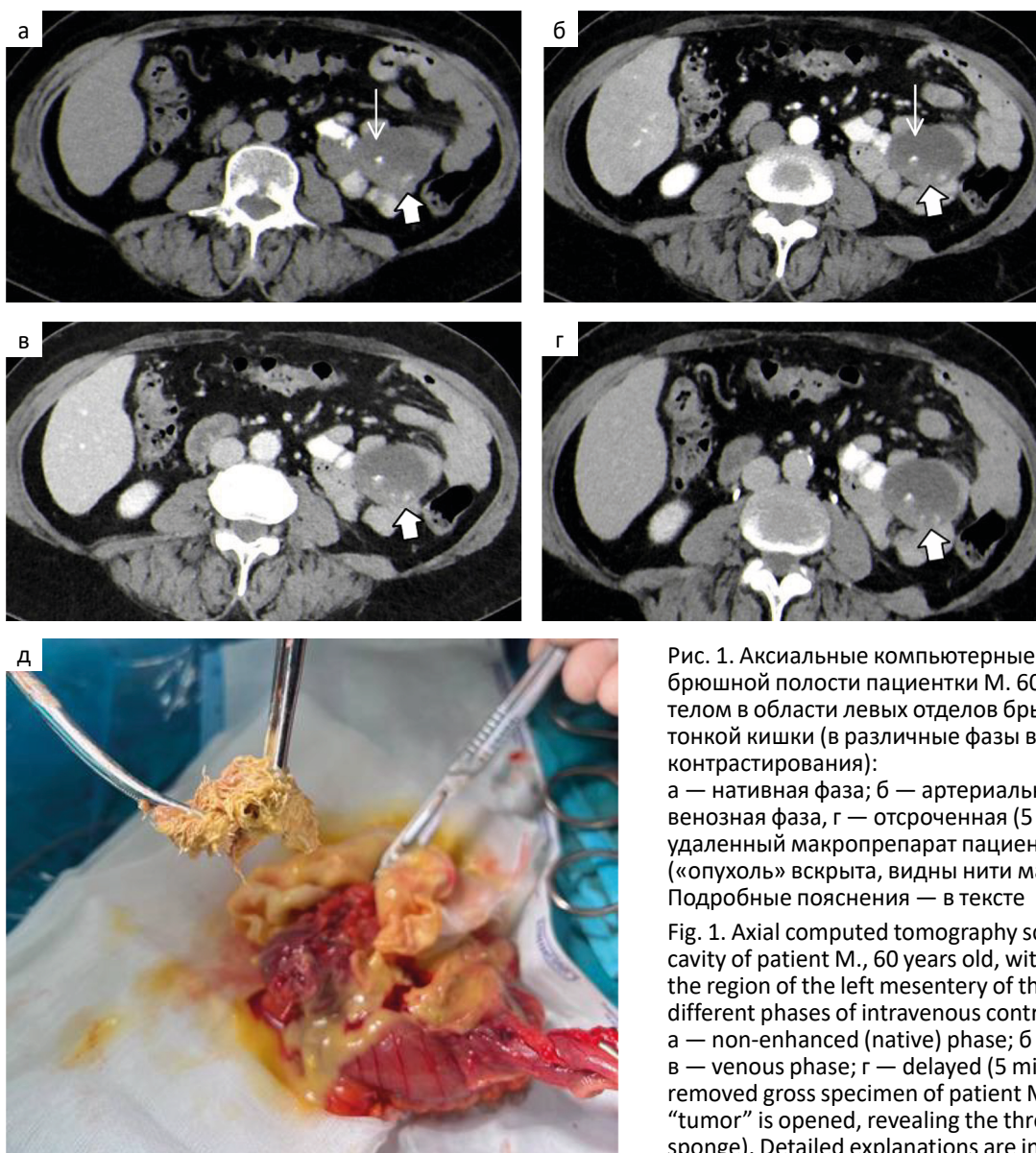


Рис. 1. Аксиальные компьютерные томограммы брюшной полости пациентки М. 60 лет с инородным телом в области левых отделов брыжейки тонкой кишки (в различные фазы внутривенного контрастирования): а — нативная фаза; б — артериальная фаза; в — венозная фаза, г — отсроченная (5 мин) фаза; д — удаленный макропрепарат пациентки М. 60 лет («опухоль» вскрыта, видны нити марлевой салфетки). Подробные пояснения — в тексте

Fig. 1. Axial computed tomography scans of the abdomen cavity of patient M., 60 years old, with a foreign body in the region of the left mesentery of the small intestine (in different phases of intravenous contrast investigation): а — non-enhanced (native) phase; б — arterial phase; в — venous phase; г — delayed (5 min) phase; д — the removed gross specimen of patient M., 60 years old (the "tumor" is opened, revealing the threads of a gauze sponge). Detailed explanations are in the text

интимная взаимосвязь, поэтому исходная локализация процесса была не вполне ясна: опухоль кишки? вращение? Выполнена мобилизация конгломерата с пересечением брыжейки тонкой кишки и последующее выведение его в минилапаротомную рану. Установлено, что в конгломерат вовлечены три петли тонкой кишки. Выполнено удаление опухолевидного образования с резекцией 3 участков тонкой кишки.

При морфологическом исследовании: макроскопически — препарат представлен петлями тонкой кишки со сформированной между ними полостью, заполненной грязножелтым содержимым, среди которого обнаружена осумкованная марлевая салфетка. Диаметр полости — 5 см, внутренняя поверхность гранулярная (рис. 1д). Микроскопически: фрагменты стенки тонкой кишки с наличием сформированной гранулемы рассасывания инородных тел со стороны серозной поверхности, среди которых определяются остатки волокнистого материала (салфетка). Заключение: госсипибома со сформированной гранулемой рассасывания инородных тел.

Послеоперационный период — без особенностей и пациентка была выписана домой под наблюдение врача.

Наблюдение № 2

Пациентка Д. 55 лет предъявляла жалобы на неопределенного характера боли внизу живота, появившиеся около 2 мес. назад (в начале 2022 г.). Из анамнеза: по месту жительства, по поводу растущей миомы матки в 2008 г. выполнена супрацервикальная гистерэктомия без придатков (т.е. 14 лет назад до момента обращения в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина). Послеоперационный период — без осложнений. В 2014 г. там же по поводу фолликулярной кисты яичника произведена двухсторонняя овариоэктомия. Послеоперационный период протекал также без осложнений. Контрольное УЗИ выполнено лишь однократно в 2015 г. — какой-либо патологии выявлено не было.

При появлении упомянутых выше болей внизу живота пациентка обратилась к гинекологу по месту жительства. При контрольном УЗИ в полости малого таза было выявлено гипоехогенное объемное образование размерами около 10×7×8 см с нечеткими, неровными контурами и неоднородной внутренней структурой, с кровотоком по периферии. Дифференциальный диагноз по данным УЗИ предполагал новообразование малого таза неясной природы или серозоцеле.

Для дообследования и уточнения характера процесса пациентка была направлена в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, при поступлении особых жалоб она не предъявляла.

Гинекологический статус: слизистая вульвы и влагалища не изменены, гипотрофичны, культя шейки матки небольших размеров, покрыта нормальным

атрофическим эпителием со следами послеродовых разрывов, атрезия цервикального канала. В задних отделах правой половины таза определялось нечеткое уплотнение не менее 5–6 см в диаметре.

Онкомаркеры: СА-125, СА 19-9, раковый эмбриональный антиген — в норме.

При КТ с внутривенным контрастированием — в правых отделах полости таза определялось объемное образование округлой формы размерами до 8×6,5 см, солидной структуры, накапливающее контрастный препарат по периферии (рис. 2а — стрелки). Образование тесно прилежало (исходило?) из правых отделов культи матки. По контуру образования были распластаны прямая кишка и правые наружные и внутренние подвздошные сосуды (при сохранении жировых прослоек между ними). Окружающая образование жировая клетчатка была не уплотнена. Увеличенных лимфатических узлов в полости таза не обнаружено. Мочевой пузырь равномерно заполнен, утолщения его стенок не выявлено. Прямая кишка без явной патологии. Параректальная клетчатка — без особенностей. Заключение: новообразование малого таза неопределенного характера, вероятно связанное с культей матки. Рекомендуются дообследование — МРТ с внутривенным контрастированием.

