

2021 • Том 4 • № 3



ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

лучевая диагностика
лучевая терапия



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.

ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

лучевая диагностика лучевая терапия

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

2021

Том 4

№ 3

ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНО-КЛИНИЧЕСКИЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

ЖУРНАЛ ОСНОВАН В 2018 г.

Учредитель и издатель

НП «Общество интервенционных онкорadiологов»,
115583, г. Москва, ул. Елецкая, д. 15

Адрес редакции

115478, Москва, Каширское ш., 23, зона Б2, 4-й эт.,
каб. 4117

Телефон: +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

ISSN: 2587-7593 (Print)

ISSN: 2713-167X (Online)

Ответственный секретарь Т.Ю. Данзанова

Компьютерная верстка В.В. Колесниченко

Подписано в печать 08.09.2021.

Свободная цена. Формат 60×88/8.

Печать офсетная. 13,5 усл. печ. л.

Тираж 500 экз.

Отпечатано в типографии

ООО «Поли Принт Сервис».

127015, Москва, ул. Бутырская, 86,

тел.+7(495)797-3559

Заказ № В-722

Москва

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

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

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

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

Тюрин Игорь Евгеньевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России (Москва).

ОТВЕТСТВЕННЫЙ СЕКРЕТАРЬ

Данзанова Татьяна Юрьевна — д.м.н., старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ 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).

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).

Бойко Анна Владимировна — д.м.н., профессор, заведующая отделением лучевой терапии с модификацией МНИОИ им. П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (Москва).

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

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).

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).

Вайнсон Адольф Адольфович — д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник отдела радиоизотопной диагностики и терапии НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

Голанов Андрей Владимирович — д.м.н., профессор, член-корр. РАН, заведующий отделением радиологии и радиохирургии ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. академика Н. Н. Бурденко» Минздрава России (Москва).

Горлачев Геннадий Ефимович — к.ф.-м.н., старший научный сотрудник радиологического отделения НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

Долгушин Михаил Борисович — д.м.н., профессор, вице-президент, директор института ядерной медицины АО «Медцина», профессор кафедры рентгенологии и радиологии ФГБОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России (Москва).

Климанов Владимир Александрович — д.ф.-м.н., профессор, заведующий курсом медицинской физики кафедры онкологии и радиационной медицины с курсом медицинской физики ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И.Бурназяна ФМБА России, профессор кафедры «Радиационной физики и безопасности атомных технологий» Инженерно-физического института биомедицины НИЯУ МИФИ (Москва).

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

Кравец Ольга Александровна — д.м.н., старший научный сотрудник радиологического отделения НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

Крылов Валерий Васильевич — д.м.н., профессор, заведующий отделением радиохирургического лечения открытыми радионуклидами МРНЦ им. А.Ф. Цыба — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (Обнинск).

Липенгольц Алексей Андреевич — к.ф.-м.н., старший 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).

Мищенко Андрей Владимирович — д.м.н., профессор, заместитель главного врача ГБУЗ «ГКОБ № 1 ДЗМ» (Москва).

Назаренко Алексей Витальевич — к.м.н., старший научный сотрудник отдела общей онкологии ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова ДЗМ (Москва).

Охотников Олег Иванович — д.м.н., профессор кафедры лучевой диагностики и терапии ФБГОУ ВО КГМУ Минздрава России (Курск).

Пронин Игорь Николаевич — д.м.н., профессор, академик РАН, заместитель директора по научной работе ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. акад. Н.Н. Бурденко» Минздрава России (Москва).

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).

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

Важенин Владимир Андреевич — д.м.н., профессор, академик РАН, заслуженный врач РФ, Главный врач Челябинского областного клинического центра онкологии ядерной медицины, заведующий кафедрой онкологии, лучевой диагностики и лучевой терапии ФБГОУ ВО ЮУГМУ Минздрава России, главный радиолог УоФО, главный онколог Челябинской области (Челябинск).

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

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).

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

Гулидов Игорь Александрович — д.м.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, вице-президент Российской ассоциации радиационных терапевтических онкологов (РАТРО), член ESTRO, член проблемной комиссии РАН по лучевой терапии, заведующий отделом лучевой терапии Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф.Цыба — филиал ФГБУ НМИЦ радиологии МЗ РФ (Обнинск).

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

Митьков Владимир Вячеславович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики ФБГОУ ДПО «РМАНПО» Минздрава России (Москва).

Новиков Сергей Николаевич — д.м.н., заведующий отделением радиотерапии, заведующий научным отделением радиационной онкологии и ядерной медицины ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России (Санкт-Петербург).

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

Погребняков Владимир Юрьевич — д.м.н., профессор, врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения СПбГБУЗ «ГКОД» (Санкт-Петербург).

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

Синюкова Галина Тимофеевна — д.м.н., профессор, заведующая отделением ультразвуковой диагностики НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России (Москва).

Скуридин Виктор Сергеевич — д.т.н., профессор, заведующий лабораторией № 31 ядерного реактора УНЦИЯР НЯТШ, начальник производственного отдела радиофармпрепаратов ТПУ (Томск).

Суворова Юлия Владимировна — д.м.н., заведующая отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения, руководитель научно-образовательного управления ФГБУ «СЗОНКЦ им. Л.Г.Соколова» ФМБА России (Санкт-Петербург).

Таразов Павел Гадельгараевич — д.м.н., профессор, главный научный сотрудник, руководитель отдела интервенционной радиологии и оперативной хирургии, заведующий отделением ангиографии ФГБУ «РНЦРХТ им. ак. А.М. Гранова» Минздрава России (Санкт-Петербург).

Фролова Ирина Георгиевна — д.м.н., профессор, заведующая отделением лучевой диагностики НИИ онкологии Томского НИМЦ РАН (Томск).

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).

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

ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА

А.Д. Рыжков, А.С. Крылов, С.М. Каспшик, М.Е. Билик, Н.В. Кочергина, Л.Ю. Абдулова, А.Б. Блудов, О.Г. Спирина

Дифференциальная диагностика единичного очагового поражения скелета методом ОФЭКТ/КТ 9

Е.А. Николаева, А.С. Крылов, А.Д. Рыжков, Л.Ю. Абдулова, М.Е. Билик, Т.В. Захарова, К.А. Барышников

Прогностические факторы метастазирования в сторожевые лимфатические узлы у больных меланомой различной толщины по классификатору Бреслоу. 18

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА

А.В. Борсуков, О.А. Горбатенко, Д.Ю. Венидиктова, А.В. Тиханкова, И.З. Пулатова, А.О. Тагиль, Т.С. Безменова, А.Р. Ахмедова

Методика определения длительности артериальной фазы при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании печени, почек и селезенки. 26

Р.А. Кадырлеев, С.С. Багненко, Е.А. Бусько, Е.В. Костромина, Л.Н. Шевкунов, К.В. Козубова, А.Б. Гончарова

Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике кистозных образований почек 35

Е.С. Колобанова, Б.М. Медведева

Возможности диффузионно-взвешенной МРТ в дифференциальной диагностике ранних рецидивов забрюшинных липосарком и послеоперационных изменений. 44

Е.А. Петраш, М.А. Шориков, Е.В. Михайлова, А.Л. Никулина

Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей печени у детей методом количественной МРТ с внутриклеточным контрастирующим препаратом 56

МЕДИЦИНСКАЯ ФИЗИКА

В.А. Белозеров, О.И. Охотников, Н.А. Корневский, С.Н. Григорьев

Дифференциальная диагностика очаговых образований поджелудочной железы по данным эндоскопической ультрасонографии на основе анализа эхографической текстуры с использованием нечетких математических моделей. 64

ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Б.Я. Наркевич, С.А. Рыжов, Т.Г. Ратнер, А.Н. Моисеев

Профессиональные аббревиатуры по медицинской радиологии, медицинской физике и радиационной безопасности в медицине 74

КЛИНИЧЕСКИЕ СЛУЧАИ

А.Н. Федотов, Д.В. Сашин, А.И. Пронин, А.А. Семенова, Е.А. Кобякова, Н.В. Гаранина

МРТ в диагностике синдрома внутричерепной гипотензии. Клиническое наблюдение 88

Т.Ю. Данзанова, Е.А. Гудилина, А.А. Калинина, П.И. Лепэдату, Г.Т. Синюкова

Сложности дифференциальной диагностики Гюртле-клеточной опухоли щитовидной железы 94



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.

JOURNAL OF ONCOLOGY

Diagnostic Radiology and Radiotherapy

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

2021 Volume 4 No. 3

QUARTERLY SCIENTIFIC-AND-CLINICAL PEER-REVIEWED JOURNAL

FOUNDED IN 2018

Founder and Publisher

Non-Profit Partnership "Society of Interventional
Oncoradiologists"
115583, Moscow, Eletsкая st., 15

Address of Editorial Board

115478, Moscow, Kashirskoye highway, 23,
zone B2, 4th floor, office 4117.
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

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

Executive Secretary T.Yu. Danzanova
Computer design and make-up V.V. Kolesnichenko

Moscow

Signed to the print 08.09.2021.
Free price. Format 60×88/8.
Offset printing. 13.5 sh.
Circulation of 500 copies
Printed in the printing house
POLY PRINT SERVICE.
127015, Moscow,
Butyrskaya str., 86
Order # B-722

EDITOR-IN-CHIEF

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

DEPUTIES EDITOR-IN-CHIEF

Boris Ya. Narkevich — Dr.Sci.Tech., Professor, Lead Researcher of Department of Radioisotope Diagnostics and Therapy of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Igor E. Tyurin — Dr.Sci.Med., Professor, Head of the Department of Diagnostic Radiology, Radiation Therapy and Medical Physics of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

EXECUTIVE SECRETARY

Tatiana Yu. Danzanova — Dr.Sci.Med., Senior Researcher in the Department of Ultrasound Diagnostics of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

EDITORIAL TEAM

Vladimir V. Akinfeev — PhD Med., Head of the angiography department of State Scientific and Practical Center for Oncology and Medical Radiology named after N.N. Alexandrov (Minsk, Belarus).

Pavel V. Balakhnin — PhD 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).

Anna V. Boyko — Dr.Sci.Med., Professor, Chief of the department of radiation therapy with modification of P. A. Herzen Moscow Oncology Research Center — branch of FSBI NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Alexei V. Borsukov — Dr.Sci.Med., Professor, Director of the Basic Research Laboratory “Diagnostic Research and Minimally Invasive Technologies”; Head of the city department of diagnostic and minimally invasive technologies at “Clinical Hospital No.1” (Smolensk).

Valery V. Breder — Dr.Sci.Med., Lead Researcher in 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).

Yurii V. Buidenok — Dr.Sci.Med., Professor, Lead Researcher in 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).

Adolf A. Vainson — Dr.Sci.Biol., Professor, Lead Researcher in the Department of Radioisotope Diagnostics and Therapy of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Andrei V. Golanov — Dr.Sci.Med., Professor, Member-Corr. of RAS, the Chief of the Department of Radiology and Radiosurgery of the N. N. Burdenko NMRC of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Gennadiy E. Gorlachev — PhD Phys.-Math., Senior Researcher of the Radiology Department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Mikhail B. Dolgushin — Dr.Sci.Med., Professor, Vice President, Director of the Institute of Nuclear Medicine of JSC “Medicine”. 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).

Vladimir A. Klimanov — Dr.Phys.-Math., Professor, National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute) (Moscow).

Natalia V. Kochergina — Dr.Sci.Med., Professor, Lead Researcher of the Radiology Department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology 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).

Olga A. Kravets — Dr.Sci.Med., Senior Researcher of the Radiology Department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Valery V. Krylov — Dr.Sci.Med., Professor, Head of the department of radionuclide therapy A. Tsyb Medical Radiological Research Center — branch of FSBI NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Obninsk).

Alexei A. Lipengolts — PhD Phys.-Math., Senior 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).

Andrei V. Mishenko — Dr.Sci.Med., Professor, Deputy Chief Physician “GKOB No. 1” (Moscow).

Alexei V. Nazarenko — PhD Med., Senior Researcher of the Department of General Oncology, Moscow Clinical Scientific Center named after A.S. Loginov (Moscow).

Oleg I. Okhotnikov — Dr.Sci.Med., Professor of the chair in diagnostic radiology and radiotherapy of the Kursk State Medical University (Kursk).

Igor N. Pronin — Dr.Sci.Med., Professor, Academician of the Russian Academy of Science, Deputy Director of Scientific Work of the N. N. Burdenko NMRC of Neurosurgery of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Andrei A. Stanghevskii — Dr.Sci.Med., Deputy Director of Scientific Work of the A.M. Granova Russian Research Center for Radiology and Surgical Technologies of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg).

Oxana P. Trofimova — Dr.Sci.Med., Lead Researcher of the radiotherapy department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology of the FSBI N.N. Blokhin NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

EDITORIAL BOARD

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

Vladimir A. Vazhenin — Dr.Sci.Med., Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Doctor of the Russian Federation, Head Physician of the Chelyabinsk Regional Clinical Center of Oncology and Nuclear Medicine, Head of the Department of Oncology, Radiology and Radiotherapy of the South Ural State Medical University, Chief Radiologist of the Ural Federal District, Chief Oncologist of the Chelyabinsk Region (Chelyabinsk).

Julia N. Vinogradova — Dr.Sci.Med., Lead Researcher, Head of the department of Radiologic and Combined Methods of Treatment, FSBI Russian scientific center of radiology and surgical technologies named after acad. A. M. Granov of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg).

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

Elena Yu. Grigoryeva — Dr.Sci.Biol., Professor, 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).

Igor A. Gulidov — Dr.Sci.Med., Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Vice President of the Russian Association of Radiotherapeutic Oncologists (RATRO), Member of ESTRO, Member of the RAS Commission for Radiation Therapy, Head of the Department of Radiotherapy A. Tsyb Medical Radiological Research Center — branch of FSBI NMRCO of the Ministry of Health of Russia (Obninsk).

Andrei 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).

Vladimir V. Mitkov — Dr.Sci.Med., Professor, Head of the Diagnostic Ultrasound Department of the Russian Medical Academy of Post-Graduate Education of the Ministry of Health of Russia (Moscow).

Sergey N. Novikov — Dr.Sci.Med., Head of the Department of Radiotherapy, Head of Scientific Department of Radiation Oncology and Nuclear Medicine of FSBI NMRCO of Oncology named after N.N. Petrov of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg).

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 Oncology and Radiology Department of RUDN University (Moscow).

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

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 (Austria).

Galina T. Sinyukova — Dr.Sci.Med., professor, Head of the Diagnostic Ultrasound Department of the Institute of Clinical and Experimental Radiology 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 TPU (Tomsk).

Julia V. Suvorova — Dr.Sci.Med., Head of the Interventional Radiology Department, Head of the Scientific and Educational Directorate of The Federal State Budgetary Institution "North-Western district scientific and clinical center named after L. G. Sokolov Federal Medical and Biological Agency" (St. Petersburg).

Pavel G. Tarazov — Dr.Sci.Med., Professor, Chief Researcher, Head of the department of interventional radiology and operative surgery, Head of the department of angiography, FSBI Russian scientific center of radiology and surgical technologies named after acad. A. M. Granov of the Ministry of Health of Russia (St. Petersburg).

Irina G. Frolova — Dr.Sci.Med., Professor, Head of the Department of Diagnostic Radiology, Research Institute of Oncology, Tomsk Scientific and Research Center, RAS (Tomsk).

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).

Evgeny L. Choyzonov — 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).

NUCLEAR MEDICINE

- A.D. Ryzhkov, A.S. Krylov, S.M. Kaspshik, M.E. Bilik, N.V. Kochergina, L.Y. Abdulova, A.B. Bludov, O.G. Spirina*
Differential Diagnosis of a Solitary Bone Lesion Using SPECT/CT Method 9
- E.A. Nikolaeva, A.S. Krylov, A.D. Ryzhkov, L.Y. Abdulova, M.E. Bilik, T.V. Zakharova, K.A. Baryshnikov*
Predictive Factors for Metastasis of Skin Melanoma of Varying Thickness According to Breslow to Sentinel Lymph Nodes 18

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

- A.V. Borsukov, O.A. Gorbatenko, D.Yu. Venidiktova, A.V. Tikhankova, I.Z. Pulatova, A.O. Tagil, T.S. Bezmenova, A.R. Ahmedova*
Methodology for Determination of the Arterial Phase During Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Liver, Kidneys and Spleen 26
- R.A. Kadyrleev, S.S. Bagnenko, E.A. Busko, E.V. Kostromina, L.N. Shevkunov, K.V. Kozubova, A.B. Goncharova*
Possibilities of Multiparametric Ultrasound Study with Contrast Enhanced in the Diagnostics of Cistic Kidney Lesions 35
- E.S. Kolobanova, B.M. Medvedeva*
Possibilities of Diffusion-Weighted MRI in the Differential Diagnosis of Early Recurrences of Retroperitoneal Liposarcomas and Postoperative Changes 44
- E.A. Petrash, M.A. Shorikov, E.V. Mikhaylova, A.L. Nikulina*
Differential Diagnosis of Benign and Malignant Level Tumors in Children by Quantitative MRI with Intracellular Contrast Agent 56

MEDICAL PHYSICS

- V.A. Belozerov, O.I. Ohotnikov, N.A. Korenevskij, S.N. Grigorev*
Differential Diagnostics Focal Pancreatic Masses Based on the Analysis of the Echographic Texture of Endosonograms Using Fuzzy Mathematical Models 64

PROFESSIONAL EDUCATION

- B.Ya. Narkevich, S.A. Ryzhov, T.G. Ratner, A.N. Moiseev*
Professional Abbreviations in Medical Radiology, Medical Physics and Radiation Safety 74

CLINICAL CASES

- A.N. Fedotov, D.V. Sashin, A.I. Pronin, A.A. Semenova, E.A. Kobyakova, N.V. Garanina*
MRI Diagnostics of Intracranial hypotension Syndrome on the Example of Clinical Observation 88
- T.Yu. Danzanova, E.A. Gudilina, A.A. Kalinina, P.I. Lepedatu, G.T. Sinyukova*
Difficulties of Differential Diagnosis of Hurthle Cell Thyroid Tumor 94

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ЕДИНИЧНОГО ОЧАГОВОГО ПОРАЖЕНИЯ СКЕЛЕТА МЕТОДОМ ОФЭКТ/КТ

А.Д. Рыжков^{1,2}, А.С. Крылов¹, С.М. Каспшик¹, М.Е. Билик¹, Н.В. Кочергина^{1,2}, Л.Ю. Абдулова¹, А.Б. Блудов¹, О.Г. Спирина¹

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.

Контакты: Рыжков Алексей Дмитриевич adryzhkov60@yandex.ru

Реферат

Актуальность: Радионуклидные признаки костных поражений не являются высокоспецифичными и требуют рентгенологической идентификации. Гибридная томографическая технология, объединяющая возможности простраченного представления накопления радиофармпрепарата и анатомической его привязки, позволяет не только точно выявлять пораженную костную структуру, но и по рентгенологической семиотике определять природу изменений. При обследовании онкологических больных применение ОФЭКТ/КТ позволяет не только выявить опухолевую патологию в костях, но и исключить ошибки и дополнительные обследования.

Цель: Продемонстрировать наиболее частые заболевания и состояния, симулирующие при радионуклидном обследовании опухолевую патологию в костях.

Материал и методы: Проанализированы результаты исследований 81 больного с различными опухолевыми заболеваниями с 2015 по 2020 гг. Сканирование всего тела проводили в режиме всего тела с остеотропным РФП ^{99m}Tc-фосфотех через 3 ч после в/в введения на томографе Symbia E, T2 (Siemens, Германия). Затем выполняли ОФЭКТ/КТ.

Результаты: Наиболее частыми причинами появления очагов повышенного накопления РФП стали: реактивное усиление метаболизма в результате дополнительной минеральной пластики, в том числе деформирующие остеоартрозы, краевые остеофиты, посттравматические и послеоперационные изменения; переломы (на фоне остеопороза и «стресс»-переломы); воспалительные процессы различной этиологии; очаги, обусловленные доброкачественными новообразованиями костей и дисплазиями. Сочетание высокочувствительной, но низкоспецифической скинтиграфии с высокоспецифичной компьютерной томографией делает ее особенно полезной в анатомически сложных областях.

Выводы: Гибридная система ОФЭКТ/КТ позволяет выявлять прямую зависимость анатомо-структурных нарушений с изменением тканевого метаболизма при повреждениях костей различного генеза и минимизирует ряд неоднозначных выводов. Применение ОФЭКТ/КТ в онкологической практике значительно облегчает дифференциально-диагностический процесс для врача-радиолога и сокращает время обследования для пациента.

Ключевые слова: скелет, очаговые поражения, остеосцинтиграфия, ОФЭКТ/КТ, дифференциальная диагностика

Для цитирования: Рыжков А.Д., Крылов А.С., Каспшик С.М., Билик М.Е., Кочергина Н.В., Абдулова Л.Ю., Блудов А.Б., Спирина О.Г. Дифференциальная диагностика единичного очагового поражения скелета методом ОФЭКТ/КТ. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):9-17.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-9-17

Введение

Давно и успешно используемая методика радионуклидного сканирования скелета или остеосцинтиграфия [1–4] в большинстве случаев позволяет выявить зоны патологического костного метаболизма, но получаемая картина ввиду сравнительно более низкой специфичности [5, 6] не способна обеспечить уверенность в принадлежности выявленных изменений к тому или иному заболеванию костей.

Даже дистрофические изменения позвоночника и суставов на скинтиграмме могут в ряде случаев симулировать очаговое неопластическое поражение [7–10]. Практически невозможно также

разделить по скинтиграфическим проявлениям воспалительный и опухолевый процессы.

Ещё большие трудности в скинтиграфическую интерпретацию привносят сопутствующие травматические повреждения костей [11, 12]. Особенно это актуально для пациентов старшего возраста, у которых переломы могут следствием различных дистрофических процессов, связанных со снижением минеральной плотности костного матрикса. Сильно осложняет диагностическую задачу наличие латентных или недавно проявившихся заболеваний, сопровождающихся процессами костной дисплазии [13–15].

Это не весь перечень заболеваний костей и суставов, с которыми приходится сталкиваться

врачу-радиологу в повседневной онкологической практике.

Во многих случаях заключение радиолога лишь констатирует наличие очаговой патологии или подозрение на её наличие. Ввиду невысокой специфичности остеосцинтиграфии получить большего от радионуклидной диагностической процедуры не представляется возможным.

Стандартным решением в данной ситуации является рекомендация рентгенологического обследования. Однако собственно рентгенография скелета часто не способна решить все вопросы, и требуется более углубленное обследование в виде КТ (рентгеновская компьютерная томография) или МРТ (магнитно-резонансная томография). Вместе с тем, такой алгоритм существенно удлинит процесс обследования пациента и, помимо всего прочего, неблагоприятно сказывается на его моральном состоянии ввиду ожидания дальнейших диагностических процедур.

В то же время, гибридные системы, объединяющие однофотонную эмиссионную компьютерную томографию с рентгеновской компьютерной томографией (ОФЭКТ/КТ), способны значительно повысить качество оказываемой помощи, сократив диагностический период у больных, что особенно важно у онкологического контингента.

Целью настоящего исследования стала демонстрация возможностей дифференциальной диагностики ОФЭКТ/КТ при поражении костей у больных с онкологическим анамнезом.

Материал и методы

В исследование включен 81 пациент, из них: 44 больных — с дистрофическими изменениями (рис. 1, 2), 14 — с переломами различного генеза (рис. 3), 6 — болезнью Педжета (рис. 4), 4 — энхондромами (рис. 5), 3 — монооссальной фиброзной дисплазией, 2 — полиоссальной фиброзной

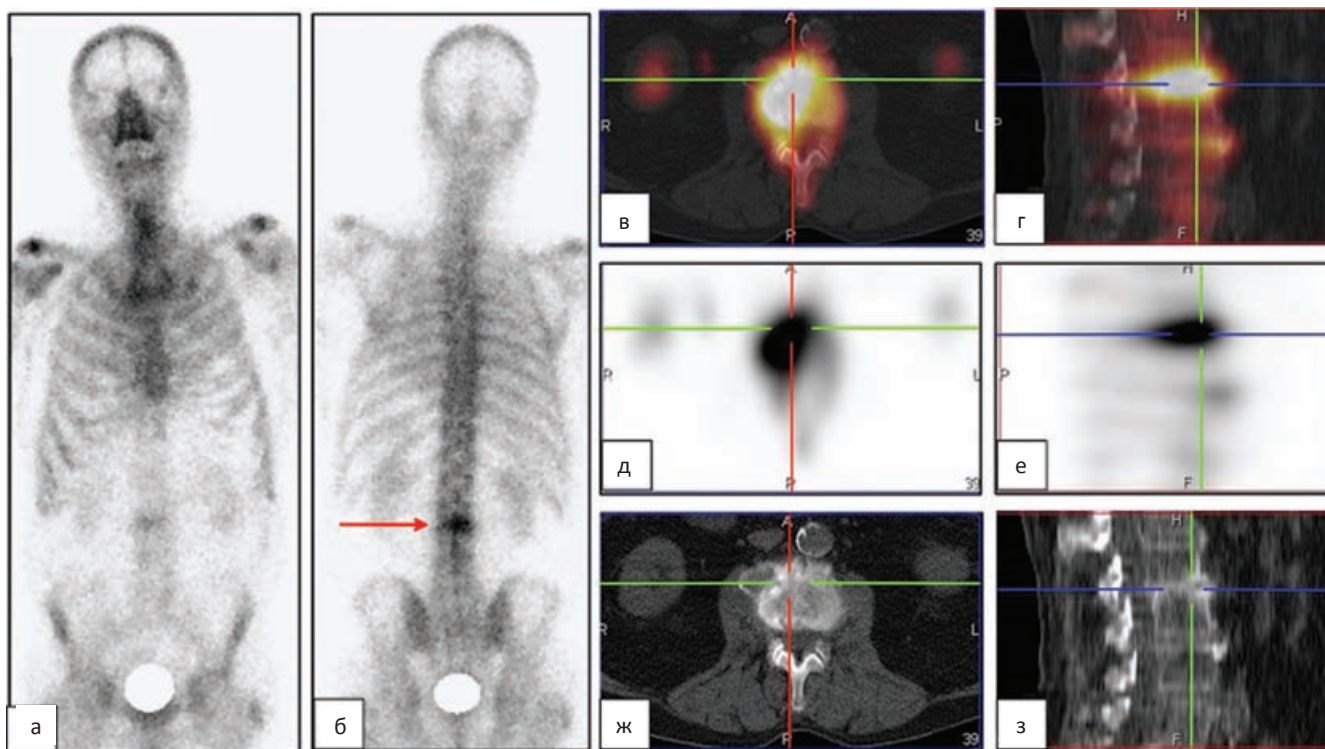


Рис. 1. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг гипераккумуляции РФП в поясничном отделе позвоночника (стрелка). В анамнезе рак предстательной железы. Состояние после орхидэктомии и гормонотерапии касодексом. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных (в, д, ж) и сагиттальных (г, е, з) проекциях, определяется очаг повышенного накопления РФП в области межпозвонкового диска L₂/L₃. Межпозвонковая щель сужена. Гипераккумуляция РФП при ОФЭКТ (д, е) проецируется на массивные передние краевые остеофиты (ж) и компремированный и оссифицированный межпозвонковый диск (з)

Fig. 1. On Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, a local uptake in the lumbar spine is determined (arrow). In past medical history — prostate cancer. Condition after orchiectomy and hormone therapy with Casodex. SPECT / CT sections axial (в, д, ж) and sagittal (г, е, з) projections, the area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in the L₂/L₃ intervertebral disc is determined. The intervertebral cleft is narrowed. Hyperaccumulation of radiopharmaceutical on SPECT (д, е) is projected onto a massive osteophytes (ж) and compressed and ossified intervertebral disc (з)

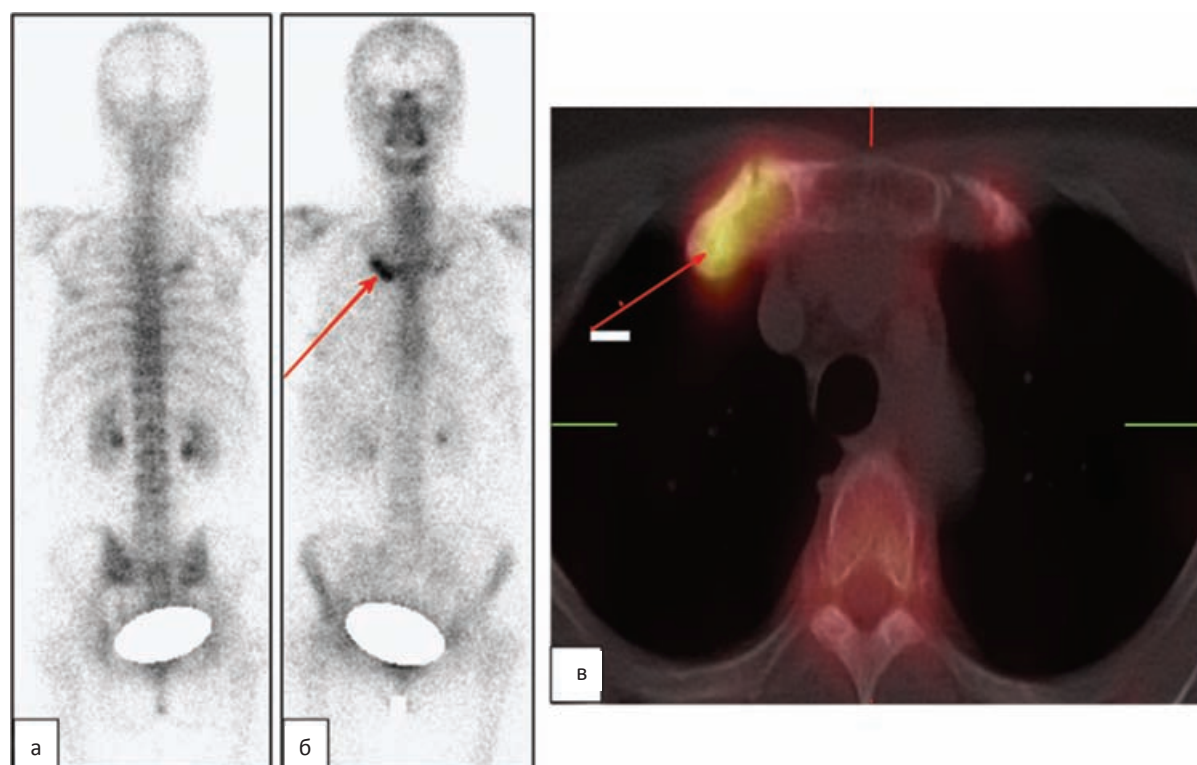


Рис. 2. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг повышенного накопления РФП в области переднего отрезка 1-го правого ребра (стрелка). В других отделах скелета очагов патологического накопления РФП не выявлено. На совмещенном аксиальном ОФЭКТ/КТ-срезе (в) определяется гипераккумуляция РФП в переднем отрезке 1-го правого ребра. При КТ в 1-м правом ребре отмечается булавовидное утолщение переднего конца 1-го правого ребра за счет дополнительного интракостального и периостального костеобразования, сужение межреберного пространства. Кортиковый слой сохранён. Обызвествлена смежная суставная поверхность рукоятки грудины, суставная щель сужена, деформирована краевыми остеофитами. Выявленные изменения соответствуют выраженным дистрофическим нарушениям в переднем отрезке 1-го правого ребра и смежных суставных отделах с дополнительной минеральной пластикой

Fig. 2. Bone Scan anterior (a) and posterior (b) projections, area of increased accumulation of radiopharmaceutical in the anterior segment of the 1st right rib (arrow). In other parts of the skeletal system there is no pathological accumulation. On SPECT/CT section (v), hyperaccumulation of the radiopharmaceutical in the anterior segment of the 1st right rib. On CT in the 1st right rib, there is a clavate thickening of the anterior end of the 1st right rib due to additional intracostal and periosteal bone formation, narrowing of the intercostal space. The cortical layer is intact. The articular surface of the sternum handle is calcified, the joint space is narrowed, deformed by marginal osteophytes. This finding meets the diagnostic criteria of dystrophic disorders in the anterior segment of the 1st right rib and adjacent articular regions with additional mineral repair

дисплазией, 1 — агрессивной (с эндокринологическими нарушениями) полиоссальной дисплазией, 3 — с воспалительными процессами (рис. 6), 4 — с сочетанной патологией (рис. 3).

Все больные имели онкологический анамнез или проходили обследование с подозрением на опухолевое заболевание.

Исследования выполнялись на комбинированной ОФЭКТ/КТ системе Simbia T (Siemens) с 2-срезовой конфигурацией КТ (толщина среза 5 мм, шаг спирали — 1,5 мм, размер фокусного пятна согласно IAC 60 360 0,8×0,4 мм/8°, 0,8×0,7 мм/8°). Использовались следующие параметры ОФЭКТ: матрица 128×128, 64 угловых позиции при враще-

нии детекторов, время записи на один угол вращения составило 20 с.

Комплексное обследование исследование проводилось в 2 этапа. Первым этапом являлось получение сцинтиграфического изображения всего тела посредством работы аппарата в режиме whole body с использованием с остеотропного радиофармпрепарата, меченного ^{99m}Tc (фосфотех, Диамед). Сцинтиграфия всего тела проводилась в положении больного лежа на спине с использованием коллиматора низких энергий фотонного излучения с высоким разрешением (LEHR). Вводимая активность радиофармпрепарата (РФП) варьировалась в зависимости от массы тела пациента и находилась в диапазоне 444–740 МБк. Эффективная

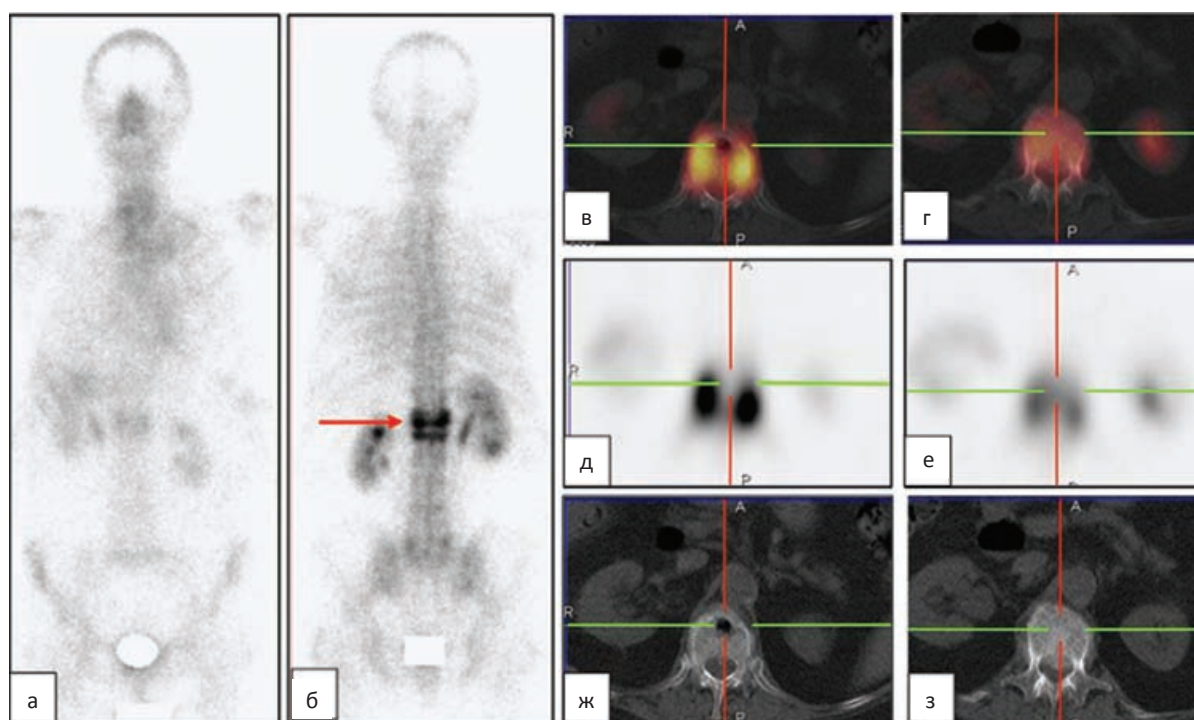


Рис. 3. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяются очаги повышенного накопления РФП в области ниже-грудного (Th₁₂) и поясничного (L₁) отделов позвоночника (стрелка) — признаки очагового поражения, подозрение на метастазы в костях. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных проекциях, определяется зона гипераккумуляции РФП в проекции 12-го грудного (в, д, ж) и 1-го поясничного (г, е, з) позвонков. При КТ на фоне распространенных дегенеративно-дистрофических изменений в ниже-грудном и пояснично-крестцовом отделах позвоночника (склероз замыкательных пластин, краевые остеофиты тел позвонков и межпозвонковых сочленений, признаки снижения высоты межпозвонковых дисков) определяется снижение высоты тел: — позвонка Th₁₂ I-II степени с формированием передней клиновидной деформации, а также наличием «вакуум-симптома» в теле позвонка (ж). Костные отломки пролабируют интраканально до 0,5 см, деформируя передний контур дурального мешка; — позвонка L₁ II-III степени с формированием передней клиновидной деформации, костные отломки пролабируют интраканально до 0,8 см, деформируя передний контур дурального мешка. Тело позвонка уплотнено (з). Выявленные изменения соответствуют распространенным дистрофическим нарушениям изменения нижегрудного и поясничного отделов позвоночника, переломам тел позвонков Th₁₂, L₁, вероятнее всего, на фоне остеопороза с развитием асептического некроза тела позвонка Th₁₂ — болезнь Кюммеля

Fig. 3. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in Th₁₂ and L₁ spine (arrow) — suspicion in metastatic lesion. SPECT/CT sections presented in axial projections, area of hyperaccumulation of the radiopharmaceutical in the projection of the Th₁₂ (в, д, ж) and L₁ (г, е, з) vertebrae. CT: widespread degenerative-dystrophic changes in the lower thoracic and lumbosacral spine (endplate sclerosis, marginal osteophytes of the vertebral bodies and intervertebral joints, signs of a decrease in the height of the intervertebral discs), a decrease in the height of the bodies is determined. — Th₁₂ vertebra with I-II-degree formation of anterior wedge-shaped deformity, as well as the presence of a “vacuum sign” in the vertebral body (ж). Bone fragments prolapse intracranally up to 0.5 cm, deforming the anterior contour of the dural sac; — L₁ vertebra II-III degree formation of anterior wedge-shaped deformity, bone fragments prolapse intracranally up to 0.8 cm, deforming the anterior contour of the dural sac. The vertebral body is compacted (з). These findings meet the diagnostic criteria of a common dystrophic changes in the lower thoracic and lumbar spine, fractures of the Th₁₂, L₁ vertebral bodies, most likely osteoporosis with the development of aseptic necrosis of the Th₁₂ vertebral body — Kummel’s disease

доза составила 2,5–4,2 мЗв. Регистрация импульсов проводилась на энергетическом пике 140 кэВ.