При дополнительной МРТ области таза с внутривенным контрастированием: вдоль правой стенки таза определялось массивное образование размерами около 9×6,5×8 см с четкими, ровными контурами и неоднородной внутренней структурой (рис. 2б — стрелки) без признаков ограничения диффузии (рис. 2 ж-з — стрелки). Можно было отметить, что внутренняя структура образования представлялась в виде закрученных линейных элементов (рис. 2 б-г — головки стрелок). Выявлялось сравнительно равномерное накопление МР-контрастного препарата по периферии данного образования (рис. 2 д-е — стрелки), но без явных признаков инфильтрации окружающих тканей.

В зоне произведенных ранее хирургических вмешательств и в области культи шейки матки на фоне фиброзных изменений — без видимых признаков наличия дополнительных (патологических) образований. Стенки влагалища — без особенностей. Мочевой пузырь, прямая и сигмовидная кишка — без явных патологических изменений. Увеличенных лимфатических узлов в полости таза не выявлено. Заключение: МРТ-картину образования в полости таза следует дифференцировать между опухолевым процессом и госсипибомой.

При учете всех полученных данных на мультидисциплинарном консилиуме принято решение о выполнении хирургического вмешательства.

При срединной лапаротомии и ревизии в малом тазу в прикультевой области (больше справа) определялось объемное образование около 10 см в диаметре, прикрытое плотно спаянными с ним петлями

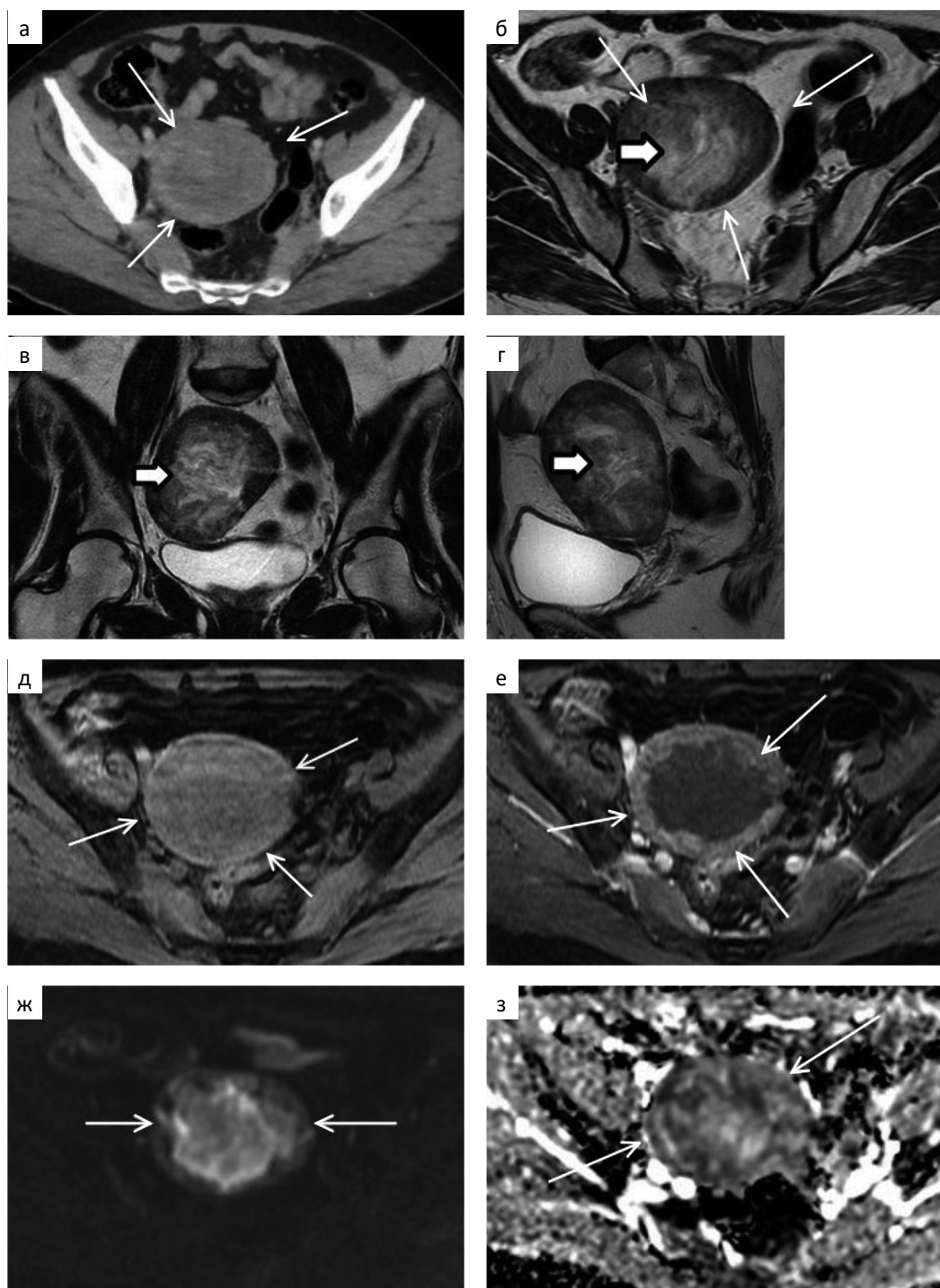


Рис. 2. а — Аксиальная компьютерная томограмма таза пациентки Д., 55 лет с госсипибомой в венозную фазу внутривенного контрастирования; б-з — МР-томограммы таза: б — T_2 -аксиальная проекция; в — T_2 -корональная проекция, г — T_2 -сагиттальная проекция; д, е — T_1 -аксиальные проекции: д — нативная фаза; е — артериальная фаза внутривенного контрастирования; ж, з — диффузионно-взвешенные МР-томограммы: ж — с b-фактором 50 с/мм²; з — ИКД-карта.
Подробные пояснения — в тексте

Fig. 2. a — Axial computed tomography scan of the pelvis of patient D., 55 years old with a gossypiboma in the venous phase of the investigation; б-з — MR images of the pelvis. б — T_2 -weighted axial image; в — T_2 -weighted coronal image; г — T_2 -weighted sagittal image; д, е — T_1 -weighted axial images: д — non-enhanced phase; е — arterial phase of the investigation; ж, з — Diffusion-weighted MR images: ж — with a b-factor of 50 sec/mm²; з — ADC map.
Detailed explanations are in the text

тонкой и сигмовидной кишок, а также нижним краем большого сальника. Образование без особых технических трудностей удалено.

При морфологическом исследовании удаленного макропрепарата: макроскопически — фрагмент ткани овоидной формы размерами 9,5×7×5,5 см, с наличием жировой клетчатки на одном из его полюсов, на разрезе образования — волокнистая ткань. Микроскопически: в исследованном материале определялись фрагменты волокнистой соединительной ткани с наличием инородного материала с перифокальной воспалительной инфильтрацией с примесью гигантских многоядерных клеток и очагами некроза. Элементов с атипичной морфологией в пределах исследованного материала не обнаружено. Заключение: госсипибома.

Послеоперационный период протекал без особенностей и пациентка была выписана под наблюдение хирурга по месту жительства.

Наблюдение № 3

Пациентка К. 56 лет. Из анамнеза: около 2 мес. назад (в начале 2025 г.) появились боли в левой половине живота, там же обнаружила у себя болезненное образование. Через несколько дней повысилась температура до 37,6 °С, в связи с чем пациентка обратилась за медицинской помощью по месту жительства. Была осмотрена хирургом и назначено обследование. При КТ брюшной полости — в области корня брыжейки тонкой кишки выявлено объемное, округлой формы образование общими размерами до 5×4 см, с неоднородной внутренней структурой и отчетливо определяемой, неравномерной толщины капсулой (рис. 3 а,б — стрелки). Расположенные рядом петли тонкой кишки не изменены. Заключение: КТ-картина опухолевого образования брюшной полости, возможно, десмоид. Рекомендована морфологическая верификация. Произведенная биопсия была неинформативна. Для обследования и лечения пациентка направлена в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

При поступлении пациентка предъявляла жалобы на наличие болезненного объемного образования в брюшной полости. В анамнезе — неоднократные оперативные вмешательства по различным поводам: резекция кисты правого яичника (1988 г.), аппендэктомия (1991 г.), ушивание пупочной грыжи (1994 г.), ампутация матки с левым придатком по поводу миомы (2023 г.).

При контрольном КТ-исследовании брюшной полости с внутривенным контрастированием: в левых отделах брыжейки тонкой кишки определялся опухолевидный узел размерами около 6×5,5 см (рис. 3 а,б,в — стрелки), который на отдельных срезах тесно прилежал к петле тощей кишки. Отмечена активная васкуляризация периферических отделов узлового образования (рис. 3б — стрелки), где прослеживались мелкие мезентериальные

артериальные ветви (рис. 3г — стрелки). Центральные отделы образования были менее васкуляризированы. Узел «подтягивал» кишечные сосудистые ветви, вдоль которых определялись мелкие лимфатические узелки до 0,5 см (по короткой оси). Заключение: КТ-картина опухолевого узла в корне брыжейки тонкой кишки, в первую очередь следует исключить нейроэндокринную опухоль (НЭО), менее вероятно гастроинтестинальная стромальная опухоль (ГИСО).

При обсуждении всех полученных данных на мультдисциплинарном консилиуме принято решение об оперативном вмешательстве с предварительным диагнозом гастроинтестинальная стромальная опухоль тонкой кишки сT₃N₀M₀, II стадия.

При лапаротомии: в брюшной полости — умеренный спаечный процесс после перенесенных ранее операций. В корне брыжейки тонкой кишки пальпировалось округлой формы плотное белесоватое узловое образование размерами 6×7×5 см, при этом создавалось впечатление о наличии жидкости внутри него. Узел мобилизован вместе с брыжейкой тонкой кишки. Удаленный макропрепарат: узловое образование (с толстой капсулой белого цвета) с брыжейкой и тонкой кишкой, при его вскрытии выделилось около 40 мл мутной жидкости белого цвета, внутри — рыхлый детрит с элементами белесоватых волокон: хронический абсцесс? госсипибома? (рис. 3 д, е).

При морфологическом исследовании удаленного макропрепарата: макроскопически — плотновато-эластичное образование округлой формы размерами 9×7×5 см, белесовато-сероватого цвета с шероховатой поверхностью (рис. 3д), на разрезе с полостью размерами 8,5×6,5×4,5 см, внутренние стенки которой белесовато-сероватые, шероховатые, с фрагментами белесоватых волокон, напоминающих марлеву ткань, с рыхлыми наложениями детрита (рис. 3е). Микроскопически — фрагменты кистозной полости представлены грубоволокнистой соединительной и жировой тканью с диффузно-очаговой лимфо-лейкоцитарной инфильтрацией и примесью плазмоцитов, макрофагальной инфильтрацией, скоплениями ксантомных клеток, гигантских многоядерных клеток типа «клеток инородных тел» с формированием гранулем, с участками жирового некроза, полнокровием сосудов, участками кровоизлияний и грануляционной ткани различной степени зрелости.

Заключение: в брыжейке тонкой кишки выраженное хроническое неспецифическое воспаление, с формированием «капсулы» из грубоволокнистой соединительной и жировой ткани, с грануляционной тканью различной степени зрелости — госсипибома. Опухолевого роста в исследуемом материале не выявлено. Послеоперационный период без особенностей. Пациентка была выписана под наблюдение хирурга по месту жительства.

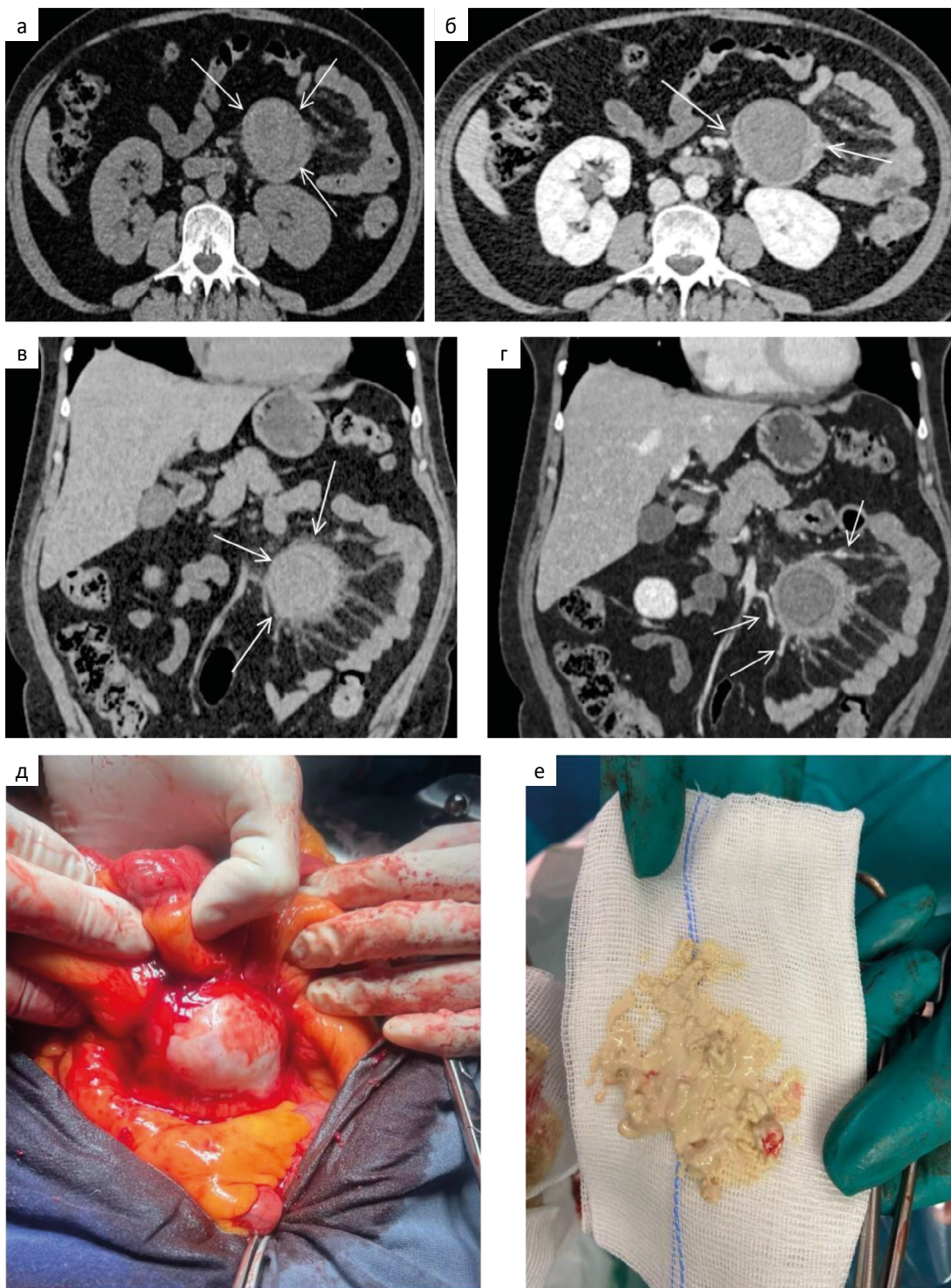


Рис. 3. Аксиальные (а, б) и фронтальные (в, г) компьютерные томограммы пациентки К. 55 лет с госсипомой брюшной полости (в различные фазы внутривенного контрастирования).

а, в — нативная фаза; б, г — венозная фаза; д, е — интраоперационные фото пациентки К. 55 лет

Fig. 3. Axial (a, b) and frontal (coronal) (в, г) computed tomography scans of patient K., 55 years old, with an intra-abdominal gossypiboma (in different phases of intravenous contrast investigation).

а, в — Non-enhanced phase; б, г — Venous phase; д, е — intraoperative photos of patient K., 55 years old

Обсуждение

Согласно литературным данным, наиболее часто госсипибомы выявляются в брюшной полости, но могут быть обнаружены и в других анатомических областях, например, в грудной клетке или области таза [1, 2]. Точных сведений о частоте выявления в послеоперационном периоде таких «забытых» или оставленных в брюшной полости инородных тканях найти в литературе по понятным причинам невозможно. Но можно упомянуть о публикации Manzella et al, в которой сообщается о примерно одном таком случае на 1000–1500 абдоминальных операций [2].

Реакция организма на госсипибомы может проявляться экссудацией (в раннем послеоперационном периоде) или асептическим фиброзом в виде инкапсуляции с формированием гранулемы в более поздние сроки. Госсипибомы могут манифестировать внутрибрюшными образованиями неопределенного характера, что может обуславливать выполнение неоправданных биопсий и других манипуляций, а их субъективные и объективные проявления могут быть самыми различными: абдоминальные боли, пальпируемые образования, тошнота, рвота и даже кишечная непроходимость [1, 2].

При визуализирующих методах диагностики госсипибомы могут напоминать послеоперационные скопления жидкости, опухоли или рецидивы опухолевого процесса (при контрольных исследованиях после произведенного оперативного вмешательства) [3, 6, 8].

Можно упомянуть, что часть гемостатических губок или салфеток может быть распознана радиологически за счет специальных рентгеноконтрастных маркеров.