Исследования проводились через 3 ч после внутривенного введения РФП. Продолжительность планарного скintiграфического исследования

составляла 13–15 мин (время движения стола 15 см/мин). После получения планарного скintiграфического изображения всего тела производилась визуальная оценка полученного изображения с целью определения размеров и локализации

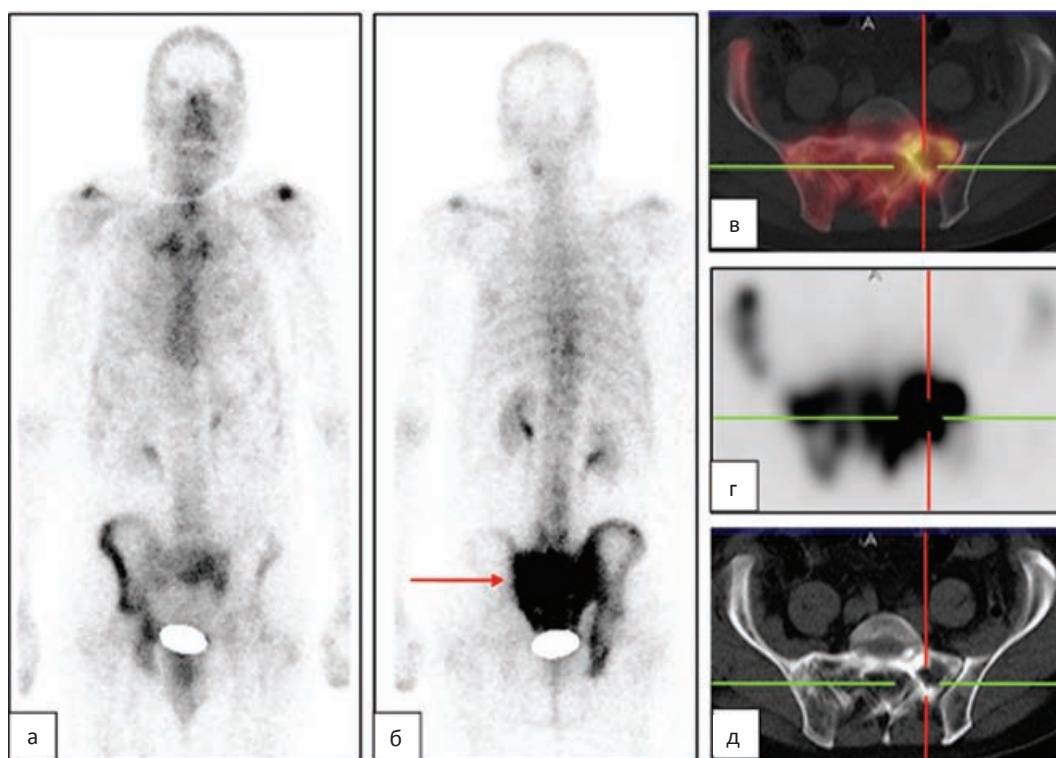


Рис. 4. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется зона неравномерной гипераккумуляции РФП в крестце (стрелка) и, менее выражено, в правой половине костей таза без чётких границ — признаки очагового поражения. На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных проекциях (в, г, д), определяется повышенное накопление РФП в области костей правой половины таза и крестце. При КТ отмечается смешанная перестройка костной структуры крестца и правой подвздошной кости, частично ячеистая, частично склеротическая, с очагами жировой инволюции (д). Выявленные изменения соответствуют деформирующему оститу (болезнь Педжета)

Fig. 4. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of uneven hyperaccumulation of radiopharmaceutical in sacrum (arrow) and in the right half of the pelvic bones without clear boundaries — signs of lesions. SPECT/CT sections presented in axial projections (в, г, д), an increased accumulation of radiopharmaceutical in the the right half of the pelvis and sacrum. CT shows a mixed alteration of the bone structure of the sacrum and the right ilium, partially cellular, partially sclerotic, with local areas of fatty involution (д). These findings meet the diagnostic criteria of the osteitis deformans (Paget's disease)

очагов накопления РФП. Вторым этапом являлось проведение ОФЭКТ/КТ-исследования, получение эмиссионных радионуклидных и трансмиссионных рентгеновских томограмм исследуемого участка тела, а также совмещённых изображений. Интерпретация результатов ОФЭКТ/КТ проводилась по стандартной методике с использованием пакета программ Syngo 2009A.

Результаты

Из 81 пациента у 12 больных признаки очаговых изменений на остеосцинтиграммах отсутствовали. Пациентам с нормальной скintiграфической картиной дополнительная ОФЭКТ/КТ назначалась исходя из клинических данных (жалобы на боль) или анамнеза (в том числе, данных других методов обследования).

По итогам обследования все выявленные при радионуклидном исследовании очаги патологического накопления РФП разделены по группам.

Наиболее частыми причинами появления очагов повышенного накопления РФП стали:

1. Реактивное усиление метаболизма в результате дополнительной минеральной пластики (деформирующие остеоартрозы, краевые остеофиты).
2. Посттравматические и послеоперационные изменения.
3. Переломы (на фоне остеопороза и «стресс»-переломы).
4. Воспалительные процессы различной этиологии.
5. Очаги, обусловленные доброкачественными новообразованиями костей и дисплазиями.

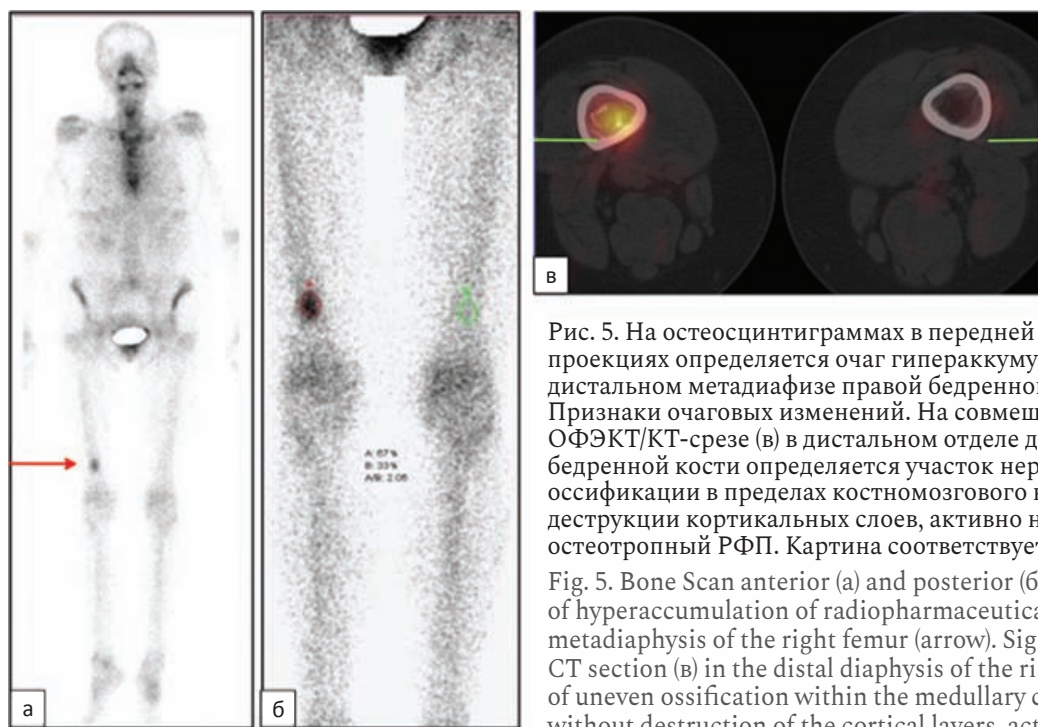


Рис. 5. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг гипераккумуляции РФП в дистальном метадиафизе правой бедренной кости (стрелка). Признаки очаговых изменений. На совмещенном аксиальном ОФЭКТ/КТ-срезе (в) в дистальном отделе диафиза правой бедренной кости определяется участок неравномерной оссификации в пределах костномозгового канала, без деструкции кортикальных слоев, активно накапливающий остеотропный РФП. Картина соответствует остеохондроме

Fig. 5. Bone Scan anterior (a) and posterior (б) projections, area of hyperaccumulation of radiopharmaceutical in the distal metadiaphysis of the right femur (arrow). Signs of lesion. On SPECT/CT section (в) in the distal diaphysis of the right femur, an area of uneven ossification within the medullary canal is determined, without destruction of the cortical layers, actively accumulating osteotropic radiopharmaceutical. This is osteochondroma

Обсуждение

Проведенные исследования показали высокую эффективность применения ОФЭКТ/КТ в выявлении очаговой неопухоловой патологии у онкологического контингента пациентов. Это согласуется с мнением других исследователей и было вполне ожидаемо [16, 17]. Хотя выборка не носила строго репрезентативного характера, тем не менее, соотношение групп больных с различной неопухоловой патологией примерно отражает частоту встречаемости патологических состояний, при которых выявляются феномены патологического накопления РФП при остеосцинтиграфии.

Учитывая, что сомнения при анализе сканиг-графической картины возникают достаточно часто (за 3 мес из 1722 проведенных планарных сканиг-графий в 173 случаях больным был проведено дополнительное исследование методом ОФЭКТ/КТ), востребованность в гибридной визуализации достаточно большая. Сотни больных избегают дополнительного назначения рентгеновских или иных процедур, сберегая время и силы.

В ряде случаев дистрофические изменения проявляются настолько ярко в виде интенсивной аккумуляции РФП, что имитируют метастатическое поражение костей. Это связано как с дополнительной минеральной пластикой, так и с асептическими воспалительными процессами, а также ортопедическими нарушениями, оказывающими нагрузочное влияние на костные структуры.

При диагностике переломов, которые сканиг-графически часто неотличимы от неопластическо-

го поражения, применение ОФЭКТ/КТ позволяет решать задачи дифференциальной диагностики [1, 18]. По мнению ряда специалистов [19, 20], сочетание высокочувствительной, но низкоспецифической сканиг-графии с высокоспецифичной компьютерной томографией делает ее особенно полезной в анатомически сложных областях, таких как таз и позвоночник. С точки зрения хирурга-травматолога, четырьмя основными показаниями для визуализации методами ядерной медицины является обнаружение:

- скрытых переломов;
- воспалительных заболеваний костей и суставов;
- хронических заболеваний;
- послеоперационных осложнений, таких как нестабильность инструментов или имплантатов.

При диагностике артритов показано, что ОФЭКТ/КТ имеет хорошую корреляцию с МРТ, являющейся золотым стандартом оценки состояния опорно-двигательного аппарата [21, 22].

Ревматологи считают, что ОФЭКТ/КТ обладает хорошими возможностями при диагностике причин боли, в том числе и отраженной [23].

Последние данные свидетельствуют о том, что ОФЭКТ/КТ костей имеет сопоставимые с МРТ диагностические возможности для симптоматических пациентов, в частности, с болью в голеностопном суставе и стопе, и в зависимости от клинического контекста этот метод может быть предложен в качестве метода визуализации второй или третьей линии [24].

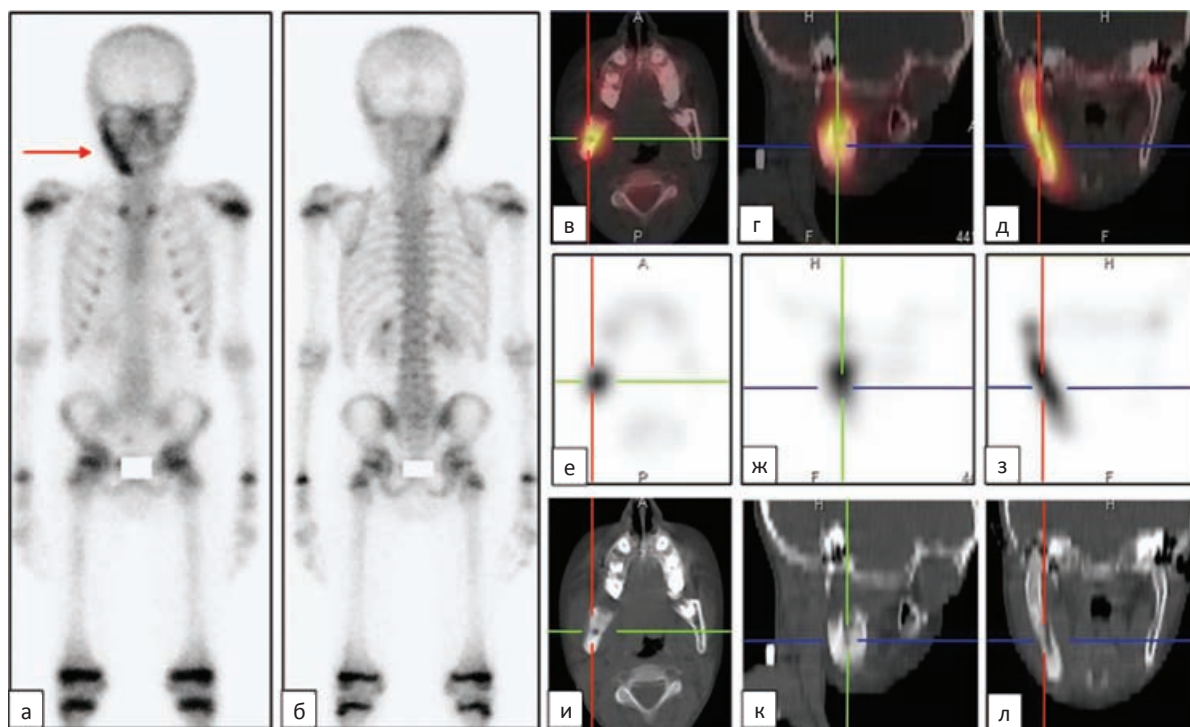


Рис. 6. На остеосцинтиграммах в передней (а) и задней (б) проекциях определяется очаг повышенного накопления РФП в нижней челюсти справа (стрелка). На ОФЭКТ/КТ-срезах, представленных в аксиальных (в, е, и), сагиттальных (г, ж, к) и фронтальных (д, з, л) проекциях, правая половина тела, правая ветвь и суставной отросток нижней челюсти увеличены в объеме, вздуты. Кортикальный слой истончен, разволокнен и четко не прослеживается в области ветви челюсти. Костная структура резко изменена с очагами лизиса и уплотнения. На всем уровне поражения отмечается интенсивная гипераккумуляция РФП. Картина соответствует хроническому остеомиелиту нижней челюсти

Fig. 6. Bone Scan anterior (a) and posterior (b) projections, area of increased accumulation of the radiopharmaceutical in the lower jaw on the right (arrow). On SPECT/CT sections axial (в, е, и), sagittal (г, ж, к) and coronal (д, з, л) projections, the right half of the body, the right branch and articular process of the lower jaw are increased in volume and swollen. The cortical layer is thinned, frayed, and cannot be clearly seen in the region of the jaw. The bone structure is sharply changed with foci of lysis and compaction. There is an intense hyperaccumulation of the radiopharmaceutical. These findings meet the diagnostic criteria of chronic osteomyelitis of the lower jaw

Заключение

Гибридная система ОФЭКТ/КТ позволяет выявлять прямую зависимость анатомо-структурных нарушений с изменением тканевого метаболизма при повреждениях костей различного генеза и, следовательно, минимизирует ряд неоднозначных выводов. Применение ОФЭКТ/КТ в онкологической практике значительно облегчает дифференциально-диагностический процесс для врача-радиолога и сокращает время обследования для пациента. Все сказанное указывает на большие перспективы применения ОФЭКТ/КТ в диагностике поражений опорно-двигательного аппарата, в том числе в обследовании онкологических больных.

Список литературы / References

1. Van den Wyngaert T, Strobel K, Kampen W, et al. The EANM practice guidelines for bone scintigraphy. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*. 2016;43(9):1723-38. DOI: 10.1007/s00259-016-3415-4.
2. Fogelman I. Bone Scanning In Clinical Practice. London: Springer-Verlag. 1987.
3. Fogelman I, Smith M. Diphosphonates in the evaluation of metabolic bone disease. *Clin Rheumatol*. 1982;1(1):41-4. DOI: 10.1007/bf02032475.
4. Coleman R, Body J, Aapro M, et al. Bone health in cancer patients: ESMO Clinical Practice Guidelines. *Ann Oncol*. 2014;25:iii124-37. DOI: 10.1093/annonc/mdl103.
5. Chang C, Gill C, Joseph Simeone F, et al. Comparison of the diagnostic accuracy of ^{99m}Tc -MDP bone scintigraphy and ^{18}F -FDG PET/CT for the detection of skeletal metastases. *Acta Radiol*. 2014;57(1):58-65. DOI: 10.1177/0284185114564438.
6. Löfgren J, Mortensen J, Rasmussen S, et al. A Prospective Study Comparing ^{99m}Tc -Hydroxyethylene-diphosphonate Planar Bone Scintigraphy and Whole-Body SPECT/CT with ^{18}F -Fluoride PET/CT and ^{18}F -Fluoride PET/MRI for Diagnosing Bone Metastases. *J Nucl Med*. 2017;58(11):1778-85. DOI: 10.2967/jnumed.116.189183.
7. Zhang Y, Shi H, Gu Y, et al. Differential diagnostic value of single-photon emission computed tomography/spiral computed tomography with ^{99m}Tc -methylene diphosphonate in patients with spinal lesions. *Nucl Med Commun*. 2011;32(12):1194-200. DOI: 10.1097/mnm.0b013e32834bd82e.

8. Zhang Y, Zhao C, Liu H, Hou H, Zhang H. Multiple Metastasis-Like Bone Lesions in Scintigraphic Imaging. *J Biomed Biotechnol.* 2012;2012:1-8. DOI: 10.1155/2012/957364.
9. Крживицкий ПИ, Канаев СВ, Новиков СН и др. ОФЭКТ/КТ в диагностике метастатического поражения скелета. *Вопросы онкологии.* 2014;60(1): 56-63. [Krzhivitsky PI, Kanaev SV, Novikov SN, et al. SPECT/CT in the diagnosis of metastatic skeletal lesion. *Problems in Oncology.* 2014;60(1):56-63. (In Russian)].
10. Zhao Z, Zhou K, Liu B. Added Value of SPECT/CT in the Evaluation of Sacral Fracture in Patients with Lung Cancer. *Clin Nucl Med.* 2018;43(6):e195-e197. DOI: 10.1097/rlu.0000000000002082.
11. Sharma P, Kumar R, Singh H, et al. Indeterminate lesions on planar bone scintigraphy in lung cancer patients: SPECT, CT or SPECT-CT? *Skeletal Radiol.* 2011;41(7):843-50. DOI: 10.1007/s00256-011-1304-2.
12. Крылов АС, Рыжков АД, Щипахина ЯА и др. ОФЭКТ/КТ и МРТ в дифференциальной диагностике поражения скелета (клинический случай). *Мед. радиология и радиационная безопасность.* 2019;64(1):69-73. [Krylov AS, Ryzhkov AD, Shchipakhina YA, et al. The Role of SPECT/CT and MRI in the Differential Diagnosis of Skeletal Damage (Case Report). *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2019;64(1):69-73. (In Russian)] DOI: 10.12737/article_5c55fb5ef00a68.52703915.
13. Fournel L, Rapicetta C, Fraternali A, et al. Fibrous Dysplasia of the Rib Mimicking a Malignant Bone Tumor at SPECT/CT with ^{99m}Tc-MDP. *Clin Nucl Med.* 2018;43(5):346-48. DOI: 10.1097/rlu.0000000000002015.
14. Крылов АС, Блудов АБ, Рыжков АД и др. ОФЭКТ/ПКТ в диагностике болезни Педжета (клинический случай). *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* 2017;62(3):78-83. [Krylov AS, Bludov AB, Ryzhkov AD, et al. SPECT/CT in the Diagnosis of Paget's Disease (Case Report). *Medical Radiology and Radiation Safety.* 2017;62(3):78-83. (In Russian)]. DOI: 10.12737/article_5927fdaf3ad417.71072643.
15. Крылов АС, Щипахина ЯА, Фёдорова АВ и др. Вторичная гипертрофическая остеоартропатия (синдром Пьера Мари-Бамбергера). *Вестник рентгенологии и радиологии.* 2017;98(5):251-5. [Krylov AS, Shchipakhina YA, Fedorova AV, et al. Secondary hypertrophic osteoarthropathy (Pierre Marie-Bamberger syndrome). *Journal of Radiology and Nuclear Medicine.* 2017;98(5):251-5. (In Russian)]. DOI: 10.20862/0042-4676-2017-98-5-251-255.
16. Romer W, Nomayr A, Uder M, et al. SPECT-guided CT for evaluating foci of increased bone metabolism classified as indeterminate on SPECT in cancer patients. *J Nucl Med.* 2006;47(7):1102-06.
17. Willows K, Bailey D, Baldock C. Quantitative SPECT reconstruction using CT-derived corrections. *Phys Med Biol.* 2008;53(12):3099-112. DOI: 10.1088/0031-9155/53/12/002.
18. Buck A, Nekolla S, Ziegler S, et al. SPECT/CT. *J Nucl Med.* 2008;49(8):1305-19. DOI: 10.2967/jnumed.107.050195.
19. Horger M, Eschmann S, Pfannenberger C, et al. Evaluation of Combined Transmission and Emission Tomography for Classification of Skeletal Lesions. *Am J Roentgenol.* 2004;183(3):655-61. DOI: 10.2214/ajr.183.3.1830655.
20. Nomayr A, Romer W, Strobel D, et al. Anatomical accuracy of hybrid SPECT/spiral CT in the lower spine. *Nucl Med Commun.* 2006;27(6):521-28. DOI: 10.1097/00006231-200606000-00008.
21. Herzog R, Elgort D, Flanders A, et al. Variability in diagnostic error rates of 10 MRI centers performing lumbar spine MRI examinations on the same patient within a 3-week period. *Spine Journal.* 2017;17(4):554-61. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.11.009.
22. Kuwert T. Skeletal SPECT/CT: a review. *Clin Transl Imaging.* 2014;2(6):505-17. DOI: 10.1007/s40336-014-0090-y.
23. Kato S, Demura S, Matsubara H, et al. Utility of bone SPECT/CT to identify the primary cause of pain in elderly patients with degenerative lumbar spine disease. *J Orthop Surg Res.* 2019;14(1). DOI: 10.1186/s13018-019-1236-4.
24. Ha S, Hong S, Paeng J, et al. Comparison of SPECT/CT and MRI in Diagnosing Symptomatic Lesions in Ankle and Foot Pain Patients: Diagnostic Performance and Relation to Lesion Type. *PLoS One.* 2015;10(2):e0117583. DOI: 10.1371/journal.pone.0117583.