Многие авторы считают КТ методом выбора для диагностики госсипибом, которые обычно отображаются низкоплотными (мягкотканными) образованиями с неоднородной внутренней структурой (возможно, с мелкими пузырьками газа) и уплотненной наружной стенкой, которая усиливается при внутривенном контрастировании. В толще такой стенки могут наблюдаться мелкие кальцинаты. В ряде наблюдений внутренняя структура госсипибом представляется в виде закрученных линейных элементов (за счет марлевых салфеток). Для гемостатических губок характерна губчатая структура с упомянутыми пузырьками газа, расположенными периферически или центрально. Такие пузырьки газа (стерильные) могут наблюдаться длительное время [1–3].

КТ-проявления госсипибом могут быть неотличимы от проявления внутрибрюшных абсцессов, вследствие этого их дифференциальная диагностика нередко бывает значительно затруднена [1–3]. В сложных диагностических случаях важное значение имеет знание детального анамнеза пациента, а именно, сведений о перенесенных им ранее полостных операциях по различным поводам [1, 3].

При МРТ госсипибомы могут выглядеть как мягкотканые образования с отчетливой капсулой и неоднородной внутренней структурой, в ряде случаев, также «линейно закрученной» за счет марлевых салфеток. Интенсивность отображения госсипибом зависит от особенностей их структуры, в частности, наличия жидкостных элементов [1, 2, 6].

Описаны также и отдельные случаи применения ПЭТ/КТ для диагностики госсипибом [4].

В отечественной литературе одной из первых публикаций на обсуждаемую тему, которую нам удалось найти, вероятно, была статья Араблинского А.В. и соавт. (1992) [5].

Относительно представленных нами наблюдений, можно заметить, что у всех 3 пациенток в анамнезе были серьезные оперативные вмешательства, у двух из них — неоднократные, у третьей — однократное, причем у всех трех — в достаточно отдаленные сроки до момента выявления обсуждаемых образований.

Отмеченные трудности корректной дооперационной диагностики госсипибом были связаны, на наш взгляд, с одной стороны, с недооценкой соответствующего анамнеза и отсутствием надежных признаков распознавания подобных инородных элементов, с другой стороны, с известным разнообразием отображения неорганических опухолей брюшной полости и, в частности, забрюшинных [7].

Дифференциальная диагностика в первом из представленных наблюдений осложнялась кистозной структурой образования с наличием в ней разнородных элементов (мягкотканых, жидкостных, жировых и единичных кальцинатов), а также мало выраженным усилением упомянутой внутренней структуры при внутривенном контрастировании. Поэтому избежать диагностической ошибки в этом наблюдении оказалось затруднительным.

Во втором из представленных наблюдений дифференциально-диагностический ряд включал вероятность наличия госсипибомы за счет своеобразия отображения при МРТ внутренней структуры выявленного образования.

В третьем наблюдении основной причиной переоценки характера узлового образования (в корне брыжейки тонкой кишки) можно считать активную васкуляризацию его периферических отделов, а также наличие мелких уплотненных регионарных лимфатических узлов.

Общеизвестно, что детальный анамнез жизни и анамнез заболевания могут иметь ключевое значение при установлении корректного диагноза у многих пациентов. Немаловажное значение имеет также и соответствующая детализированная медицинская документация в случаях предшествующего хирургического лечения. Существенное значение может иметь и осведомленность пациентов о характере и особенностях перенесенных оперативных вмешательств. При отсутствии необходимой информации

диагностический процесс может быть крайне затруднен [3].

Кроме того, как известно, диагностические возможности визуализирующих методов исследования — УЗИ, КТ, МРТ, ПЭТ/КТ и классической ангиографии — не безграничны при оценке характера аваскулярных объемных образований практически в любой анатомической области.

Заключение

Корректное распознавание госсипибом представляется вполне возможным при обязательном учете особенностей анамнеза пациентов (наличия перенесенных ими полостных оперативных вмешательств) и относительно характерных проявлениях этих инородных образований при упомянутых выше диагностических процедурах (наличие выраженной периферической фиброзной капсулы и аваскулярность их внутренней структуры). Именно эти факты могут позволить включать в дифференциально-диагностический ряд вероятность наличия госсипибом в сложных для уверенной диагностики случаях [2, 3].

Список литературы / References

1. O'Connor AR, Coakley FV, Meng MV, et al. Retained Surgical Sponges in the Abdomen and Pelvis. *American Journal of Roentgenology*. 2003;180:481-9. <https://doi.org/10.2214/ajr.180.2.1800481>. PMID: 12540456.
2. Manzella A, Filho PB, Albuquerque E, et al. Imaging of Gossypibomas: Pictorial Review. *American Journal of Roentgenology*. 2009;193:S94-S101. <https://doi.org/10.2214/ajr.07.7132>. PMID: 19933682.
3. Беленькая ОИ, Юдин АЛ. Варианты КТ-картины госсипибомы. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2012;6(3):13-8.

Вклад авторов

А.Б. Лукьянченко — сбор и обработка клинического материала, написание статьи
М.П. Никулин — оперирующий хирург, редактирование статьи
Е.С. Колобанова — сбор клинического материала
К.А. Романова — редактирование и оформление окончательного варианта статьи
Э.Б. Кодзоева — обзор литературы, оформление иллюстративного материала.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информированное согласие. Пациенты подписали информированное согласие на публикацию данных.

Поступила: 29.12.2025

Принята к публикации: 25.12.2025

Опубликована online: 26.06.2026

Belen'kaya OI, Yudin AL. Variants of CT Presentation of a Gossypiboma. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2012;6(3):13-8. <https://doi.org/10.25512/DIR.2012.06.3.02>. (In Russ.).

4. Огнерубов НА, Антипова ТС. Особенности ПЭТ/КТ диагностики госсипибом. *Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки*. 2017;22(6):1431-6. Ognierubov NA, Antipova TS. Features of PET/CT Diagnosis of Gossypiboms. *Tambov University Review. Series: Natural and Technical Sciences*. 2017;22(6):1431-6. <https://doi.org/10.20310/1810-0198-2017-22-6-1431-1436>. (In Russ.).
5. Араблинский АВ, Рослов АЛ, Легостаева ТБ и др. Ультразвуковое исследование и компьютерная томография в обнаружении «забытых» марлевых хирургических материалов. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 1992;(2):16-19. Arablinsky AV, Roslov AL, Legostaeva TB, et al. Ultrasonography and Computed Tomography in the Detection of "Forgotten" Surgical Gauze Materials. *Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 1992;(2):16-19. (In Russ.).
6. Kim CK, Park BK, Ha H. Gossypiboma in abdomen and pelvis: MRI findings in four patients. *Amer J Roentgenol*. 2007;189:814-7. <https://doi.org/10.2214/ajr.07.2323>. PMID: 17885050.
7. Медведева БМ, Колобанова ЕС. Лучевая диагностика забрюшинных неорганных опухолей. Москва, 2024. 160 с. Medvedeva BM, Kolobanova ES. Radiation Diagnosis of Retroperitoneal Non-Organ Tumors. Moscow, 2024. 160 с. <https://istina.msu.ru/publications/book/693581502>. (In Russ.).
8. Ясногородский ОО, Пинчук ТП, Качикин АС и др. Госсипибом брюшной полости. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*, 2016;5:91-94. Yasnogorodskiy OO, Pinchuk TP, Kachikin AS, et al. Abdominal gossypiboma. *Pirogov Russian Journal of Surgery*. 2016;(5):9194. <https://doi.org/10.17116/hirurgia2016591-94> (In Russ.).

Information about the authors:

Aleksander B. Lukianchenko, <https://orcid.org/0000-0002-7021-6419>

Maksim P. Nikulin, <https://orcid.org/0000-0002-9608-4696>

Evgenia S. Kolobanova, <https://orcid.org/0000-0002-1563-0983>

Ksenia A. Romanova, <https://orcid.org/0000-0002-8938-3313>

Elina B. Kodzoeva, <https://orcid.org/0009-0005-3596-3661>

Authors' contributions

A.B. Lukianchenko: data collection and processing, writing the article.

M.P. Nikulin: attending surgeon, editing the article

E.S. Kolobanova: data collection

K.A. Romanova: editing the article, preparing the final version of the article for publication

E.B. Kodzoeva: collection the literature, preparing the images

E.B. Kodzoeva: collection the literature, preparing the images

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interest.

Informed consent

The patients signed informed consent for the publication of the data.