Вклад авторов

А.Д. Рыжков: написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

А.С. Крылов: написание текста рукописи, редактирование текста, анализ полученных данных, принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу.

С.М. Каспшик: редактирование текста, анализ полученных данных, принимал участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу, перевод текста на английский.

М.Е. Билик: принимала участие в обследовании больных, данные которых формировали информационную базу, обработка информационной базы.

Н.В. Кочергина: консультативная помощь.

Л.Ю. Абдулова: обработка информационной базы.

А.В. Блудов: консультативная помощь.

О.Г. Спирина: консультативная помощь.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study.

Сведения об авторах

Рыжков Алексей Дмитриевич — ведущий научный сотрудник, врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, доктор медицинских наук, SPIN-код: 6472-4859, AuthorID: 424746.

Крылов Александр Сергеевич — заведующий лабораторией, врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, кандидат медицинских наук, SPIN-код: 4254-3930, AuthorID: 723683.

Каспшик Степан Максимович — врач-радиолог, аспирант, НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Билик Мария Евгеньевна — врач-радиолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Кочергина Наталия Васильевна — ведущий научный сотрудник НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, доктор медицинских наук.

Абдулова Лилия Юрьевна — клинический ординатор НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Блудов Александр Васильевич — научный сотрудник НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России, кандидат медицинских наук.

Спирина Ольга Геннадьевна — врач-рентгенолог НИИ клинической и экспериментальной радиологии НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России.

Differential Diagnosis of a Solitary Bone Lesion Using SPECT/CT Method

**A.D. Ryzhkov^{1,2}, A.S. Krylov¹, S.M. Kaspshik¹, M.E. Bilik¹, N.V. Kochergina^{1,2},
L.Y. Abdulova¹, A.B. Bludov¹, O.G. Spirina¹**

¹ N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology;
24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478; E-mail: adryzhkov60@yandex.ru;

² Russian Medical Academy of Postgraduate Education;
Build. 1, 2/1 Barrikadnaya St., Moscow, Russia 125993.

Abstract

Relevance: Radionuclide bone scan signs of lesions are not specific and require radiological identification. Hybrid tomographic technology is a combination of spatial distribution of radiopharmaceuticals and its anatomical binding. Thus, makes it possible to accurately identify the affected bone structure and also determine the nature of this changes (radiological anatomy). In cancer patients, SPECT/CT method allows to visualize tumor pathology in the bones, but also keeps to a minimum errors and other excessive examinations.

Purpose: To demonstrate the most frequent diseases and conditions that simulate tumor lesions in bones on bone scan.

Material and methods: We analyzed the results of examinations of 81 patients with various tumor diseases (2015–2020). Bone scan was performed in the whole body 3 hours later, after intravenous administration of ^{99m}Tc-phosphotech on a Symbia E, T₂ (Siemens, Germany). SPECT/CT was performed after WB Bone Scan.

Results: The most frequent reasons for the focal increased uptake of radiopharmaceutical were: reactive increase in metabolism and as a result additional mineral repair: deforming osteoarthritis, osteophytes; post-traumatic and postoperative changes; fractures (osteoporosis and stress fractures); inflammatory processes; focal uptake due to the benign neoplasms of bones and dysplasia. Combination of highly sensitive but non-specific scintigraphy with highly specific computed tomography makes it especially useful in anatomically difficult areas.

Conclusion: SPECT/CT reveals a direct pattern of anatomical and structural abnormalities with changes in bone tissue metabolism in case of different injuries and minimizes a number of ambiguous conclusions. SPECT/CT in oncological practice greatly helps nuclear medicine physician in the differential diagnostic process and reduces time of examination for the patient.

Key words: *skeleton, focal lesions, bone scan, SPECT/CT, differential diagnostics*

For citation: Ryzhkov AD, Krylov AS, Kaspshik SM, Bilik ME, Kochergina NV, Abdulova LY, Bludov AB, Spirina OG. Differential Diagnosis of a Solitary Bone Lesion Using SPECT/CT Method. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):9-17. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-9-17

Information about the authors:

Ryzhkov A.D. <https://orcid.org/0000-0002-9571-801X>
Kaspshik S.M. <https://orcid.org/0000-0002-1384-9551>
Kochergina N.V. <https://orcid.org/0000-0003-3381-0862>
Bludov A.B. <https://orcid.org/0000-0002-0970-6144>

Krylov A.S. <https://orcid.org/0000-0002-8476-7879>
Bilik M.E. <https://orcid.org/0000-0002-2592-685X>
Abdulova L.U. <https://orcid.org/0000-0001-6799-1919>
Spirina O.G. <https://orcid.org/0000-0002-3821-9361>

ПРОГНОСТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ МЕТАСТАЗИРОВАНИЯ В СТОРОЖЕВЫЕ ЛИМФАТИЧЕСКИЕ УЗЛЫ У БОЛЬНЫХ МЕЛАНОМОЙ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЫ ПО КЛАССИФИКАТОРУ БРЕСЛОУ

Е.А. Николаева^{1,2}, А.С. Крылов¹, А.Д. Рыжков^{1,2}, Л.Ю. Абдулова¹, М.Е. Билик¹, Т.В. Захарова¹, К.А. Барышников¹

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

Контакты: Крылов Александр Сергеевич krilovas@rambler.ru

Реферат

Цель: Оценить прогностические факторы у пациентов с меланомой кожи различной толщины по Бреслоу, влияющие на частоту развития метастазов в сторожевых лимфатических узлах (СЛУ).

Материал и методы: С ноября 2018 г. по ноябрь 2020 г. были обследованы и прооперированы 324 пациента с диагностированной меланомой кожи различной локализации и стадии. Использовали лимфотропный коллоидный РФП, меченный ^{99m}Tc. РФП активностью 150 МБк вводился за сутки до операции внутрикочно вокруг рубца резецированной меланомы или перитуморально в 4 точки в случае первичной опухоли. Лимфосцинтиграфия выполнялась спустя 1–3 ч после инъекции РФП на гамма-камере Symbia E или Symbia E (Siemens, Германия). Выполнялась статическая полипозиционная сцинтиграфия в передне-задней и боковых проекциях для определения топографии и разметки СЛУ. Выполнено 324 планарных исследования. В 259 случаях выполнено дополнительное исследование ОФЭКТ (в т.ч. ОФЭКТ/КТ) на аппарате Symbia T2 (Siemens, Германия). Хирургическое вмешательство выполнялось на следующий день с учетом данных интраоперационной радиометрии с помощью отечественного специализированного ручного гамма-детектора «Радикал», разработанного в НТЦ «Амплитуда».

Результаты: Средняя толщина первичной меланомы по Бреслоу составляла $2,8 \pm 2,2$ мм (диапазон 0,2–13,0 мм). Локализация СЛУ: аксиллярные ($n = 161$, 51 %), паховые ($n = 100$, 31 %), шейные ($n = 16$, 5 %), поднижнечелюстные ($n = 9$, 3 %), надключичные ($n = 4$, 1 %), более одного бассейна ($n = 34$, 9 %). В группе меланом толщиной менее 0,75 мм метастазы в СЛУ не обнаружены, среди меланом 0,75–1 мм — обнаружен один положительный лимфоузел с метастазом (СЛУ+), в самой многочисленной группе меланом средней толщины (1–3,5 мм) — 25 (17 %). Наибольший процент метастазов в СЛУ определяется при толстых меланоммах (более 3,5 мм) — 17 (28 %), что согласуется с данными зарубежной литературы, при этом чаще всего поражены СЛУ при толщине опухоли по Бреслоу больше 7 мм.

В группе с отрицательными сторожевыми лимфоузлами (СЛУ–) средняя толщина опухоли по Бреслоу составила $2,6 \pm 2,0$ мм, в группе СЛУ+ — $4,0 \pm 2,9$ мм, различия между группами статистически достоверны, что подтверждается результатом однофакторного дисперсионного анализа.

Оптимальным пороговым значением толщины опухоли по Бреслоу для выделения больных с положительным прогнозом метастазирования в СЛУ является 2,0 мм. Для него характерны максимальные уровни чувствительности (79 %) и специфичности (59,1 %).

Выводы: 1. По данным ROC-анализа, оптимальным пороговым значением толщины опухоли по Бреслоу для выделения больных с положительным прогнозом метастазирования в СЛУ является 2,0 мм. Для него характерны максимальные уровни чувствительности (79 %) и специфичности (59,1 %). 2. Статистически значимые прогностические факторы метастазирования в СЛУ: локализация первичной опухоли в области спины (чаще у мужчин) и нижних конечностей (чаще у женщин); толщина по Бреслоу более 3,5 мм. 3. Отмечено отсутствие влияния пола и возраста при незначительном преобладании женщин в обеих группах.

Ключевые слова: меланома кожи, сторожевые лимфатические узлы, метастазы, толщина по Бреслоу, сцинтиграфия, прогностические факторы

Для цитирования: Николаева Е.А., Крылов А.С., Рыжков А.Д., Абдулова Л.Ю., Билик М.Е., Захарова Т.В., Барышников К.А. Прогностические факторы метастазирования в сторожевые лимфатические узлы у больных меланомой различной толщины по классификатору Бреслоу. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):18–25.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-18-25

Введение

Сторожевой лимфатический узел — это первый лимфатический узел, в который осуществляется отток лимфы, и в него же, как правило, попадают

метастатические раковые клетки из первичной опухоли. Поражение лимфатических узлов всегда происходит последовательно и соответственно току лимфы в бассейне — от первичного очага к региональным узлам, а затем к отдаленным. В 1992 г.

Morton et al продемонстрировали, что клетки меланомы редко пропускают сторожевой лимфатический узел (СЛУ) и метастазируют в другие узлы, что было многократно подтверждено в последующих исследованиях [1–3]. Поэтому, с момента внедрения в клиническую практику, биопсия СЛУ стала широко используемой процедурой для прогнозирования состояния регионарных лимфатических узлов [4, 5].

Присутствие метастазов в СЛУ является важным прогностическим фактором для меланомы, а гистологический статус СЛУ даёт прогностическую информацию в отношении распространения рака, безрецидивной и общей выживаемости [6–8].

В 1970 г. Бреслоу описал метод количественной оценки инвазии меланомы, теперь известный как толщина по Бреслоу, и продемонстрировал его корреляцию с риском метастазирования. В частности, он обнаружил, что меланома толщиной менее 0,75 мм имеет крайне низкий метастатический риск. Хотя это исследование было небольшим, в нем участвовало всего 98 пациентов, общие результаты многократно воспроизводились в течение последующих десятилетий, в результате чего толщина меланомы по Бреслоу теперь рассматривается как определяющий фактор [9, 10] и является основой для определения стадии Т в классификации TNM [11, 12]. Некоторые другие морфологические особенности первичной меланомы, описанные в литературе, также показали прогностическую ценность с высоким уровнем достоверности (скорость митоза, стадия по Кларку) [13, 14].

Как правило, меланома толщиной менее 1 мм имеет очень небольшую вероятность распространения. По мере того, как меланома становится толще, у нее больше шансов на распространение, поэтому этот параметр является основным в системе стадирования меланомы AJCC. Роль биопсии СЛУ как диагностического инструмента при меланоме средней толщины (от 1 до 4 мм) хорошо известна. Однако её роль у пациентов с тонкой (менее 1 мм) или толстой (более 4 мм) меланомой менее ясна [15–19].

Оценка состояния зон регионарного лимфотока при обследовании онкологических больных имеет решающее значение в определении лечебной тактики и прогнозе течения заболевания [20–22]. Знание путей лимфотока позволяет вести целенаправленный поиск метастатически измененных лимфатических узлов. Уточнение локализации и количества выявленных пораженных лимфатических узлов дает возможность уточнить стадию опухолевого процесса [23].

Материал и методы

С ноября 2018 г. по ноябрь 2020 г. было обследовано и прооперировано 324 пациента с диагностированной меланомой кожи различной локализации и стадии. Радиоколлаид готовился на основе стандартного набора лиофилизата технефита (Диамед,

РФ) и элюата генератора технеция ^{99m}Tc (ВО Изотоп, РФ). Период полураспада данного радионуклида составляет 6,04 ч, энергия гамма-квантов при его распаде 140 кэВ.

Для определения возможных путей лимфогенного метастазирования и СЛУ больным за 24 ч до операции по периметру опухоли в четыре точки вводили коллоидный радиофармпрепарат (РФП), который избирательно через лимфатические капилляры проникает в лимфатические узлы и накапливается в них. Оценка состояния регионарных лимфатических коллекторов и поиск СЛУ проводились посредством планарной сцинтиграфии с использованием стационарного компьютерного гамма-томографа до операции и с использованием портативного гамма-сканера во время операции.

Вводимая активность РФП составляла 150 МБк, эффективная доза — 0,3 мЗв. Лучевые нагрузки при сцинтиграфии рассчитывали согласно методическим указаниям МУ 2.6.1.3151-13. Всем пациентам выполнялась отсроченная статическая лимфосцинтиграфия по стандартизированной методике спустя 1 ч при локализации опухоли в области головы/шеи и 3 ч при других локализациях после инъекции РФП, независимо от способа его введения. Время ожидания до сканирования 3 ч при локализациях опухоли в области туловища и конечностей было связано с прогнозируемым увеличением времени миграции крупнодисперсного коллоида технефита до регионарных СЛУ, находящихся на большем удалении от опухоли, чем при опухолях области головы и шеи.

Динамическая лимфосцинтиграфия для поиска предполагаемых направлений лимфооттока нами не проводилась. Однако перед записью исследования врачом-радиологом проводилась визуальная оценка распределения РФП в организме на экране монитора в режиме реального времени. Это обеспечивало визуализацию всех областей возможного лимфодренажа с учетом нестандартной локализации СЛУ, а также детекцию промежуточных (интервальных) лимфоузлов.

Затем выполнялась статическая полипозиционная сцинтиграфия в передне-задней и боковых проекциях для определения топографии СЛУ при меланоме области головы и шеи. При других локализациях опухоли, как правило, проводилось сканирование в режиме «всё тело». Исследование выполнялось на гамма-камере Symbia E и Symbia T (Сименс, Германия). Использовался низкоэнергетический плоскопараллельный коллиматор высокого разрешения с настройкой на фотопик ^{99m}Tc 140 кэВ и выбором ширины окна дискриминации 20 %.

Продолжительность планарного сцинтиграфического исследования составляла 13–15 мин. При выполнении статических снимков осуществлялся набор импульсов до 500 тыс. на проекцию. Исследование в режиме «всё тело» проводилось со скоростью сканирования 12 мин/мин. Полученные

сцинтиграфические изображения оценивались визуально. Определялись участки гипераккумуляции радиоколлоида, соответствующие точкам введения. Дополнительные зоны накопления РФП подвергались контрольной оценке врача-радиолога для исключения возможной контаминации кожных покровов и/или одежды пациента, что способствовало снижению ложных результатов. Очаговая гипераккумуляция расценивалась как потенциальный СЛУ только в том случае, если она сохранялась после устранения источника поверхностного сигнала из поля зрения детектора гамма-камеры. Очаги с наибольшей гипераккумуляцией РФП отмечались на коже пациентов перманентным маркером в двух проекциях: передне-задней и боковых. Таким образом, осуществлялась 2D разметка СЛУ (рис. 1).

После получения планарных сцинтиграмм в 259 случаях было выполнено дополнительное исследование по методике ОФЭКТ (в т.ч. ОФЭКТ/КТ) зоны интереса. Многие исследователи показывают улучшенную идентификацию СЛУ у пациентов с избыточной массой тела и меланомой, а также у пациентов с опухолями в области головы и шеи [24] и рекомендуют рутинное использование ОФЭКТ/КТ в дополнение к обычной лимфосцинтиграфии [25].

Все совмещенные исследования выполнялись на комбинированной ОФЭКТ/КТ-системе Symbia T2 (Siemens) с 2-срезовой конфигурацией КТ. Лучевые нагрузки при КТ рассчитывали согласно методическим указаниям МУ 2.6.1.2944-11. Интерпретация результатов ОФЭКТ/КТ проводилась визуально по стандартной методике с пакетом программ Syngo 2009A.

После проведения сцинтиграфии выполнялось хирургическое вмешательство на следующие сутки. При этом интраоперационно выполнялся разрез в зоне проекции СЛУ, ориентируясь на показания ручного гамма-детектора «Радикал»

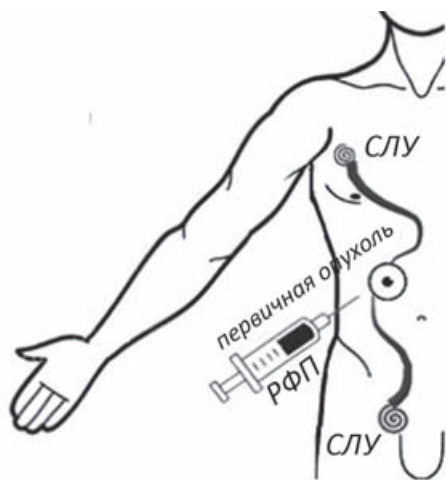


Рис. 1. Схематическое изображение процедуры лимфосцинтиграфии для идентификации СЛУ и ее обоснование у пациента с меланомой

Fig. 1. Schematic representation of a lymphoscintigraphy procedure for identification of SLN and its rationale in a patient with melanoma

(НТЦ «Амплитуда», РФ) и на установленные метки на коже (рис. 2). Чувствительность прибора — 10000 имп.//(МБк×с).

Лимфатические узлы с наибольшим уровнем счета импульсов РФП (от 100 до 1000 имп./с) удалялись и отправлялись на плановые гистологическое и иммуногистохимическое (ИГХ) исследования.

Для статистической обработки данных использован двусторонний t-тест для непрерывных переменных и χ^2 -тесты для категориальных переменных. Применена описательная статистика (среднее, стандартное отклонение, медиана) для всех переменных. Различия оценивали как статистически значимые при $p < 0,05$, тест являлся двусторонним.

Результаты

В это исследование вошли 324 пациента, 189 (58,8 %) женщин и 135 (41,7 %) мужчин, средний возраст $51 \pm 14,5$ и $54 \pm 14,8$ лет соответственно. По критерию Манна—Уитни статистически значимых различий между группами мужчин и женщин не обнаружено ($p > 0,05$). Возраст пациентов варьировал от 18 до 86 лет. Средняя толщина первичной меланомы по Бреслоу составляла $2,8 \pm 2,2$ мм (диапазон 0,2–13,0 мм). Локализация СЛУ: аксиллярные ($n = 161$, 51 %), паховые ($n = 100$, 31 %), шейные ($n = 16$, 5 %), поднижнечелюстные ($n = 9$, 3 %), надключичные ($n = 4$, 1 %), более одного бассейна ($n = 34$, 9 %) (рис. 3).

Для дальнейшего анализа пациенты были разделены по количеству лимфатических узлов, поступивших на гистологическое исследование. У 177 пациентов (55 %) был иссечен только один лимфатический узел, у 88 пациентов (27 %) иссечены два лимфатических узла, у 20 пациентов (6 %) — три лимфатических узла, а у 34 (7 %) — более 3 лимфатических узлов (табл. 1), при этом



Рис. 2. Беспроводное гамма-детектирующее устройство для поиска сторожевых лимфоузлов «Радикал» (НТЦ «Амплитуда», РФ)

Fig. 2. Wireless gamma-detecting device for searching sentinel lymph nodes Radical (Amplituda, Russia)

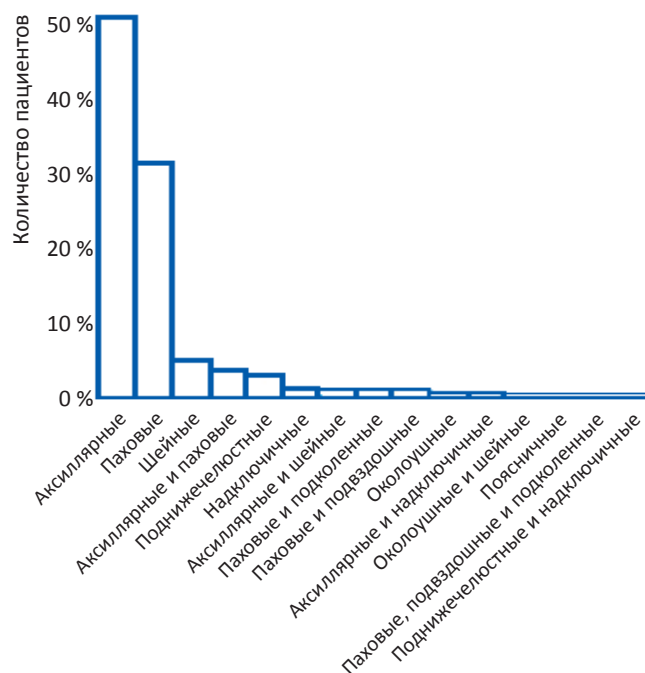


Рис. 3. Распределение пациентов по локализации СЛУ

Fig. 3. Distribution of patients by SLN localization

у 5 (1,5 %) пациентов лимфоидная ткань в макропрепарате не была обнаружена.

Пациенты также были дополнительно разделены по количеству положительных (содержащих метастазы) СЛУ+: 49 пациентов (15 %) имели один положительный СЛУ, 8 пациентов (2,5 %) — два положительных, 2 пациента (0,6 %) — 3 положительных (табл. 2). Гистологически метастазы были обнаружены у 59 (18,2 %) пациентов. При изучении влияния пола на частоту возникновения метастазов в СЛУ с применением точного критерия Фишера отмечено отсутствие влияния пола ($p = 0,77$), при примерно одинаковом соотношении мужчин и женщин в обеих группах с незначительным преобладанием женщин. Чаще всего положительным и у мужчин, и у женщин был один СЛУ, что в целом подтверждает концепцию СЛУ (табл. 3).

Следующим этапом было распределение пациентов по толщине опухоли по Бреслоу (стадии T_1 – T_4b по AJCC). В эту группу вошло 229 пациентов. Согласно системе классификации меланом AJCC: $T_1 \leq 1,0$ мм; T_2 — 1,01–2,0 мм; T_3 — 2,01–4,0 мм; $T_4 \geq 4,0$ мм.

Однако в литературе ограничение в 3,5 мм признается прогностически значимым [2]. В нашей серии случаев по итогам кластерного анализа Спирмена мы также получили статистически значимое разделение пациентов при толщине 3,5 мм. При этом 145 (63 %) из них имеют меланому средней толщины (1–3,5 мм), 24 (10 %) — тонкую (менее 1 мм), 61 (27 %) — толстую (более 3,5 мм).

Поскольку толщина опухоли по Бреслоу считается одним из наиболее значимых факторов в прогнозировании прогрессирования заболевания, которое напрямую зависит от количества по-

Таблица 1

Распределение пациентов по количеству иссеченных лимфоузлов

Distribution of patients by the number of excised lymph nodes

Количество иссеченных СЛУ, шт.	Количество пациентов	
	n	%
0	5	1,5
1	177	54,6
2	88	27,2
3	20	6,2
4	8	2,5
5	9	2,8
6	8	2,5
7	9	2,8
ВСЕГО	324	

Таблица 2

Распределение пациентов по количеству пораженных СЛУ в зависимости от пола

Distribution of patients by the number of affected SLNs, depending on gender

Количество пораженных СЛУ	Ж	М	Количество пациентов (абс. / %)
0	156 82,5 % RT 58,9 % CT 48,1 % GT	109 80,7 % RT 41,1 % CT 33,6 % GT	265 (81,8 %)
1	28 57,1 % RT 14,8 % CT 8,6 % GT	21 42,9 % RT 15,6 % CT 6,5 % GT	49 (15,1 %)
2	4 50,0 % RT 2,1 % CT 1,2 % GT	4 50,0 % RT 3,0 % CT 1,2 % GT	8 (2,5 %)
3	1 50,0 % RT 0,5 % CT 0,3 % GT	1 50,0 % RT 0,7 % CT 0,3 % GT	2 (0,6 %)
Всего	189 (58,3 %)	135 (41,7 %)	324

ложительных СЛУ, было определено количество пораженных лимфоузлов в каждой группе. В группе меланом толщиной менее 0,75 мм метастазы не обнаружены, среди тонких 0,75–1 мм — обнаружен

Таблица 3

Влияние пола на частоту возникновения метастазов в СЛУ**Influence of gender on the incidence of metastases in the SLN**

Пол	СЛУ-	СЛУ+	Всего
Ж	156 82,5 % RT 58,9 % CT 48,1 % GT	33 17,5 % RT 55,9 % CT 10,2 % GT	189 (58,3 %)
М	109 80,7 % RT 41,1 % CT 33,6 % GT	26 19,3 % RT 44,1 % CT 8,0 % GT	135 (41,7 %)
	265 (81,8 %)	59 (18,2 %)	$p = 0,77$

Таблица 4

Распределение количества положительных СЛУ в зависимости от толщины опухоли по Бреслоу**Distribution of the number of positive SLNs depending on the thickness of the tumor according to Breslow**

Толщина опухоли по Бреслоу, мм	Количество СЛУ+, абс (%)	Количество пациентов в группе
<0,75	0 (0,0)	9
0,75–1	1 (7,1)	14
1–3,5	25 (17,2)	145
3,5–7	13 (26,0)	50
>7	4 (36,0)	11
Всего	229 (100)	

один положительный СЛУ, в самой многочисленной группе меланом средней толщины (1–3,5 мм) — 25 (17 %). Наибольший процент метастазов в СЛУ определяется при толстых меланоммах — 17 (28 %), что согласуется с данными зарубежной литературы, при этом чаще всего поражены СЛУ при толщине опухоли по Бреслоу больше 7 мм (рис. 4).

В группе с отрицательными СЛУ средняя толщина опухоли по Бреслоу составила $2,6 \pm 2,0$ мм, в группе с положительными СЛУ — $4,0 \pm 2,9$ мм, различия между группами статистически достоверны ($p < 0,05$), что подтверждается результатом однофакторного дисперсионного анализа ANOVA (рис. 5, табл. 4).

ROC-анализ позволил определить оптимальное пороговое значение толщины опухоли по Бреслоу для выделения больных с прогнозом метастазирования в СЛУ — 2,0 мм. Для него характерны максимальные уровни чувствительности (79 %) и специ-

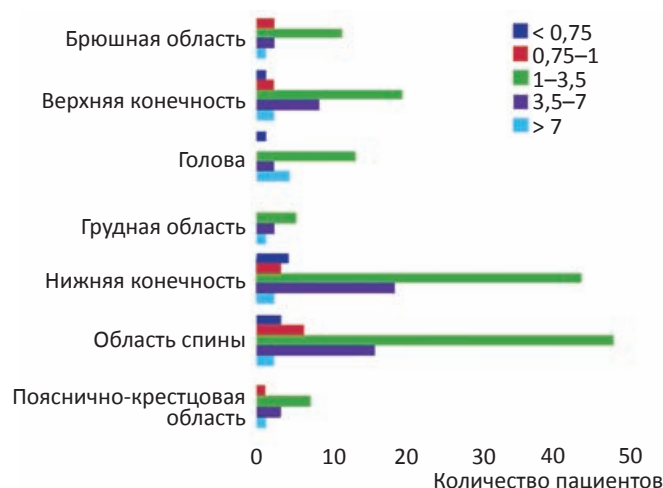


Рис. 4. Локализация и толщина опухоли по Бреслоу

Fig. 4. Localization and thickness of the tumor according to Breslow

фичности (59,1 %) при максимуме индекса Юдена 0,4 ($AUC = 0,687$, $p < 0,001$) (см. рис. 6).

Более старший возраст больных (старше 35 лет) также ассоциируется с повышением частоты возникновения метастазов в СЛУ, однако этот показатель не является статистически значимым (индекс Юдена 0,07 при $p = 0,96$).

Чаще всего метастазы в СЛУ обнаруживались при локализации первичной опухоли в области спины (чаще у мужчин) и нижних конечностей (чаще у женщин), при этом именно эти метастазы являются более толстыми (более 3,5 мм) (рис. 7).

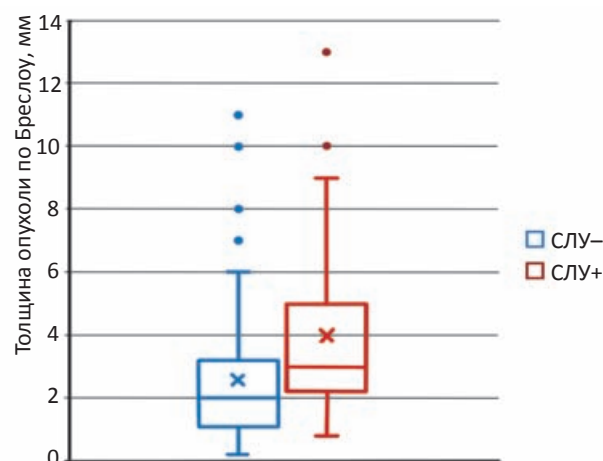


Рис. 5. Толщина первичной опухоли по Бреслоу в исследуемых группах (границы бокса представляют 25 и 75 процентиля, крестик — среднее, линия — медиана, точки снаружи — выбросы, усы — минимум и максимум без учета выбросов)

Fig. 5. The thickness of the primary tumor according to Breslow in the study groups (box boundaries represent the 25th and 75th percentiles, the cross is the mean, the line is the median, the points outside are the outliers, the whiskers are the minimum and maximum without taking into account the outliers)

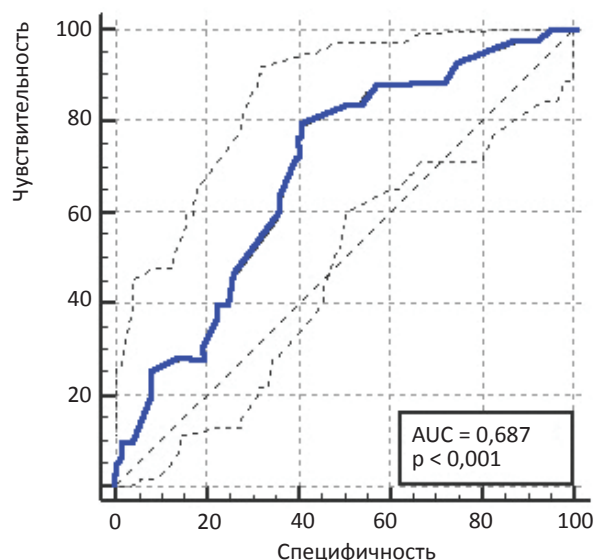


Рис. 6. ROC-кривая

Fig. 6. ROC-curve

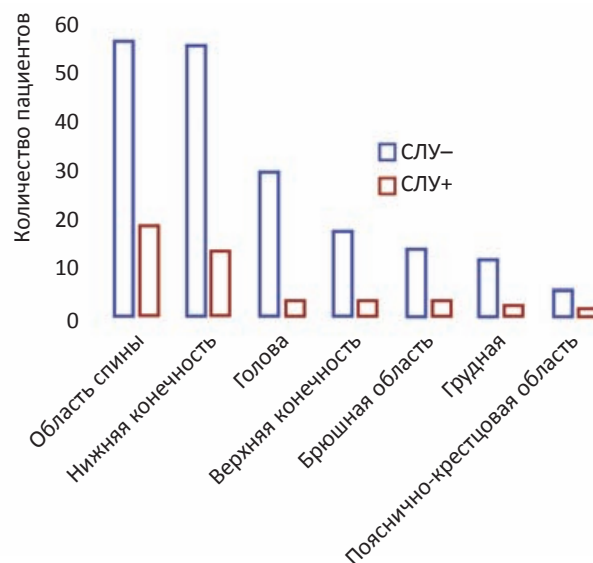


Рис. 7. Локализация опухоли и статус СЛУ

Fig. 7. Tumor localization and SLN status

Обсуждение

Более молодой возраст пациентов связан с более высокой частотой метастазов в лимфоузлы среди пациентов с меланомой, однако доступные исследования слишком противоречивы. Пока не существует общепринятого определенного возрастного порогового значения, при котором следует выполнять биопсию СЛУ вне зависимости от стадии [14, 28]. Kretschmer et al сообщили, что молодые пациенты (менее 40 лет) в серии пациентов с меланомой толщиной 0,75–1,00 мм имели значительно более высокий уровень метастатического поражения СЛУ, чем старшие возрастные группы [26]. Sondak et al также указывают, что относительно молодой возраст (помимо митотической активности и толщины Бреслоу) связан с повышенным риском поражения СЛУ у пациентов с меланомой [27].

В исследовании Kocsis et al была отмечена положительная корреляция между гистологическими характеристиками опухоли и поражением СЛУ, однако не было значимой связи между другими исследованными характеристиками (возраст, пол, толщина Бреслоу, уровень Кларка, индекс митоза) [28]. В соответствии с данными Balch et al, пациенты мужского пола были немного старше, чем пациенты женского пола (49,5 против 47,7 лет) [29]. Однако наше исследование не выявило каких-либо возрастных различий между группами СЛУ+ и СЛУ– у женщин и мужчин в каждой из групп.

Толщина меланомы обычно считается наиболее достоверным прогностическим фактором у пациентов с тонкой меланомой. В исследовании 121 случая тонкой меланомы Han et al сообщили, что только 0–2,3 % меланом диаметром не более 0,75 мм связаны с поражением лимфоузлов [14]. В нашем исследовании обнаружен только 1 СЛУ+

(7,1 %) в подгруппе тонких меланом. Хотя Murali et al [30] сообщили, что пациенты с тонкими меланомами менее 0,50 мм имеют отрицательные СЛУ, Bagaria et al указывают, что меланомы размером менее 0,50 мм крайне редки, но связаны с худшим прогнозом для пациента [31]. Интересно, что в соответствии с результатами Mitteldorf et al [32], мы не обнаружили значительной разницы в метастазах в СЛУ между группами $\leq 0,76$ мм и 0,76–1,00 мм.

Согласно двум последним схемам стадирования и классификации меланомы AJCC, тонкие меланомы продолжают классифицироваться как T_{1b} по наличию изъязвлений [28, 29, 33]. Однако в большинстве исследований не показано, что изъязвление является значимым предиктором метастатического поражения [5, 28, 30, 31], то же самое сообщается и в отношении митотической активности [11, 14, 32, 33], поэтому мы не стали включать эти факторы в наше исследование.

Выводы

1. По данным ROC-анализа оптимальным пороговым значением толщины опухоли по Бреслоу для выделения больных с положительным прогнозом метастазирования в СЛУ является 2,0 мм. Для него характерны максимальные уровни чувствительности (79 %) и специфичности (59,1 %).

2. Статистически значимые прогностические факторы метастазирования в СЛУ:

- локализация первичной опухоли в области спины (чаще у мужчин) и нижних конечностей (чаще у женщин);
- толщина по Бреслоу более 3,5 мм.

3. Отмечено отсутствие влияния пола и возраста при незначительном преобладании женщин в обеих группах.

Список литературы / References

- Morton DL, Wen DR, Wong JH, et al. Technical details of intraoperative lymphatic mapping for early stage melanoma. *Arch Surg.* 1992;127(4):392-9. DOI: 10.1001/archsurg.1992.01420040034005.
- Morton D, Thompson JF, Cochran AJ, et al. Final trial report of sentinel-node biopsy versus nodal observation in melanoma. *N Engl J Med.* 2014;370(7):599-609. DOI: 10.1056/NEJMoa1310460.
- Morton DL, Cochran AJ, Thompson JF. The rationale for sentinel-node biopsy in primary melanoma. *Nat Clin Pract Oncol.* 2008;5(9):510-1. DOI: 10.1038/nncponc1205.
- Coit DG, Thompson JA, Albertini MR, et al. Cutaneous melanoma, version 2. 2019, NCCN clinical practice guidelines in oncology. *J Natl Compr Cancer Netw.* 2019;17(4):367-402. DOI: 10.6004/jnccn.2019.0018.
- Leiter U, Stadler R, Mauch C, et al. Complete lymph node dissection versus no dissection in patients with sentinel lymph node biopsy positive melanoma (DeCOG-SLT): a multicentre, randomised, phase 3 trial. *Lancet Oncol.* 2016;17(6):757-67. DOI: 10.1016/S1470-2045(16)00141-8.
- Doepker M, Thompson ZJ, Harb JN, et al. Dermal melanoma: a report on prognosis, outcomes, and the utility of sentinel lymph node biopsy. *J Surg Oncol.* 2016;113(1):98-102. DOI: 10.1002/jso.24088.
- Pavri SN, Han G, Khan S, Han D. Does sentinel lymph node status have prognostic significance in patients with acral lentiginous melanoma? *J Surg Oncol.* 2019;119(8):1060-9. DOI: 10.1002/jso.25445.
- Kim J, Sun Z, Gulack BC, et al. Sentinel lymph node biopsy is a prognostic measure in pediatric melanoma. *J Pediatr Surg.* 2016;51(6):986-90. DOI: 10.1016/j.jpedsurg.2016.02.067.
- Wong SL, Faries MB, Kennedy EB, et al. Sentinel lymph node biopsy and management of regional lymph nodes in melanoma: American Society of Clinical Oncology and Society of Surgical Oncology clinical practice guideline update. *Ann Surg Oncol.* 2018;25(2):356-77. DOI: 10.1245/s10434-017-6267-7.
- Criscione VD, Weinstock MA. Melanoma thickness trends in the United States, 1988-2006. *J Invest Dermatol.* 2010;130(3):793-7. DOI: 10.1038/jid.2009.328.
- Han D, Yu D, Zhao X, et al. Sentinel node biopsy is indicated for thin melanomas ≥ 0.76 mm. *Ann Surg Oncol.* 2012;19(11):3335-42. DOI: 10.1245/s10434-012-2469-1.
- Maurichi A, Miceli R, Camerini T, et al. Prediction of survival in patients with thin melanoma: results from a multi-institution study. *J Clin Oncol.* 2014;32(23):2479-85. DOI: 10.1200/JCO.2013.54.2340.
- Bartlett EK, Gimotty PA, Sinnamon AJ, et al. Clark level risk stratifies patients with mitogenic thin melanomas for sentinel lymph node biopsy. *Ann Surg Oncol.* 2014;21(2):643-9. DOI: 10.1245/s10434-013-3313-y.
- Han D, Zager JS, Shyr Y, et al. Clinicopathologic predictors of sentinel lymph node metastasis in thin melanoma. *J Clin Oncol.* 2013;31(35):4387-93. DOI: 10.1200/JCO.2013.50.1114.
- Warycha MA, Zakrzewski J, Ni Q, et al. Meta-analysis of sentinel lymph node positivity in thin melanoma (≤ 1 mm). *Cancer.* 2009;115(4):869-79. DOI: 10.1002/cncr.24044.
- Gajdos C, Griffith KA, Wong SL, et al. Is there a benefit to sentinel lymph node biopsy in patients with T₄ melanoma? *Cancer.* 2009;115(24):5752-60. DOI: 10.1002/cncr.24660.
- Kachare SD, Singla P, Vohra NA, et al. Sentinel lymph node biopsy is prognostic but not therapeutic for thick melanoma. *Surgery.* 2015;158(3):662-8. DOI: 10.1016/j.surg.2015.05.012.
- Ribero S, Osella-Abate S, Sanlorenzo M, et al. Sentinel lymph node biopsy in thick-melanoma patients (N = 350): what is its prognostic role? *Ann Surg Oncol.* 2015;22(6):1967-73. DOI: 10.1245/s10434-014-4211-7.
- Scoggins CR, Bowen AL, Martin RC 2nd, et al. Prognostic information from sentinel lymph node biopsy in patients with thick melanoma. *Arch Surg.* 2010;145(7):622-7. DOI: 10.1001/archsurg.2010.115.
- El Sharouni MA, Witkamp AJ, Sigurdsson V, van Diest PJ. Trends in sentinel lymph node biopsy enactment in cutaneous melanoma. *Ann Surg Oncol.* 2019;26(5):1494-502. DOI: 10.1245/s10434-019-07204-2.
- Murtha TD, Han G, Han D. Predictors for use of sentinel node biopsy and the association with improved survival in melanoma patients who have nodal staging. *Ann Surg Oncol.* 2018;34(4):903-11. DOI: 10.1245/s10434-018-6348-2.
- Han D, Han G, Duque MT, et al. Sentinel lymph node biopsy is prognostic in thickest melanoma cases and should be performed for thick melanomas. *Ann Surg Oncol.* 2020;28(2):1007-16. DOI: 10.1245/s10434-020-08706-0.
- Han D, Han G, Morrison S, et al. Factors predicting survival in thick melanoma: do all thick melanomas have the same prognosis? *Surgery.* 2020;168(3):518-26. DOI: 10.1016/j.surg.2020.04.048.
- Veenstra HJ, Vermeeren L, Olmos RA, Nieweg OE. The additional value of lymphatic mapping with routine SPECT/CT in unselected patients with clinically localized melanoma. *Ann Surg Oncol.* 2012;19(3):1018-23. DOI: 10.1245/s10434-011-2031-6.
- Stoffels I, Boy C, Poppel T, et al. Association between sentinel lymph node excision with or without preoperative SPECT/CT and metastatic node detection and disease-free survival in melanoma. *JAMA.* 2012;308(10):1007-14. DOI: 10.1001/2012.jama.11030.
- Kretschmer L, Starz H, Thoms KM, et al. Age as a key factor influencing metastasizing patterns and disease-specific survival after sentinel lymph node biopsy for cutaneous melanoma. *Int J Cancer.* 2011;129(6):1435-42. DOI: 10.1002/ijc.25747.
- Sondak VK, Taylor JM, Sabel MS, et al. Mitotic rate and younger age are predictors of sentinel lymph node positivity: lessons learned from the generation of a probabilistic model. *Ann Surg Oncol.* 2004;11(3):247-58. DOI: 10.1245/aso.2004.03.044.
- Kocsis A, Karsko L, Kurgys Z, et al. Is it Necessary to Perform Sentinel Lymph Node Biopsy in Thin Melanoma? A Retrospective Single Center Analysis. *Pathol Oncol Res.* 2020;26(3):1861-8. DOI: 10.1007/s12253-019-00769-z.
- Balch CM, Soong SJ, Gershenwald JE, et al. Age as a prognostic factor in patients with localized melanoma and regional metastases. *Ann Surg Oncol.* 2013;20(12):3961-8. DOI: 10.1245/s10434-013-3100-9.
- Murali R, Haydu LE, Quinn MJ, et al. Sentinel lymph node biopsy in patients with thin primary cutaneous melanoma. *Ann Surg.* 2012;255(1):128-33. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3182306c72.
- Bagaria SP, Ray PS, Joseph RW, et al. Ultrathin primary is a marker for worse prognosis in lymph node-positive cutaneous melanoma. *Cancer.* 2013;119(10):1860-7. DOI: 10.1002/cncr.27985.
- Mitteldorf C, Bertsch HP, Jung K, et al. Sentinel node biopsy improves prognostic stratification in patients with thin (pT1) melanomas and an additional risk factor. *Ann Surg Oncol.* 2014;21(7):2252-8. DOI: 10.1245/s10434-014-3641-6.
- Gershenwald JE, Scolyer RA, Hess KR, et al. Melanoma staging: evidence-based changes in the American Joint Committee on Cancer eighth edition cancer staging manual. *CA Cancer J Clin.* 2017;67(6):472-92. DOI: 10.3322/caac.21409.