Received: 29.12.2025

Accepted for publication: 25.12.2025

Published online: 26.06.2026

СИНДРОМ ВАН НЕКА-ОДЕЛЬБЕРГА. СЕРИЯ СЛУЧАЕВ ИЗ ПРАКТИКИ

Прохоров С.Н.¹✉, Кочергина Н.В.^{1,2}, Рыжков А.Д.^{1,2}, Крылов А.С.¹, Блудов А.Б.¹, Николаева Е.А.¹

¹ Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478, Москва, Каширское шоссе, 24

² Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России; Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1

✉ Прохоров Сергей Николаевич, s89158456042@gmail.com, +79158456042

РЕФЕРАТ

Цель: Продемонстрировать рентгенорадиологические проявления редкого доброкачественного состояния детского возраста.

Материалы и методы: В исследование вошли 7 пациентов онкологического профиля, обследованных с целью исключения метастатического поражения костей. Выборка была сформирована за 2024 и 2025 гг. Всем пациентам была проведена остеосцинтиграфия, дополненная ОФЭКТ/КТ.

Результаты: Во всех случаях наблюдались классические проявления состояния, описанные в литературных источниках.

Заключение: В первую очередь ввиду своей редкости синдром может вызывать затруднения в дифференциальной диагностике с другими состояниями, в том числе злокачественными. Повышение осведомленности поможет избежать ненужных лечебных и диагностических вмешательств.

Ключевые слова: ОФЭКТ/КТ, КТ, ОСГ, МРТ, онкология, остеохондропатия

Для цитирования: Прохоров С.Н., Кочергина Н.В., Рыжков А.Д., Крылов А.С., Блудов А.Б., Николаева Е.А. Синдром Ван Нека-Одельберга. Серия случаев из практики. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2026;9(2):98-103. <https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-98-103>

VAN NECK-ODELBERG SYNDROME. CASE SERIES

Sergey N. Prokhorov¹✉, Nataliya V. Kochergina^{1,2}, Aleksey D. Ryzhkov^{1,2}, Aleksandr S. Krylov¹, Aleksandr B. Bludov¹, Ekaterina A. Nickolaeva¹

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1, p. 1, Barricadnaya Str., Moscow, Russia 125993

✉ Prokhorov Sergei Nickolaevich, s89158456042@gmail.com, +79158456042

ABSTRACT

Purpose: To demonstrate radiological manifestations of a rare benign disease of childhood.

Materials and Methods: The study included 7 cancer patients examined to rule out bone metastases. The sample was collected in 2024 and 2025. All patients underwent bone scans, supplemented by SPECT/CT.

Results: In all cases, classic manifestations of the condition described in the literature were observed.

Conclusion: Primarily due to its rarity, the syndrome can be challenging to differentiate from other conditions, including malignancies. Raising awareness will help avoid unnecessary treatment and diagnostic interventions.

Key words: SPECT/CT, CT, MRI, bone scan, oncology, osteochondropathy

For citation: Prokhorov S.N., Kochergina N.V., Ryzhkov A.D., Krylov A.S., Bludov A.B., Nickolaeva E.A. Van Neck-Odelberg Syndrome. Case Series. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2026;9(2):98-103. (In Russ.).

<https://doi.org/10.37174/2587-7593-2026-9-2-98-103>

Введение

Синдром Ван-Нека-Одельберга — состояние, обусловленное атипичной оссификацией седалищно-лонного синхондроза. Впервые данное явление было описано Ван-Неком и Одельбергом в 1924 и 1923 гг. соответственно, как отек и деминерализацию седалищно-лонного сочленения, назвав это «седалищно-лонным остеохондритом» [1]. В настоящее время данные состояние относят к варианту нормы [2, 3]. Седалищно-лонный синхондроз — это непрерывное, временное соединение нижних отделов седалищных и задних отделов лонных костей, характерное для детского и подросткового возраста, впоследствии подвергается окостенению и переходит в синостоз. Обычно сращение седалищной и лонной костей про-

исходит без каких-либо клинических симптомов, однако в отдельных случаях может наблюдаться боль в бедре, паховой и/или ягодичной области, ограничение движения тазобедренного сустава и хромота [4-6]. Результаты биопсии свидетельствовали о наличии воспалительной инфильтрации [2]. Симптомы неспецифичны, дифференциально-диагностический ряд крайне широк и включает в себя остеомиелит, стресс-перелом, посттравматический остеолит и опухолевые образования [7]. Возрастное распределение — от 3,5 до 16 лет, половая предрасположенность отсутствует [8, 9]. Чаще синдром наблюдается с левой стороны, что объясняют особенностями перераспределения нагрузки между доминантной и недоминантной нижними конечностями [8].

Таблица 1. Общая характеристика пациентов
General characteristics of patients

Пол	Возраст	Локализация	Жалобы	Цель проведения исследования	Первый метод диагностики, по которому заподозрили изменения
М	9	Слева	—	Первичная диагностика	ОСГ
Ж	14	Слева	—	Контроль	ОСГ
Ж	6	Слева	—	Контроль	ОФЭКТ/КТ
Ж	16	Справа	—	Контроль	ОСГ
М	6	Слева	—	Первичная диагностика	ОФЭКТ/КТ
Ж	10	Справа	—	Контроль	ОФЭКТ/КТ
Ж	6	Слева	Боль в нижней конечности	Первичная диагностика	ОФЭКТ/КТ

Семиотические проявления при рентгенографических методах исследования включают в себя увеличение размеров синхондроза с рентгенопрозрачной областью сочленения, гиперостоз, склероз и периферическую деминерализацию костной ткани [9]. При МРТ изменения сигнала будут обусловлены в первую очередь отеком костного мозга, иногда может наблюдаться отек прилежащих мягких тканей. Таким образом, на T₂-ВИ, T₂-ВИ с жироподавлением, T₁-ВИ с контрастным усилением будет наблюдаться повышение сигнала, а на T₁-ВИ — понижение [7]. Может наблюдаться повышенное накопление ¹⁸F-ФДГ при ПЭТ/КТ и остеотропного радиофармпрепарата (РФП) при остеосцинтиграфии и ОФЭКТ/КТ [10].

Материалы и методы

В исследование вошли 7 пациентов онкологического профиля в возрасте от 6 до 16 лет, в выборке преобладали представительницы женского пола — 5 против 2 представителей мужского пола. Каждый пациент, либо его представитель был опрошен на предмет наличия травм в анамнезе.

Обследование пациентов проводилось в два этапа на гибридной гамма-камере Discovery 670 DR (GE). Активность вводимого РФП составляла 5 МБк/кг. Эффективная доза внутреннего облучения варьировала — от 0,8 до 4,2 мЗв. Первый этап был представлен планарной сцинтиграфией всего тела спустя три часа после внутривенного введения остеотропного РФП ^{99m}Tc-фосфотех. Сканирование проводилось в положении лежа на спине с применением коллиматора низких энергий фотонного излучения с высоким разрешением (LEHR). Регистрация импульсов проводилась в энергетическом окне 140 кэВ. Продолжительность исследования составила 17 мин при скорости перемещения стола 15 см/мин.

Вторым этапом проводили ОФЭКТ/КТ выбранной зоны, после чего получали эмиссионные радионуклидные и трансмиссионные рентгеновские компьютерные томограммы. Конфигурация 16-срезовой

КТ системы: толщина среза: при коллимации 10 мм 0,625–10 мм, при коллимации 20 мм 1,25–10 мм; шаг спирали 0,625–10 мм; размер фокусного пятна: малое фокусное пятно 0,7 мм (ш)×0,6 мм (д)/7° (IEC60336:2005), большое фокусное пятно 0,9 мм (ш)×0,9 мм (д)/7° (IEC60336:2005). Эффективная доза внешнего облучения от КТ рассчитывалась по формуле $E = \text{CTDI} \times L \times K_1 \times K_2$, где CTDI — объемный взвешенный индекс дозы, L — длина сканирования в см, K₁ — поправка на возраст пациента, K₂ — поправка на область исследования (см. МУ 2.6.1.3151-13). Эффективная доза внешнего облучения составила до 4 мЗв.

Результаты и обсуждение

В 5 из 7 случаев состояние наблюдалось с левой стороны, что согласуется с литературными данными. В одном случае пациент предъявлял жалобы на боль в нижней конечности с той же стороны, остальные пациенты не озвучивали жалобы, которые могли бы быть связаны с обсуждаемым процессом.

Полный цикл развития и инволюции с точки зрения остеометаболической активности может укладываться в один год (рис. 1).