Вклад авторов

Е.А. Николаева, А.С. Крылов: проведение исследования, написание текста рукописи, получение и анализ данных, обзор публикаций по теме статьи.

А.Д. Рыжков, Л.Ю. Абдулова, Т.В. Захарова, М.Е. Билик, К.А. Барышников: разработка дизайна исследования, написание текста рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study

Сведения об авторах

Крылов Александр Сергеевич — заведующий лабораторией, врач-радиолог, кандидат медицинских наук, SPIN-код: 4254-3930, AuthorID: 723683. krilovas@rambler.ru.

Николаева Екатерина Алексеевна — клинический ординатор.

Рыжков Алексей Дмитриевич — ведущий научный сотрудник, врач-радиолог, доктор медицинских наук.

Абдулова Лилия Юрьевна — клинический ординатор.

Захарова Татьяна Вячеславовна — врач-радиолог.

Билик Мария Евгеньевна — врач-радиолог.

Барышников Кирилл Анатольевич — врач-онколог, кандидат медицинских наук.

Predictive Factors for Metastasis of Skin Melanoma of Varying Thickness According to Breslow to Sentinel Lymph Nodes

E.A. Nikolaeva^{1,2}, A.S. Krylov¹, A.D. Ryzhkov^{1,2}, L.Y. Abdulova¹, M.E. Bilik¹, T.V. Zakharova¹, K.A. Baryshnikov¹

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

² Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Barricadnaya str., 2/1, p. 1, Moscow, Russia 125993

Abstract

Purpose: To evaluate the prognostic factors in patients with Breslow skin melanoma of various thicknesses that affect the incidence of metastases in the signal lymph nodes (SLN).

Material and methods: From November 2018 to November 2020, 324 patients with diagnosed melanoma of the skin of various localization and stages were examined and operated on. We used lymphotropic colloidal radiopharmaceutical (RPh) labeled with ^{99m}Tc. RPh with an activity of 150 MBq was administered one day before the operation intradermally around the scar of resected melanoma or peritumorally at 4 points in the case of a primary tumor.

Lymphoscintigraphy was performed 1–3 hours after the RP injection on a Symbia E or Symbia E gamma camera (Siemens, Germany). Anteroposterior and lateral static polypositional scintigraphy was performed to determine the topography and mark the SLN. 324 planar studies were performed. In 259 cases, an additional study was performed SPECT (including SPECT / CT) on a Symbia T2 device (Siemens, Germany). Surgical intervention was performed the next day, taking into account the data of intraoperative radiometry using a domestic specialized hand-held gamma detector Radical (Amplituda, Russia).

Results: The mean primary melanoma Breslow thickness was 2.77 ± 2.2 mm (range 0.2–13.0 mm). Localization of SLN: axillary ($n = 161$, 51 %), inguinal ($n = 100$, 31 %), cervical ($n = 16$, 5 %), submandibular ($n = 9$, 3 %), supraclavicular ($n = 4$, 1 %), more than one basin ($n = 34$, 9 %).

In the group of melanomas <0.75 mm thick, no SLN metastases were found, among 0.75–1 mm melanomas, one positive lymph node with metastasis (SLN+) was found, in the largest group of melanomas of medium thickness (1–3.5 mm) — 25 (17 %). The largest percentage of metastases in SLN is determined in thick melanomas (> 3.5 mm) — 17 (28 %), which is consistent with the data of foreign literature, while SLN is most often affected with a Breslow tumor thickness of more than 7 mm. In the group with negative sentinel lymph nodes (SLN–), the average tumor thickness according to Breslow was 2.6 ± 2.0 mm, in the SLN+ group — 4.0 ± 2.9 mm, the differences between the groups are statistically significant, which is confirmed by the result of one-way analysis of variance.

The optimal threshold value of tumor thickness according to Breslow for the isolation of patients with a positive prognosis of metastasis in the SLN is 2.0 mm. It is characterized by the maximum levels of sensitivity (79 %) and specificity (59.1 %).

An older age of patients (over 35 years old) is also associated with an increased incidence of metastases in the SLN, but this indicator is not statistically significant.

Most often, SLN metastases were detected when the primary tumor was localized in the back (more often in men) and lower extremities (more often in women), while they are thicker (> 3.5 mm).

Conclusion: 1. According to the ROC-analysis, the optimal threshold value of the tumor thickness according to Breslow for the isolation of patients with a positive prognosis of metastasis in the SLN is 2.0 mm. It is characterized by the maximum levels of sensitivity (79 %) and specificity (59.1 %).

2. Statistically significant prognostic factors of metastasis in SLN: localization of the primary tumor in the back (more often in men) and lower extremities (more often in women); Breslow thickness over 3.5 mm.

3. The absence of the influence of gender and age was noted, with a slight predominance of women in both groups.

Key words: skin melanoma, sentinel lymph nodes, metastases, Breslow thickness

For citation: Nikolaeva EA, Krylov AS, Ryzhkov AD, Abdulova LY, Bilik ME, Zakharova TV, Baryshnikov KA. Predictive Factors for Metastasis of Skin Melanoma of Varying Thickness According to Breslow to Sentinel Lymph Nodes. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):18-25. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-18-25

Information about the authors:

Nikolaeva E.A. <https://orcid.org/0000-0002-7954-2560>
Ryzhkov A.D. <https://orcid.org/0000-0002-9571-801X>
Zakharova T.V. <https://orcid.org/0000-0001-7678-1454>
Baryshnikov K.A. <https://orcid.org/0000-0002-9532-4264>

Krylov A.S. <https://orcid.org/0000-0002-8476-7879>
Abdulova L.Y. <https://orcid.org/0000-0001-6799-1919>
Bilik M.E. <https://orcid.org/0000-0002-2592-685X>

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ФАЗЫ ПРИ КОНТРАСТ-УСИЛЕННОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ ПЕЧЕНИ, ПОЧЕК И СЕЛЕЗЕНКИ

А.В. Борсуков¹, О.А. Горбатенко¹, Д.Ю. Венидиктова¹, А.В. Тиханкова¹, И.З. Пулатова³, А.О. Тагиль¹, Т.С. Безменова², А.Р. Ахмедова²

¹ Смоленский государственный медицинский университет Минздрава РФ; Россия, 214006 Смоленск, ул. Фрунзе, 40;

² Клиническая городская больница №1; Россия, 214006 Смоленск, ул. Фрунзе, 40;

³ Ташкентский институт усовершенствования врачей; Узбекистан, 700007 Ташкент, ул. Паркентская, 51.

Контакты: Борсуков Алексей Васильевич bor55@yandex.ru

Реферат

Цель: Оценить эффективность нового способа определения длительности артериальной фазы при УЗИ печени, почек и селезенки с контрастированием.

Материал и методы: Было проведено обследование 37 пациентов с верифицированным диагнозом алкогольного гепатита с синдромом спленомегалии ($n = 11$), хронического вирусного гепатита В ($n = 14$) и диабетической нефропатии на фоне СД 2 типа ($n = 12$). Возраст обследованных пациентов составил 39–56 лет. Пациентам с диабетической нефропатией была проведена комплексная диагностика, включающая в себя ультразвуковое исследование внутренних органов в В-режиме с дальнейшей доплеровской оценкой состояния гемодинамики в сосудах почек. Пациентам с хроническим вирусным гепатитом В и алкогольным гепатитом был проведен комплекс мультипараметрического ультразвукового обследования, дополненный компрессионной эластографией (SE). Далее проводилось контраст-усиленное ультразвуковое исследование (КУУЗИ) почек с применением эхоконтрастного препарата SonoVue в дозах, рекомендуемых для каждого органа, с последующей оценкой артериальной фазы по стандартной и предложенной методике.

Результаты: При интерпретации результатов КУУЗИ печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В по стандартной методике были получены количественные оценки длительности артериальной фазы $16,4 \pm 15,7$ с, а по предложенной методике — $12,1 \pm 8,3$ с. У пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии те же показатели составляли $21,8 \pm 16,9$, и $17,3 \pm 12,8$ с соответственно, а при диабетической нефропатии — $13,5 \pm 9,5$ и $10,5 \pm 5,9$ с соответственно. Полученные результаты совместно с клинико-лабораторными показателями можно интерпретировать в пользу улучшения динамики. Зная приблизительные данные длительности артериальной фазы для печени (с 8–14 до 40 с), почки (10–20 до 25–35 с) и селезенки (8–60 с), можно сделать вывод, что предложенный способ определения время начала артериальной фазы при эхоконтрастировании является более точным, поскольку позволяет определить наличие диффузной патологии органов на микроциркуляторном уровне.

Выводы: 1. С использованием способа определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки были получены точные значения начала артериальной фазы контрастирования, тем самым увеличив значимость КУУЗИ в диагностике диффузной патологии печени, почек и селезенки.

2. Предложенный способ определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования позволяет проводить мониторинг эффективности лечения диффузной патологии почек, селезенки и печени (Патент RU № 2744825).

Ключевые слова: контраст-усиленное ультразвуковое исследование, диабетическая нефропатия, алкогольный гепатит, хронический вирусный гепатит В

Для цитирования: Борсуков А.В., Горбатенко О.А., Венидиктова Д.Ю., Тиханкова А.В., Пулатова И.З., Тагиль А.О., Безменова Т.С., Ахмедова А.Р. Методика определения длительности артериальной фазы при контраст-усиленном ультразвуковом исследовании печени, почек и селезенки. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):26–34.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-26-34

Введение

В настоящее время в лучевой диагностике происходит внедрение безопасных инновационных технологий, все чаще отодвигая на второй план инвазивные методики [1]. В 2020 г. весь мир стол-

кнулся с пандемией Sars-Cov-2, которая заставила усовершенствовать алгоритмы лучевой диагностики, а также подход к проведению исследований для выявления рентгенологических признаков коронавирусной инфекции [1, 2]. Наряду с нововведениями, прописанными во Временных методических

рекомендациях по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) и подтверждающими безальтернативность МСКТ органов грудной клетки в визуализации пневмонии, остро стал вопрос о проблеме радиационной безопасности пациентов [1–4].

В связи с этим необходимо внедрение неионизирующих методов визуализации для диагностики внутренних органов, таких как печень, почки и селезенка. В этом случае актуальность контраст-усиленного ультразвукового исследования внутренних органов значительно возрастает [3, 4].

Внедрение КУУЗИ в клиническую практику раскрывает новый потенциал в исследовании очаговых и диффузных заболеваний печени, почек и селезенки [4, 5]. Отсутствие гепатотоксичности и нефротоксичности эхоконтрастных препаратов (ЭКП) и хорошая переносимость позволяют применять их у пациентов как при компенсированной и субкомпенсированной диффузной патологии печени и почек, так и при декомпенсированном течении заболеваний [5–7]. Широко применяемая методика оценки артериальной фазы КУУЗИ оценивается на субъективном выборе врачом-оператором начала и конца визуализации артериального русла паренхиматозных органов [7].

Предлагается новый способ определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки, который позволит объективизировать определение начала артериальной фазы, так как имеется четкий количественный критерий, обоснованный анатомическими и физиологическими особенностями строения каждого органа. Это в свою очередь упрощает выявления диффузной патологии органов, снижает количество ложноположительных и ложноотрицательных заключений, а также позволяет объективизировать полученные данные начала артериальной фазы эхоконтрастирования с последующим динамическим мониторингом эффективности лечения диффузных патологий печени, селезенки и почек.

Цель исследования — оценить эффективность нового способа определения времени течения артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки.

Материал и методы

Были обследованы 37 человек с верифицированными диагнозами алкогольный гепатит с синдромом спленомегалии ($n = 11$), хронический вирусный гепатит В ($n = 14$) и диабетическая нефропатия на фоне СД 2 типа. ($n = 12$). Особенностью дизайна исследования было то, что 50 % пациентов каждой группы оценивалось по стандартной методике [7], а другие 50 % — по предложенной. Средний возраст обследуемых пациентов составил — $48 \pm 1,9$ лет. Комплекс лечения базировался на стандартных

алгоритмах, прописанных в клинических рекомендациях по алкогольной болезни печени (2019) [8], клинических рекомендациях по сахарному диабету 2 типа у взрослых (2019) [9], клинических рекомендациях по профилактике и лечению инфекций вирусами гепатита В и С (2020) [10].

Всем пациентам была проведена комплексная диагностика, включающая в себя: мультипараметрическое ультразвуковое исследование почек в В-режиме с дальнейшей доплеровской оценкой состояния гемодинамики в сосудах [11] (рис. 1). Пациентам с хроническим вирусным гепатитом В и алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии в алгоритм обследования был включен также метод определения жесткости паренхимы печени — компрессионной эластографии (SE) (рис. 2) [12].

Всем пациентам с диабетической нефропатией был проведен анализ следующих лабораторных биохимических данных: общий белок (г/л), СКФ (мл/мин), креатинин (ммоль/л), мочевины (ммоль/л), СОЭ.

Пациентам с верифицированным диагнозом алкогольного гепатита с синдромом спленомегалии (стаж заболевания 5–10 лет, диагноз выставлен на основании заключения врача-психиатра и врача-нарколога) и вирусным гепатитом В также проводилось лабораторное биохимическое исследование, в которое были включены показатели: общий белок (г/л), АЛТ (Ед/л), АСТ (Ед/л), ГГТ (Ед/л), щелочная фосфатаза (Ед/л), общий билирубин (мкмоль/л), прямой билирубин (мкмоль/л), СОЭ.

Далее проводилось КУУЗИ печени, почек и селезенки у пациентов с соответствующей патологией с применением эхоконтрастного препарата SonoVue в дозировках индивидуальных для каждого органа, в частности по [6, 7], в соответствии с Европейскими рекомендациями для клинической практики по контраст-усиленному ультразвуковому исследованию [5, 6, 13].

КУУЗИ было выполнено на УЗ-аппарате Hitachi Preirus (Hitachi Medical Corporation, Япония) в режиме с низкоамплитудным механическим индексом 0,06 и конвексным датчиком на 3–6 МГц. Для проведения настоящего исследования использовался эхоконтрастный препарат SonoVue (Bracco Swiss S.A., Швейцария).

Во время исследования рассматривали качественные показатели, где оценивали однородность/неоднородность контрастирования, симметричность накопления эхоконтрастного препарата в корковом и мозговом слоях, однородность/неоднородность и симметричность/асимметричность вымывания эхоконтрастного препарата. Преимуществом данной методики является возможность автоматической записи исследования с последующей обработкой полученных данных. В последующем оценивались количественные показатели КУУЗИ путем построения кривых интенсивности сигнала — время для получения оценки

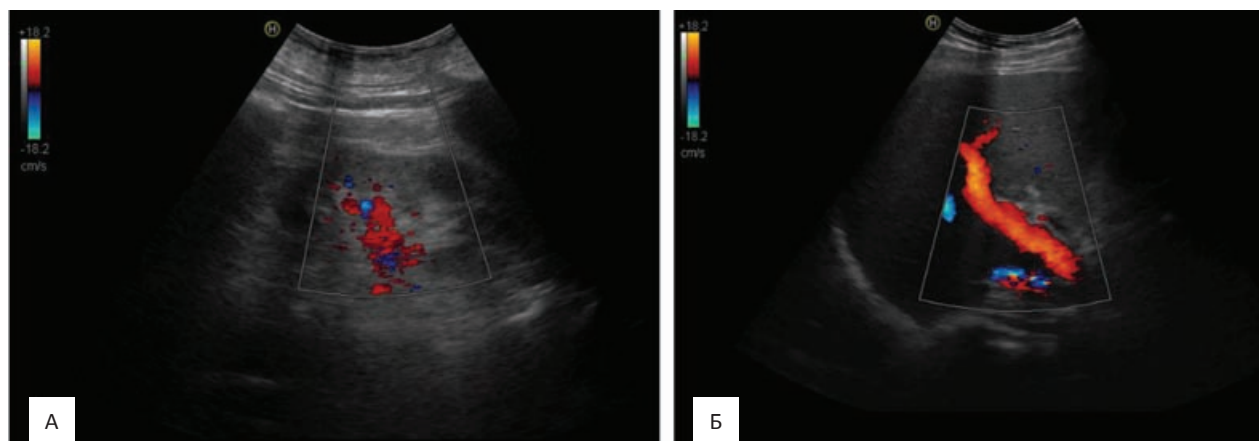


Рис. 1. А — ультразвуковое исследование сосудов правой почки по данным цветового доплеровского картирования (ЦДК) у пациента с диабетической нефропатией (2 тип по М. Bertolotto); Б — ультразвуковое исследование сосудов печени по данным ЦДК у пациента с хроническим вирусным гепатитом В ($V_{\max}$ 28,3 см/с; V_{mean} 11,3 см/с; FW 971 мл/мин)

Fig. 1. A — ultrasound examination of the right kidney vessels according to the Color Doppler in patient with diabetic nephropathy (type 2 according to M. Bertolotto); B — ultrasound examination of liver vessels according to Color Doppler in patient with chronic viral hepatitis B ($V_{\max}$ 28.3 cm/s; V_{mean} 11.3 cm/s; FW 971 ml/min)

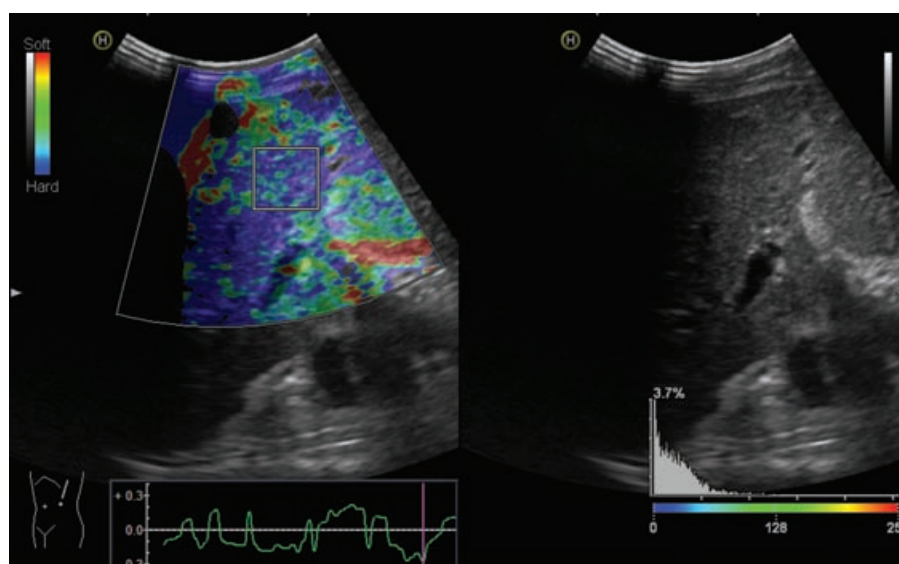


Рис. 2. Компрессионная эластография печени (SE) у пациента С., 41 год, с хроническим вирусным гепатитом В. LI — 5, 78, что соответствует фиброзу F4 (цирроз)

Fig. 2. Strain elastography of the liver (SE) in patient С., 41 y.o., with chronic viral hepatitis B. LI — 5, 78, which corresponds to F4 fibrosis (cirrhosis)

накопление (wash-in) / вымывание контрастного препарата (wash-out), где анализировали начало всех фаз. По завершении исследования оценивали количественные показатели КУУЗИ путем построения кривых для оценки накопления (wash-in) / вымывания контрастного препарата (wash-out).

Были проанализированы кортико-медуллярная (8–14 до 40 с) и паренхиматозная (40–45 до 300 с) фазы контрастирования при исследовании почек; артериальная (10–20 до 25–35 с), портальная (30–45 до 120 с) и поздняя (более 120 с) — при исследовании

печени; артериальная (8–60 с) и паренхиматозная фазы (1–5 мин) при исследовании селезенки [6].

Недостатком стандартного метода определения артериальной фазы контрастирования является то, что время начала артериальной фазы точно не определяется с момента входа контрастного вещества в орган через сосудистые ворота, а констатируется с момента визуализации сосудистого эхосигнала в периферических зонах печени и селезенки, а также в паренхиматозном слое почек, что связано с анатомо-физиологическими особенностями гемодинамики данных органов

[8, 9]. При проведении УЗИ в В-режиме в проекции сосудистых ворот определенного органа артерия отчетливо не визуализируется до начала введения эхоконтрастного препарата. Поэтому при попадании эхоконтраста в артерию его точную временную фиксацию прохождения через сосудистые ворота органа установить при УЗИ невозможно. Периферические зоны печени, селезенки и паренхиматозный слой почек обильно кровоснабжаются за счет мелких артерий, что дает улучшенную визуализацию контрастированных артерий при ультразвуковом исследовании. Именно это время визуализации и отмечается врачом-оператором как факт начала артериальной фазы, когда на самом деле срок начала артериальной фазы должен быть зафиксирован именно с момента поступления эхоконтраста в сосудистые ворота органа (рис. 3). Поскольку точное время расчета артериальной фазы эхоконтрастирования позволит объективизировать мониторинг эффективности лечения диффузных патологий печени, почек и селезенки, наличие данного фактора побудило создать новый способ определения времени течения артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки (патент RU № 2744825).

Сущность способа заключается в том, что определяют точное начало артериальной фазы эхоконтрастирования в органе, выбранном из печени, почек или селезенки путем нахождения расстояния между сосудистыми воротами соответствующего органа (рис. 4А), и первой точкой появления эхоконтраста в периферических участках исследуемого органа (рис. 4Б), с последующим вычислением времени прохождения эхоконтраста данного расстояния, путем деления длины отрезка, проходящего от ворот печени, почек или селезенки до первой точки появления эхоконтраста соответствующего органа, на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе и вычитанием этого времени из общей длительности процесса эхоконтрастирования от начала введения эхоконтраста до момента появления эхоконтраста в полученных зонах (рис. 3, 4В).

Предлагаемый способ осуществлялся следующим образом.

При ультразвуковом исследовании в В-режиме находят интересующий орган, а именно, сосудистые ворота, ориентируясь на наличие вены. Для печени — это воротная вена, для почки — печеночная вена, для селезенки — селезеночная вена (рис. 4А). При получении устойчивой УЗ-картины исследуемого органа переходят в режим контраст-усиленного ультразвукового исследования органов (КУУЗИ).

При проявлении контраста в артериях периферических участков исследуемого органа, выбирают наиболее стабильную зону, которую врач-оператор видит первоначально. Это зона с наличием эхо-

контраста в периферическом участке печени, зона с наличием эхоконтраста в дуговых и междольковых артериях в паренхиматозном слое почки, аналогичная зона в селезенке. Всю последовательность данного процесса записывают в память УЗ-аппарата в виде видеопетли с одновременным отсчетом секундомера с момента введения эхоконтраста пациенту до окончания исследования. Процесс эхоконтрастирования венозной фазы продолжают по предложенной методике, описанной в [6]. По окончании исследования катетер удаляют (рис. 4Б).

После окончания манипуляции проводят анализ видеопетли, на основании которых оценивают количественные параметры КУУЗИ, в частности на секундомере отмечают точное время появления эхоконтраста в сегментарных зонах исследуемого органа. В зависимости от исследуемых органов полученное время будет разным.

Последующим этапом является измерение маркером прибора расстояния от точки первой фиксации эхоконтраста в паренхиме органа до точки сосудистых ворот органа, которая является зоной пересечения соответствующей веной границы органа. В печени — это расстояние от точки появления эхоконтраста на периферии до точки сосудистых ворот, в почке — от точки появления эхоконтрастного препарата в корковом слое до сосудистых ворот, в селезенке — от точки появления эхоконтраста на периферии до точки сосудистых ворот. Полученные расстояния различны по длине, измеряемой в см, и для каждого исследуемого органа они индивидуальны (рис. 4В).

Для каждого исследуемого органа существует точное значение средней скорости артериального кровотока: в печеночной артерии — 92 см/с, в почечной артерии — 89 см/с, в селезеночной артерии — 83 см/с [14].

Зная длину отрезка (см) от первой точки появления эхоконтраста в периферических зонах до ворот органа и среднюю скорость артериального кровотока в каждом исследуемом органе (см/с), производят вычисления времени (в секундах) прохождения эхоконтраста, пассивно движущегося вместе с артериальной кровью по органу, путем деления длины отрезка соответствующего органа на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе. Показатель времени может изменяться в зависимости от исследуемого органа. После этого время прохождения эхоконтрастного вещества, пассивно движущегося с артериальной кровью по органу, вычитают от общего времени, зафиксированного секундомером на момент появления эхоконтраста в периферических зонах появления эхоконтраста. Это время является точным временем фиксации начала артериальной фазы эхоконтрастирования интересующего нас органа (рис. 4)

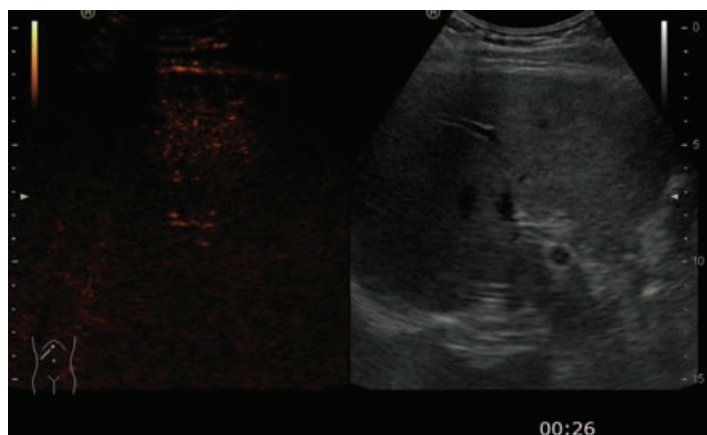


Рис. 3А. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование печени у пациента М., 41 год, с хроническим вирусным гепатитом В. Артериальная фаза по стандартной методике — 26 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 19 с

Fig. 3A. Contrast-enhanced ultrasound examination of the liver in patient M., 41 y.o., with chronic viral hepatitis B. The arterial phase according to the standard technique — 26 sec (time indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 19 sec

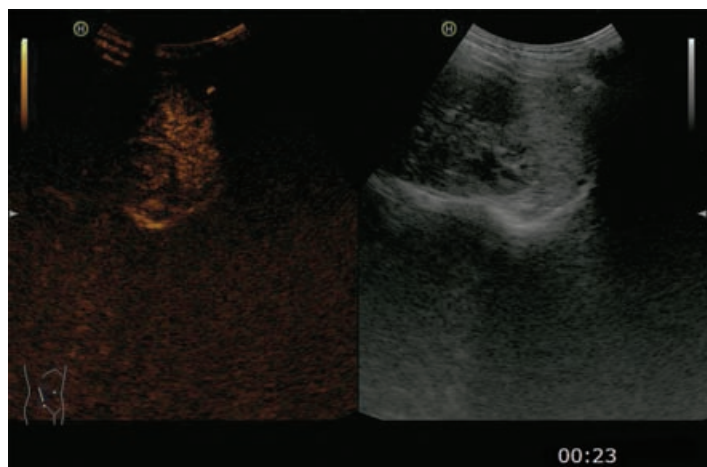


Рис. 3Б. Контраст-усиленное ультразвуковое исследование селезенки у пациента С, 38 лет, с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии. Артериальная фаза по стандартной методике — 23 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 16 с

Fig. 3B. Contrast-enhanced ultrasound examination of the spleen in patient C, 38 y.o., with alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome. The arterial phase according to the standard method is 23 sec (time is indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 16 sec

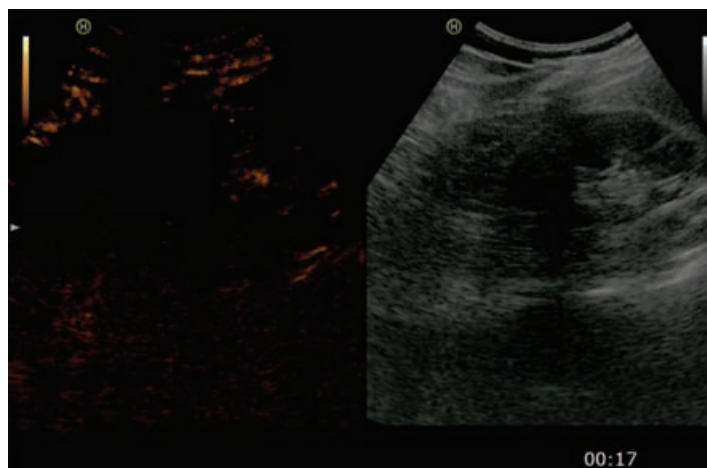


Рис. 3В. — Контраст-усиленное ультразвуковое исследование правой почки у пациента М., 56 лет, с диабетической нефропатией. Артериальная фаза по стандартной методике — 17 с (время указано на экране). Начало артериальной фазы по предложенной методике — 11 с

Fig. 3C. — Contrast-enhanced ultrasound examination of the right kidney in patient M., 56 y.o., with diabetic nephropathy. The arterial phase according to the standard method is 17 sec (the time is indicated on the screen). The beginning of the arterial phase according to the proposed method — 11 sec

Результаты

При интерпретации результатов КУУЗИ печени у пациентов с хроническим вирусным гепатитом В по стандартной методике продолжительность артериальной фазы контрастирования составляет $16,4 \pm 15,7$ с, по предложенной методике — $12,1 \pm 8,3$ с. У пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии такие же показатели КУУЗИ равны $21,8 \pm 16,9$ и $17,3 \pm 12,8$ с соответственно, а при диабетической нефропатии — $13,5 \pm 9,5$ и $10,5 \pm 5,9$ с соответственно.

Полученные результаты подтверждали клинко-лабораторные показатели, полученные у пациентов при каждой патологии.

Зная только приблизительные данные длительности артериальной фазы для печени (от 8–14 до 40 с), для почки (от 10–20 до 25–35 с) и для селезенки (8–60 с), можно сделать вывод, что предложенный способ определения времени начала артериальной фазы при эхоконтрастировании является более точным, поскольку позволяет определить наличие диффузной патологии органов на микроциркуляторном уровне. Оценка показателей артериальной

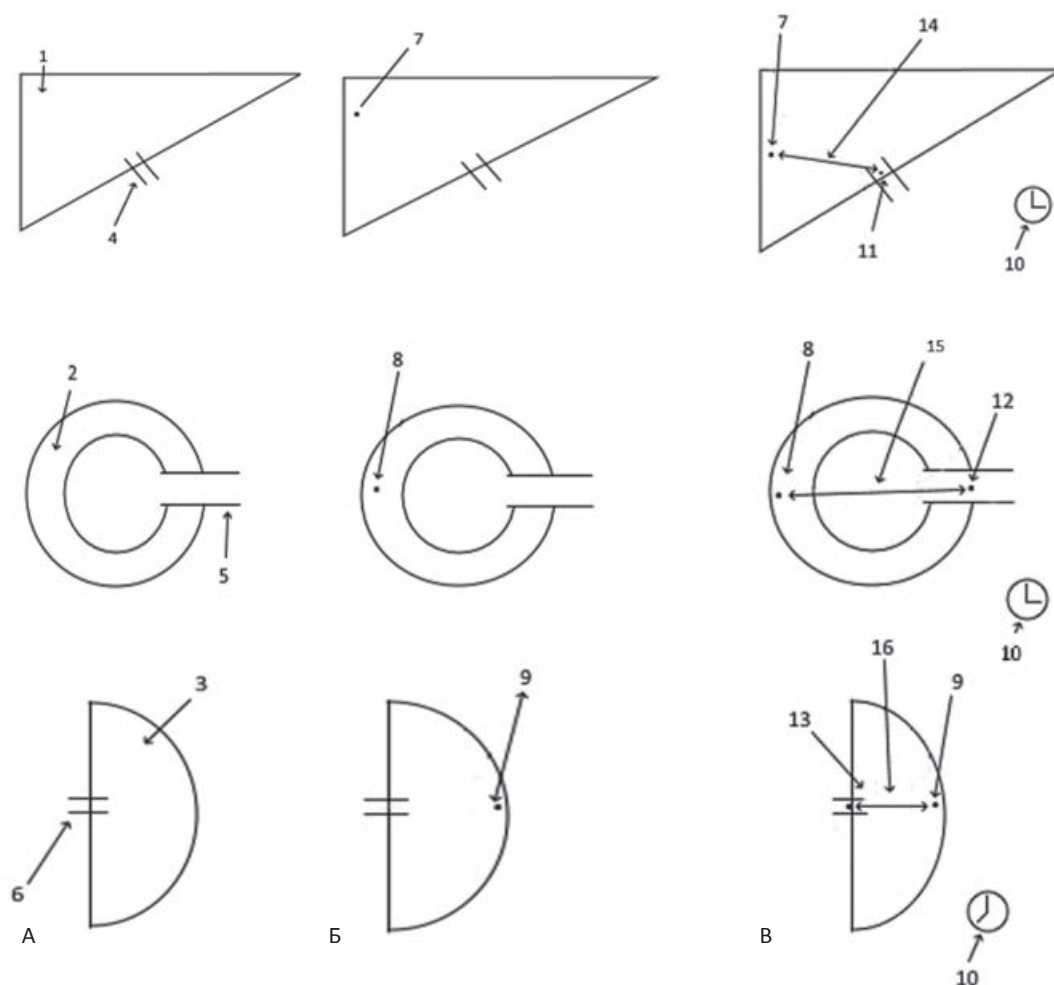


Рис. 4. А — схематически представленная модель 1 — печени, 2 — почки, 3 — селезенки; 4 — v. portae, 5 — v. renalis, 6 — v. Lienalis; Б — схематическое представление первой точки появления эхоконтраста в периферических участках 7 — печени, 8 — почки, 9 — селезенки; В — схематическое представление вычисления времени прохождения эхоконтраста, путем деления длины отрезка — 14, 15, 16, проходящего от ворот печени — 1, почек — 2 и селезенки — 3 до первой точки появления эхоконтраста соответствующего органа (7 — печени, 8 — почки, 9 — селезенки), на среднюю скорость артериального кровотока в исследуемом органе — 10 и вычитанием этого времени из общей длительности процесса эхоконтрастирования от начала введения эхоконтраста до момента появления эхоконтраста в полученных зонах

Fig. 4. А — schematically presented model 1 — liver, 2 — kidney, 3 — spleen; 4 — v. portae, 5 — v. renalis, 6 — v. lienalis; Б — schematic representation of the first point of appearance of contrast agent in the peripheral areas 7 — liver, 8 — kidney, 9 — spleen; В — schematic representation of calculating the time of passage of contrast agent, by dividing the length of the segment — 14, 15, 16 passing from the gate of the liver — 1, kidneys — 2 and spleen — 3 to the first point of appearance of the echo contrast of the corresponding organ (7 — liver, 8 — kidneys, 9 — spleen) by the average velocity of arterial blood flow in the studied organ — 10 and subtracting this time from the total duration of the echo contrasting process from the beginning of the introduction of contrast agent until the appearance of contrast agent in the obtained zones

фазы контрастирования печени, почек и селезенки при представленных патологиях на субклиническом этапе заболевания с нечеткой клинической симптоматикой позволит дополнить алгоритм обследования. Поскольку в настоящее время при количественной интерпретации результатов нет четких критериев начала артериальной фазы, то представленный способ способен объективизировать полученные данные КУУЗИ.

У всех пациентов с хроническим вирусным гепатитом В и вирусным алкогольным гепатитом с

синдромом спленомегалии отмечалось увеличение общего белка, общего и прямого билирубина 0,5 раз; АЛТ, АСТ и щелочная фосфатаза — в 3 раза. Также отмечалось значительное увеличение скорости оседания эритроцитов, что указывает на активность воспалительного процесса в печени. При проведенном ультразвуковом исследовании у всех пациентов обеих групп отмечалось увеличение печени в косовертикальном и краниокаудальном размерах с визуальной крупнозернистой эхоструктурой с признаками портальной гипертензии

(расширение v. portae более 15 мм). По результатам эластографии (SE) у 4 пациентов с хроническим вирусным гепатитом В была выставлена стадия F4, что соответствует циррозу печени, а у 10 человек — стадия F3, подтверждающая наличие фиброза. У всех пациентов с алкогольным гепатитом с синдромом спленомегалии также отмечалось увеличение биохимических показателей крови, в особенности уровня ГГТ — в 11 раз, АЛТ и АСТ — в 2 раза.

Обсуждение

В настоящее время контраст-усиленное ультразвуковое исследование является стремительно развивающимся неионизирующим методом инструментальной диагностики [5, 6]. По данным Европейских рекомендаций для клинической практики по контраст-усиленному ультразвуковому исследованию, применение данного метода безопасно для пациентов с диффузными и очаговыми поражениями внутренних органов, поскольку эхоконтрастные препараты не являются нефротоксичными и гепатотоксичными [6].