Клиническое наблюдение № 1

Пациентка 12 лет с новообразованием левой лопатки, жалобы на боль в той же области, другие жалобы отсутствовали на всем периоде наблюдения. При наблюдении в течение двух лет наблюдалось последовательное появление и исчезновение очага гипераккумуляции остеотропного РФП в области нижней ветви левой лонной кости без какого-либо воздействия (рис. 1). На этапе его появления было подозрение в отношении проявлений метастатического поражения, для уточнения была выполнена ОФЭКТ/КТ (рис. 2).

Обсуждаемое состояние также может быть обнаружено случайно, как и произошло в следующем клиническом случае.

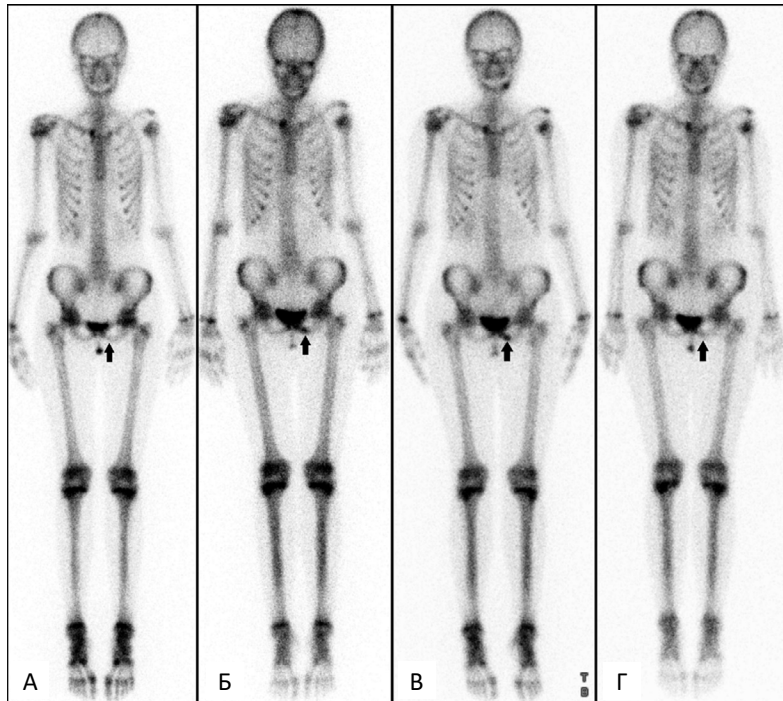


Рис. 1. Остеосцинтиграммы в передней проекции. А. 02.02.24 г. — накопление РФП в области интереса в рамках околофоновых значений; Б — 17.07.24 г. — появление очага гипераккумуляции РФП в области нижней ветви левой лонной кости; В — 14.11.24 г. — некоторое увеличение интенсивности накопления РФП; Г — 15.04.25 г. — снижение интенсивности накопления РФП до околофоновых значений

Fig. 1. Bone scans in anterior projection. А — 02.02.24 — accumulation of radiopharmaceuticals in the area of interest within the near-background values; Б — 17.07.24 — appearance of a focus of radiopharmaceutical hyperaccumulation in the area of the inferior branch of the left pubic bone; В — 14.11.24 — some increase in the intensity of radiopharmaceutical accumulation; Г — 15.04.25 — decrease in the intensity of radiopharmaceutical accumulation to near-background values

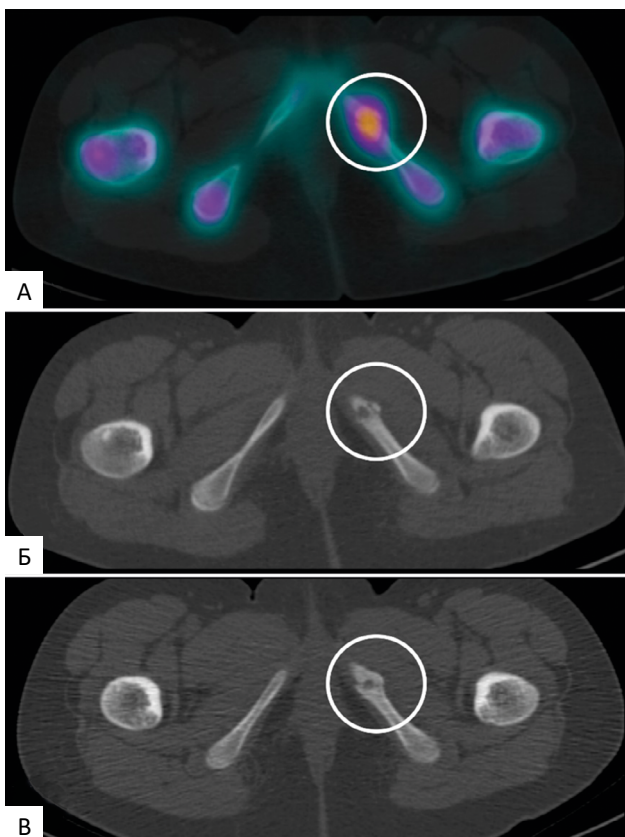


Рис. 2. А — 17.07.24 г. ОФЭКТ/КТ — очаг гипераккумуляции РФП в области левого седалищно-лонного сочленения (круг); Б — 17.07.24 г. КТ-составляющая ОФЭКТ/КТ — сохранение левого седалищно-лонного синхондроза в отличие от контралатеральной стороны, утолщение прилежащих отделов костей (круг); В — 14.11.24 г. КТ-составляющая ОФЭКТ/КТ — сужение зоны синхондроза, усиление признаков остеосклероза (круг)

Fig. 2. А — 17.07.24 SPECT/CT — focus of radiopharmaceutical hyperaccumulation in the area of the left ischial-pubic joint (circle); Б — 17.07.24 CT component SPECT/CT — preservation of the left ischial-pubic synchondrosis in contrast to the contralateral side, thickening of adjacent bone sections (circle); В — 14.11.24 CT component SPECT/CT — narrowing of the synchondrosis zone, increased signs of osteosclerosis (circle)

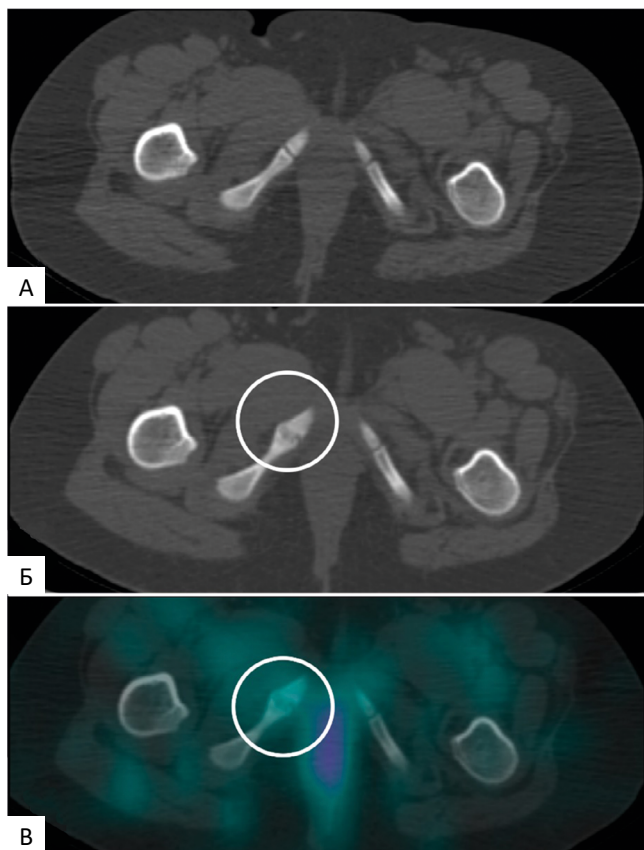


Рис. 3. А — 13.09.23 г. КТ-составляющая ОФЭКТ/КТ — седалищно-лонные синхондрозы соответствуют норме; Б — 13.09.24 г. КТ-составляющая ОФЭКТ/КТ — расширение правого седалищно-лонного синхондроза, утолщение прилежащих отделов костей (круг); В — 13.09.24 г. ОФЭКТ/КТ — отсутствие явных признаков гипераккумуляции РФП (круг)

Fig. 3. A — 13.09.23. CT component SPECT/CT — ischial-pubic synchondroses are within normal limits; Б — 13.09.24. CT component SPECT/CT — widening of the right ischial-pubic synchondrosis, thickening of adjacent bone sections (circle). В — 13.09.24. SPECT/CT — absence of obvious signs of radiopharmaceutical hyperaccumulation (circle)

Клиническое наблюдение № 2

Пациентка 5 лет с диагнозом «нейробластома забрюшинного пространства» поступила для проведения плановой сцинтиграфии с ^{123}I -МЙБГ (метайодбензилгуанидин), при ОФЭКТ/КТ было обнаружено развитие симптомов без явной связи с распределением РФП (рис. 3).

Явная рентгенографическая и клиническая симптоматика не всегда сопровождается активной гипераккумуляцией остеотропного РФП (рис. 4).

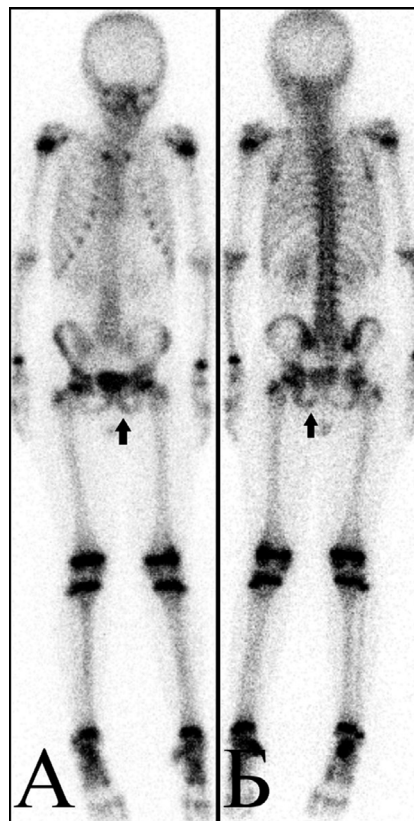


Рис. 4. Сцинтиграфия с остеотропным РФП в передней (А) и задней (Б) проекции. Прослеживается очаг невыраженной гипераккумуляции РФП в области нижней ветви левой лонной кости

Fig. 4. Scintigraphy with osteotropic radiopharmaceuticals in the anterior (A) and posterior (Б) projections. A focus of mild radiopharmaceutical hyperaccumulation is visible in the area of the inferior ramus of the left pubic bone

Клиническое наблюдение № 3

Пациентка 6 лет, поступила с жалобами на боли в левой нижней конечности, при рентгенографии по месту жительства заподозрено новообразование нижней ветви левой лонной кости. При сцинтиграфии прослеживалась невыраженная гипераккумуляция остеотропного РФП в области нижней ветви левой лонной кости (рис. 4), при проведении ОФЭКТ/КТ подтверждена связь с левым седалищно-лонным сочленением (рис. 5), что подчеркивает преимущества использования метода. Также, кроме прочих

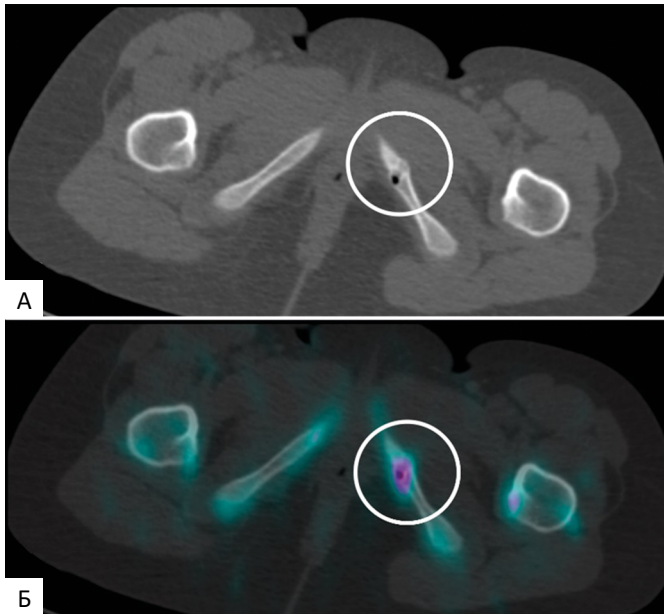


Рис. 5. А — КТ-составляющая ОФЭКТ/КТ — сохранение левого седалищно-лонного синхондроза в отличие от контралатеральной стороны, утолщение прилежащих отделов костей, включение плотности газа (круг); Б — ОФЭКТ/КТ — очаг невыраженной гипераккумуляции РП в проекции вышеописанных изменений (круг)

Fig. 5. А — CT component SPECT/CT — preservation of the left ischial-pubic synchondrosis in contrast to the contralateral side, thickening of the adjacent bone sections, inclusion of gas density (circle); Б — SPECT/CT — a focus of mild hyperaccumulation of radiopharmaceuticals in the projection of the above-described changes (circle)

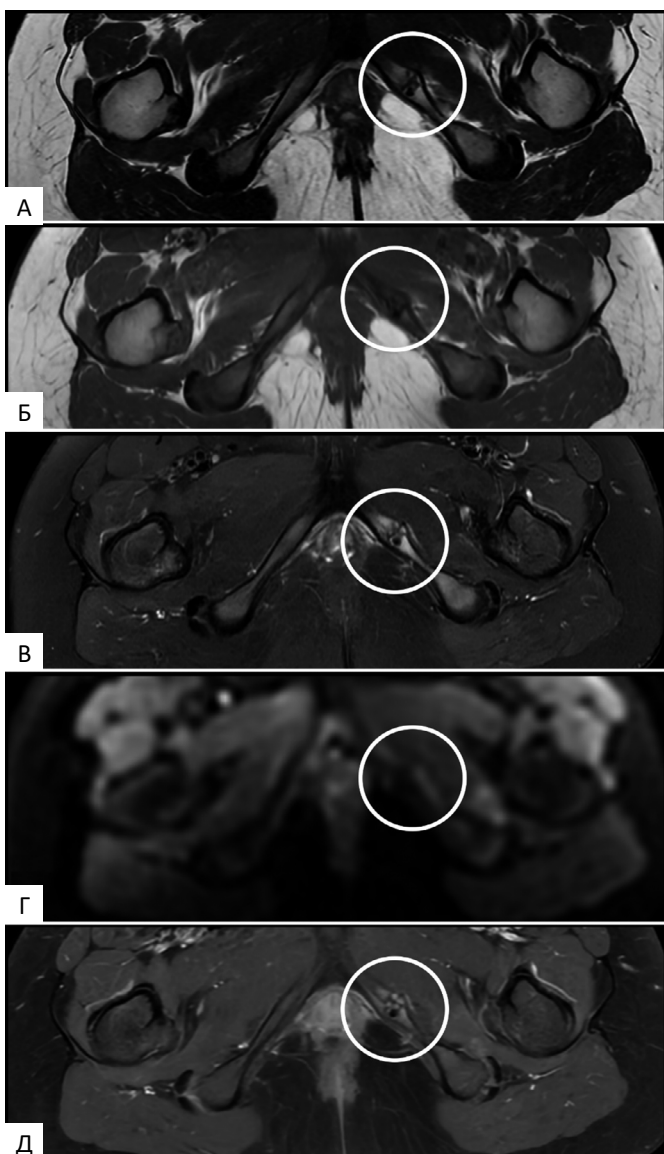


Рис. 6. МРТ. А — T_2 -ВИ — сохранение левого седалищно-лонного синхондроза в отличие от контралатеральной стороны, утолщение прилежащих отделов костей, невыраженное повышение МР-сигнала (круг); Б — T_1 -ВИ — снижение МР-сигнала в области изменений (круг); В — T_2 -ВИ с жироподавлением — повышение МР-сигнала, что свидетельствует об отеке костного мозга, следует обратить внимание на некоторое повышение интенсивности сигнала со стороны прилежащих мягких тканей, что также свидетельствует о наличии отека. Участок «выпадения» сигнала соответствует включению газа; Г — ДВИ — отсутствие явного ограничения диффузии молекул воды в области интереса; Д — T_1 -ВИ с жироподавлением и контрастным усилением — невыраженное накопление контрастного вещества (гадотеровая кислота)

Fig. 6. MRI. А — T_2 -WI — preservation of the left ischial-pubic synchondrosis in contrast to the contralateral side, thickening of the adjacent bone sections, mild increase in MR signal (circle); Б — T_1 -WI — decrease in MR signal in the area of changes (circle); В — T_2 -WI with fat suppression reveals an increased MR signal, indicating bone marrow edema. Note the slight increase in signal intensity in the adjacent soft tissues, also indicating edema. The “signal loss” corresponds to gas inclusion; Г — DWI — absence of obvious limitation of diffusion of water molecules in the area of interest; Д — T_1 -WI with fat suppression and contrast enhancement — mild accumulation of contrast agent (gadoteric acid)

признаков, следует отметить отсутствие явно-го ограничения диффузии молекул воды на ДВ-изображениях при проведении МРТ, однако может проследиваться невыраженное накопление контрастного вещества (рис. 6).

Заключение

Как видно из представленных данных, синдром Ван-Нека-Одельберга может быть представлен разнообразной клинической и рентгенорадиологической симптоматикой. В первую очередь, ввиду своей редкости синдром может вызывать затруднения в дифференциальной диагностике с другими состояниями, в том числе злокачественными. Остеосцинтиграфия не обладает специфичностью в отношении данного состояния, однако может быть полезна в оценке активности процесса, однако гибридная технология ОФЭКТ/КТ позволяет заподозрить диагноз за счет характерных проявлений. Наиболее специфичным и безопасным методом является МРТ за счет особенностей сигнальных характеристик на различных последовательностях и распределения контрастного препарата, что особенно важно в контексте дифференциальной диагностики с злокачественными образованиями. Таким образом, повышение осведомленности поможет избежать ненужных лечебных и диагностических вмешательств и применить необходимое лечение, когда есть показания во избежание развития осложнений. К последним относят развитие хронической боли, хромоты, мышечной дистрофии и необратимых изменений хрящевой ткани.

Вклад авторов

С.Н. Прохоров — написание текста рукописи.
Н.В. Кочергина — разработка дизайна исследования.
А.Д. Рыжков — получение данных для анализа.
А.С. Крылов — анализ полученных данных.
А.Б. Блудов — обзор публикаций по теме статьи.
Е.А. Николаева — оформление иллюстраций.

Финансирование

Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Н.В. Кочергина является членом редакционной коллегии журнала «Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия», но не имеет отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли.

Информированное согласие

Родители пациентов подписали информированное согласие на участие детей в исследовании.

Поступила: 06.01.2026

Принята к публикации: 27.03.2026

Опубликована online: 26.06.2026

Список литературы / References

1. Macarini L, Lallo T, Milillo P, et al. Case report: Multimodality imaging of van Neck-Odelberg disease. *Indian J Radiol Imaging*. 2011;21(2):107-10. <https://doi.org/10.4103/0971-3026.82286>. PMID: 21799592;
2. Wait A, Gaskill T, Sarwar Z, et al. Van neck disease: osteochondrosis of the ischiopubic synchondrosis. *J Pediatr Orthop*. 2011;31(5):520-4. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e31821f9040>. PMID: 21654459.
3. Hardoff R, Gips S. Ischiopubic synchondrosis. Normal finding, increased pubic uptake on bone scintigraphy. *Clin Nucl Med*. 1992;17(2):139. <https://doi.org/10.1097/00003072-199202000-00018>. PMID: 1563185.
4. Kozlowski K, Hochberger O, Povysil B. Swollen ischiopubic synchondrosis: a dilemma for the radiologist. *Australas Radiol*. 1995;39(3):224-7. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1673.1995.tb00280.x>. PMID: 7487753.
5. Neitzschman HR. Radiology case of the month. Hip trauma. Normal physiologic asymmetric closure of the ischiopubic synchondroses. *J La State Med Soc*. 1997;149(6):186-8. PMID: 9188240.
6. Nowakowski A, Napiontek M. Aseptic necrosis of ischiopubic synchondrosis (osteochondrosis ischiopubica) as the cause of diagnostic difficulties in pathology of the infantile hip. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol*. 1990;55(1):43-5. Polish. PMID: 1369922.
7. Ceroni D, Mousny M, Anooshravani-Dumont M, et al. MRI abnormalities of the ischiopubic synchondrosis in children: a case report. *Acta Orthop Belg*. 2004;70(3):283-6. PMID: 15287411.
8. Herneth AM, Philipp MO, Pretterklieber ML, et al. Asymmetric closure of ischiopubic synchondrosis in pediatric patients: correlation with foot dominance. *AJR Am J Roentgenol*. 2004;182(2):361-5. <https://doi.org/10.2214/ajr.182.2.1820361>. PMID: 14736662.
9. Saliba T, Simoni P, De Leucio A. van Neck-Odelberg disease: a common but poorly known and often misdiagnosed condition. *Clin Radiol*. 2024;79(4):250-254. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2024.01.013>. Epub 2024 Feb 1. PMID: 38336531.
10. Camacho D, Bernal P, Cifuentes L, et al. Van Neck-Odelberg disease: A rare cause of pain in pediatric pelvis. *World J Nucl Med*. 2020;19(4):435-437. https://doi.org/10.4103/wjnm.WJNM_67_19. PMID: 33623518.

Information about the authors

Sergey N. Prokhorov, <https://orcid.org/0000-0002-8668-0945>
Nataliya V. Kochergina, <https://orcid.org/0000-0003-3381-0862>
Aleksandr D. Ryzhkov, <https://orcid.org/0000-0002-9571-801X>
Aleksandr S. Krylov, <https://orcid.org/0000-0002-8476-7879>
Aleksandr B. Bludov, <https://orcid.org/0000-0002-0970-6144>
Ekaterina A. Nickolaeva, <https://orcid.org/0000-0002-7954-2560>

Authors' contributions

Sergey N. Prokhorov — writing the manuscript.
Nataliya V. Kochergina — developing the design of the article.
Aleksandr D. Ryzhkov — obtaining data for analysis.
Aleksandr S. Krylov — analyzing the obtained data.
Aleksandr B. Bludov — reviewing publications on the topic of the article.
Ekaterina A. Nickolaeva — illustration design.

Funding

The study had no sponsorship.

Conflict of interests

Nataliya V. Kochergina is a member of the editorial board of the journal "Journal of oncology: diagnostic radiology and radiotherapy" but had no role in the decision to publish this article. The article has undergone the journal's established peer-review process. The authors have declared no other conflicts of interest.

Informed consent

The patients' parents signed informed consent for their children to participate in the study.

Received: 06.01.2026

Accepted for publication: 27.03.2026

Published online: 26.06.2026

МИС «Гигтест.Медицина» - одна из ведущих медицинских информационных систем для клиник, которым важны скорость, контроль и полное соответствие требованиям.

ООО «Прикладное программное обеспечение» - официальный оператор Минздрава по передаче данных в ЕГИСЗ. Это значит, что передача СЭМД выстроена корректно, стабильно и в рамках законодательства - без рисков, штрафов и лишних проверок.

Система берет на себя рутину: автоматизирует документооборот, снижает количество ошибок, ускоряет работу врачей и администраторов. Вы получаете прозрачные процессы, контроль данных и уверенность в каждой операции.



УЖЕ ЕСТЬ МИС

Подключите интеграционную шину и передавайте данные в ЕГИСЗ из любой МИС без сложных внедрений и затрат.

ПОЧЕМУ ВЫБИРАЮТ ГИГТЕСТ?

снижение нагрузки на персонал

соответствие требованиям без постоянных доработок

готовность к проверкам

быстрый запуск и понятная работа

Связаться с нами:

сайт: <https://egisz.gigtest.ru>

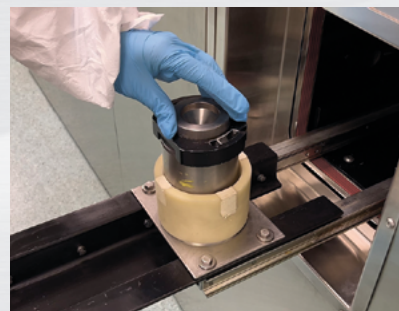
email: info@gigtest.ru

телефон: +7 (905) 085-11-10



Оборудование защитное стационарное (ОЗС)

для производства радиофармацевтических лекарственных препаратов в области радионуклидной диагностики и терапии



Камеры синтеза и фасовки

- Размещены на одном уровне, имеют независимое герметичное исполнение, разделены свинцовой перегородкой толщиной от 50 до 150 мм.
- Внутренние поверхности камер имеют обтекаемую форму. Внутренний радиус изгиба углов 20 мм.
- Внутри камер нет выступов, пазов, способствующих скоплению загрязнителей, повреждению перчаток, а также препятствующих дезактивации поверхностей.

Результат работы системы

- Выпуск дозы, заправленной во флакон, закрытый пробкой.
- Каждая доза откалибрована по радиоактивности, содержит заданный объём.
- Все флаконы должным образом защищены, так как на выходе устанавливаются в экранированный контейнер.

Радиационная защита системы

Обеспечивается плитами из свинца толщиной от 50 до 150 мм.



+7 (495) 540-45-96

medcar.ru



ПРОИЗВОДСТВО ■ ПРОДАЖА ■ СЕРВИС

140180, МО, г. Жуковский-научоград,
ул. Кооперативная, д. 10