Основная практическая ценность КУУЗИ заключается в согласовании количественных и качественных результатов исследования, позволяющая делать предположительные выводы о патологии с последующим решением о ведении пациента. К сожалению, с учетом анатомических и физиологических особенностей каждого органа, определение показателей артериальной фазы контрастирования при проведении КУУЗИ не всегда удается интерпретировать точно. Это подталкивает к поиску новых решений определения основного параметра данного метода. Так как печень имеет двойное кровоснабжение, где меньшая часть кровотока идет по а. hepatica, а большая по v. portae, начало артериальной фазы констатируется, когда эхоконтрастный препарат достигает а. hepatica; в селезенке — когда достигает а. lienalis [5]. Поскольку почки имеют самую высокую перфузию в организме, время, которое затрачено на прохождение эхоконтрастного препарата от почечной артерии до почечной вены составляет не более 3 с. Таким образом, определить точное начало артериальной фазы фактически невозможно. Это способствуют ряду интерпретационных ошибок относительно начала артериальной фазы. В свою очередь, это не позволяет проводить точный динамический мониторинг лечения пациентов по результатам КУУЗИ. Поскольку границы значений, которые конкретизируют конкретную патологию по данным КУУЗИ, в настоящее время являются результатом научных исследований, то предложенный способ определения продолжительности артериальной фазы контрастирования печени, почек и селезенки позволяет уточнить важный временной параметр для зоны исследования.

Выводы

1. С использованием способа определения продолжительности артериальной фазы эхоконтрастирования печени, почек и селезенки были получены точные значения начала артериальной фазы контрастирования, тем самым увеличив значимость КУУЗИ в диагностике диффузной патологии печени, почек и селезенки (Патент RU № 2744825).

2. Предложенный способ определения длительности артериальной фазы эхоконтрастирования позволяет проводить мониторинг эффективности лечения большинства диффузной патологии почек, селезенки и печени.

Список литературы / References

1. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10, 2021. 261 с. [Temporary guidelines. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 10, 2021. 261 p. (In Russian)].
2. Сперанская АА. Лучевые проявления новой коронавирусной инфекции COVID-19 // Лучевая диагностика и терапия. 2020;11(1):18-25. [Speranskaya AA. Radiological signs of a new coronavirus infection COVID-19. Diagnostic radiology and radiotherapy. 2020;11(1):18-25. (In Russian)]. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-11-1-18-25.
3. Самойлов АС, Удалов ЮД, Рубцов ВИ и др. Радиационная обработка защитных комбинезонов и выбор средств индивидуальной защиты персонала, контактирующего с коронавирусной инфекцией. Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2020;65(3):85-94. [Samoylov AS, Udalov YuD, Rubtsov VI, et al. Radiation Treatment of Protective Overalls and Selection of Personal Protection Equipment for the Personnel Exposed to Coronavirus Infection. Medical Radiology and Radiation Safety. 2020;65(3):85-94. (In Russian)]. DOI: 10.12737/1024-6177-2020-65-3-85-94.
4. Борсуков АВ. Контрастно-усиленное ультразвуковое исследование печени: эволюция оценок мировых экспертов с 2012 по 2020 гг. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(1):20-30. [Borsukov AV. Contrast-enhanced ultrasound of the liver: the evolution of world experts' assessments from 2012 to 2020. Oncological journal: radiation diagnostics, radiation therapy. 2021;4(1):20-30. (In Russian)]. DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-1-20-30.
5. Claudon M, Dietrich CF, Choi BI, et al. Guidelines and good clinical practice recommendations for contrast enhanced ultrasound (CEUS) in the liver — update 2012: a WFUMB-EF-SUMB initiative in cooperation with representatives of AF-SUMB, AIUM, ASUM, FLAUS and ICUS. Ultraschall Med. 2013;34(1):11-29. DOI: 10.1055/s-0032-1325499.
6. Вексхотт Г.-П. Контрастная сонография. 1-е изд. Бремен: UNI-MED, 2014. 284 с. [Weskott H.-P. Contrast sonography. 1st ed. Bremen: UNI-MED, 2014. 284 p. (In Russian)].
7. Ультразвуковое исследование с применением контрастных препаратов. От простого к сложному. Под ред. Сенча А.Н. М.: МЕДпресс-информ, 2021. 296 с. [Ultrasound examination using contrast agents. From simple to complex. Ed. Sench AN. M. 2021. 296 p. (In Russian)].
8. Клинические рекомендации «Алкогольная болезнь печени». 2019. 38 с. [Clinical guidelines «Alcoholic Liver Disease». 2019. 38 p. (In Russian)].

9. Клинические рекомендации «Сахарный диабет 2 типа у взрослых». 2019. 228 с. [Clinical guidelines «Type 2 diabetes mellitus in adults». 2019. 228 p. (In Russian)].
10. Хубутия МШ, Восканян СЭ, Сюткин ВЕ и др. Рекомендации по профилактике и лечению инфекций вирусами гепатита В и С у больных, находящихся в Листе ожидания трансплантации печени, и реципиентов печени. Трансплантология. 2020;12(3):231-44. [Khubutia MSh, Voskanyan SE, Syutkin VE, et al. Recommendations for the prevention and treatment of infections with hepatitis B and C viruses in patients on the waiting list for liver transplantation and liver transplant recipients. Transplantation. 2020;12(3):231-44. (In Russian)]. DOI: 10.23873/2074-0506-2020-12-3-231-244.
11. Bertolotto M, Quaia E, Galli G, et al. Color Doppler sonographic appearance of renal perforating vessels in subjects with normal and impaired renal function. J Clin Ultrasound. 2000;28(6):267-76. DOI: 10.1002/1097-0096(200007/08)28:6<267::aid-jcu1>3.0.co;2-p.
12. Sheiman JA. Патопфизиология почки. Пер. с англ. М.: Издательство БИНОМ. 2019. 192 с. [Sheiman JA. Pathophysiology of the Kidney. Moscow. 2019. 192 p. (In Russian)].
13. Omar A, Freeman S. Contrast-enhanced ultrasound of the spleen. Ultrasound. 2016 24(1):41-9. DOI: 10.1177/1742271X15617214.
14. Капустин СВ., Пиманов СИ, Жерко ОМ, Чуканов АН. Ультразвуковое исследование в таблицах и схемах. 7-е изд. — М.: Умный доктор. 2019. — 166 с. [Kapustin SV, Pimanov SI, Zherko OM, Chukanov AN. Ultrasound examination in tables and diagrams. 7th ed. Moscow. 2019. 166 p. (In Russian)].

Вклад авторов

А.В. Борсуков: разработка дизайна исследования.
О.А. Горбатенко: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных; написание текста рукописи; исполнитель проведенного исследования.
А.В. Тиханкова: исполнитель проведенного исследования.
Д.Ю. Венидиктова: исполнитель проведенного исследования.
И.З. Пулатова: исполнитель проведенного исследования.
Т.С. Безменова: исполнитель проведенного исследования.
А.Р. Ахмедова: исполнитель проведенного исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study

Сведения об авторах

Борсуков Алексей Васильевич — доктор медицинских наук, профессор, директор Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, bor55@yandex.ru.

Горбатенко Ольга Александровна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, o.gorbatenkon@gmail.com.

Венидиктова Дарья Юрьевна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, 92darv@gmail.com.

Тиханкова Анна Витальевна — аспирант Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, annatikh67@mail.ru.

Пулатова Ирода Закирходжаевна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии с курсом ультразвуковой диагностики Ташкентского института усовершенствования врачей, iroda1979@mail.ru.

Тагиль Антон Олегович — младший научный сотрудник Проблемной научно-исследовательской лаборатории «Диагностические исследования и малоинвазивные технологии» ФГБОУ ВО СГМУ Минздрава России, anton.tagil95@gmail.com.

Безменова Татьяна Сергеевна — медицинская сестра отделения «Функциональная диагностика» ОГБУЗ Клиническая больница №1, t.bezmenova32@ya.ru

Ахмедова Алида Рустам кызы — старшая медицинская сестра отделения «Диагностических и малоинвазивных технологий» ОГБУЗ Клиническая больница №1, Смоленск, lida.akhmedova.98@list.ru

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

Methodology for Determination of the Arterial Phase During Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Liver, Kidneys and Spleen**A.V. Borsukov¹, O.A. Gorbatenko¹, D.Yu. Venidiktova¹, A.V. Tikhankova¹, I.Z. Pulatova³, A.O. Tagil¹, T.S. Bezmenova², A.R. Ahmedova²**¹ Smolensk State Medical University; 40 Frunze str., Smolensk, Russia 214006;² Clinical Hospital No. 1; 40 Frunze str., Smolensk, Russia 214006;³ Tashkent Institute for Advanced Medical Studies; 51 Parkentskaya str., Tashkent, Uzbekistan, 700007.**Abstract**

Purpose: To assess the effectiveness of a new method of contrast-enhanced ultrasound examination (CEUS) for determining the duration of the arterial phase of contrasting liver, kidney and spleen.

Material and methods: We examined 37 patients with a verified diagnosis of viral alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome ($n = 11$), chronic hepatitis B ($n = 14$) and diabetic nephropathy against the background of type 2 diabetes ($n = 12$). The age of the examined patients was 39–56 years. Patients with diabetic nephropathy underwent complex diagnostics, including ultrasound examination of internal organs in B-mode with further Doppler assessment of the hemodynamics in the vessels of the kidneys. Patients with chronic viral hepatitis B and alcoholic hepatitis underwent a multiparametric ultrasound complex of examination, supplemented by strain elastography (SE). Further, a contrast-enhanced ultrasound examination (CEUS) of the kidneys was carried out using an echocontrast agent SonoVue in doses recommended for each organ, followed by an assessment of the arterial phase according to the standard and proposed method.

Results: While interpreting the data of the liver study in patients with chronic viral hepatitis B according to the standard method, quantitative data were obtained for the duration of the arterial phase of 16.4 ± 15.7 sec, and according to the proposed method, 12.1 ± 8.3 sec. In patients with alcoholic hepatitis with splenomegaly syndrome, the CEUS values are 21.8 ± 16.9 , 17.3 ± 12.8 sec, in patients with diabetic nephropathy, — 13.5 ± 9.5 and 10.5 ± 5.9 sec accordingly. The results obtained, together with clinical and laboratory indicators can be interpreted in favor of improving the dynamics. Knowing the approximate data on the duration of the arterial phase during for the liver (from 8–14 to 40 sec), for the kidney (10–20 to 25–35 sec), for the spleen (8–60 sec), it can be concluded that the proposed method for determining the time of the onset of the arterial phase during CEUS is more accurate, since it allows one to determine the presence of diffuse pathology of organs at the microcirculatory level.

Conclusion: 1. The exact values of the onset of the arterial phase of contrasting were determined, thereby increasing the importance of CEUS in the diagnosis of diffuse pathology of the liver, kidneys and spleen.

2. The proposed method for determining the flow time of the arterial phase of echocontrast agent allows monitoring the effectiveness of treatment of diffuse pathology of the kidneys, spleen and liver (Patent RU No. 2744825).

Key words: *contrast-enhanced ultrasound, diabetic nephropathy, alcoholic hepatitis, chronic viral hepatitis B*

For citation: Borsukov AV, Gorbatenko OA, Venidiktova DYU, Tikhankova AV, Pulatova IZ, Tagil AO, Bezmenova TS, Ahmedova AR. Methodology for Determination of the Arterial Phase During Contrast-Enhanced Ultrasound Examination of the Liver, Kidneys and Spleen. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):26–34. (In Russian). DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-26-34

Information about the authors:

Borsukov A.V. <https://orcid.org/0000-0003-4047-7252>

Gorbatenko O.A. <https://orcid.org/0000-0002-8820-7713>

Venidiktova D.Yu. <https://orcid.org/0000-0001-5497-1476>

Tagil A.O. <https://orcid.org/0000-0001-6400-8405>

ВОЗМОЖНОСТИ МУЛЬТИПАРАМЕТРИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ В ДИАГНОСТИКЕ КИСТОЗНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОЧЕК

Р.А. Кадырлеев¹, С.С. Багненко^{1,2}, Е.А. Бусько^{1,3}, Е.В. Костромина^{1,2}, Л.Н. Шевкунов¹, К.В. Козубова¹, А.Б. Гончарова³

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; Россия, 194100 Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2;

³ Санкт-Петербургский государственный университет; Россия, 199034 Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9.

Контакты: Кадырлеев Роман Андреевич romankadyrleev@gmail.com

Реферат

Цель: Сравнить функциональные возможности и оценить эффективность серошкального В-режима, доплеровского картирования и эхоконтрастирования в оценке кистозных образований почек.

Материал и методы: Ультразвуковое исследование (УЗИ) проведено 61 пациенту с кистозными образованиями почек (категория Bosniak $\geq$ II). Кисты категорий Bosniak $\geq$ III гистологически верифицированы, остальные (категории II–IIIF) находились на динамическом контроле. Всем пациентам выполнялось УЗИ в серошкальном режиме, цветное доплеровское картирование (ЦДК) и контрастное ультразвуковое исследование (КУЗИ).

Результаты: Эффективность В-режима составила: чувствительность — 55,6 %; специфичность — 72,1 %; точность — 62,3 %, в режиме ЦДК те же показатели составили 52,8; 80,1; 63,9 % соответственно. КУЗИ существенно повысило возможности метода, а так же позволяло оценивать кистозные образования по критериям Bosniak с показателями эффективности метода до 100,0; 92,0; 96,7 % соответственно.

Выводы: КУЗИ продемонстрировало высокую информативность при оценке кистозных образований почек по сравнению с нативным УЗИ и режимами ЦДК и ЭДК, а потому методику следует рассматривать как перспективную для включения в алгоритм обследования сложных кист почек.

Ключевые слова: почечно-клеточный рак, контрастно-усиленное ультразвуковое исследование, классификация Bosniak, кистозные образования

Для цитирования: Кадырлеев Р.А., Багненко С.С., Бусько Е.А., Костромина Е.В., Шевкунов Л.Н., Козубова К.В., Гончарова А.Б. Возможности мультипараметрического ультразвукового исследования в диагностике кистозных образований почек. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):35-43.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-35-43

Введение

В 2018 г. частота встречаемости рака почек в России оценивалась как 24 291 новый случай, что составляло 3,9 % в структуре онкологической заболеваемости [1]. С 1980 г. отмечается выраженное снижение темпов прироста, обусловленное реализацией возможностей ранней диагностики. В настоящее время рост заболеваемости происходит в основном за счет увеличения продолжительности жизни, а также из-за повышения реализации факторов риска [2].

Примерно в 10–15 % случаев почечно-клеточный рак (ПКР) может быть представлен кистозной структурой с неоднородным содержанием, что обусловлено распадом опухоли, внутренним ростом кисты, переросшей в опухоль, и наличием злокачественных новообразований в кисте [3]. Исторически агрессивное лечение сложных кист, предположительно являющихся ПКР, по сей день способствует удалению многих доброкачественных образований и неагрессивных ПКР [4]. На

сегодняшний день наиболее важную роль в алгоритме обследования пациентов с патологией почек играют методы лучевой диагностики [5].

Для анализа сложных кист и определения тактики ведения соответствующих пациентов в 1986 г. была разработана классификация Bosniak [6]. С ее помощью появилась возможность оценивать злокачественный потенциал кист на базе ряда КТ-критериев: форма и размеры очага, толщина стенок, наличие внутренних перегородок и плотных пристеночных образований, характер их контрастирования, присутствие кальцификатов [7, 8].

Активное развитие рентгеновской компьютерной томографии и других методов лучевой диагностики способствовало неоднократному пересмотру отдельных положений классификации и ее усовершенствованию. Однако следует признать, что до сих пор целый ряд вопросов ее применения остается нерешенным, требуют дополнительной стандартизации методические аспекты выполнения самих диагностических процедур, обсуждаются перспективы возможного привлечения альтернативных

модальностей [8, 9]. Так, врачи часто расходятся во мнении по поводу категории отдельных выявленных образований. Абсолютные разногласия, по мнению Schoots I.G. et al, находятся в промежутке от 6 % до 75 % и присущи образованиям категорий II, IIF и III. В связи с этим авторы делают вывод о потенциальной ненадежности предложенных критериев оценки в клинической практике [9]. В ряде публикаций отмечено, что определение истинной распространенности ПКР в кистах почек является затруднительным из-за вопросов, связанных с тем, были ли использованы оптимальные методы визуализации и правильно ли применялась классификация Bosniak [9, 10]. Graumann O. et al указывают на то, что ошибки отнесения образований, впоследствии оказавшимися ПКР, к кистам I категории, почти всегда были связаны с некорректной техникой визуализации или низким качеством изображений [11].

До появления ультразвуковых контрастирующих веществ (УКВ) применение базовых методик УЗИ (серошкальный режим и доплеровские методики) для анализа кистозных образований почек, в рамках классификации Bosniak, было малоинформативным или невозможным. Но все чаще используемый в последние годы мультипараметрический подход при сонографии (мпУЗИ) преимущественно за счет использования УКВ кардинально изменил эту ситуацию [12, 13].

На сегодняшний день, главным образом в иностранной литературе, уже представлено немало публикаций, которые описывают КУЗИ в сравнении с другими высокотехнологичными методами лучевой диагностики [6, 14]. Большинство работ отмечают схожий паттерн контрастирования при эхографии, КТ и МРТ [5, 15, 16]. Более того, ряд авторов считает, что КУЗИ в будущем будет являться методом выбора при оценке кистозных образований почек, избегая проведения КТ или МРТ с контрастированием [17–19]. Кроме того, они отмечают серьезный потенциал методики в плане более корректного отбора пациентов для динамического наблюдения, хирургического лечения и выполнения биопсий [20].

В то же время нельзя не отметить некоторые трудности и ограничения мпУЗИ. Прежде всего это высокая аппарато- и операторозависимость, отсутствие общепринятого стандартизированного протокола сканирования, сложности визуализации очага при избытке висцерального жира или при топографически сложном для УЗИ расположении образования, вопросы лицензирования и доступности к клиническому применению УКВ [3, 8, 21].

Таким образом, кистозные образования почек являются актуальной проблемой современной медицины. Общепринятая для их анализа классификация Bosniak с появлением методики эхоконт-

растирования стала доступна и в рамках УЗИ. Формально, мпУЗИ в эту классификацию еще не включено, однако работы в данном направлении на протяжении последних лет ведутся, подходы совершенствуются и предварительные публикации демонстрируют многообещающие результаты. Поэтому, на наш взгляд, дальнейшие исследования в данной области весьма перспективны.

Материал и методы

Исследование мпУЗИ (включающее обследование в серошкальном В-режиме, ЦДК, ЭДК и КУЗИ) выполнено 61 пациенту с различными кистозными образованиями почек (категории Bosniak $\geq$ II). Кисты Bosniak I в исследование не были включены умышленно ввиду наличия фактически патогномичной лучевой картины, полного отсутствия расхождений в диагнозе с другими диагностическими методами, отсутствия необходимости введения УКВ, дальнейшего контроля и гистологической верификации соответственно.

Все выявленные кисты категорий Bosniak $\geq$ III гистологически верифицированы, остальные (категории II–IIF) находились на динамическом контроле. Возраст больных варьировал от 34 до 82 лет и в среднем составил $62 \pm 4,7$ лет у мужчин и $60 \pm 12,7$ лет у женщин.

Сканирование выполняли на аппаратах Aloka Noblus, Hi Vision Avius и Hi Vision Ascendus (Hitachi, Япония). Схема исследования включала в себя обзорное сканирование органов брюшной полости с дальнейшим детальным последовательным изучением паренхимы почек и прицельным изучением очаговых образований.

Для оценки и интерпретации кистозных образований мы использовали обновленную версию классификации Bosniak от 2019 г., которая включает в себя 5 категорий (рис. 1) по степени возрастания вероятности злокачественности [6, 22]:

- I категория — тонкая стенка (≤ 2 мм), анэхогенное содержимое, без перегородок.
- II категория — не более 3 перегородок, стенка или перегородка может контрастироваться, образование малое для оценки.
- IIF категория — минимально утолщенная (3 мм) стенка и накопление УКВ, минимально утолщенные (3 мм) одна или более перегородки с накоплением УКВ, множественные (≥ 4) ровных тонких (≤ 2 мм) перегородок с накоплением УКВ.
- III категория — одна и более накапливающая УКВ (≥ 4 мм в толщину) стенка или перегородка, неравномерное утолщение (≤ 3 мм с тупым углом протрузии) стенки или перегородки.
- IV категория — один или более пристеночных образований с накоплением (≥ 4 мм с тупым углом протрузии или любого размера с острым углом протрузии).

В серошкальном режиме анализировалась толщина стенок и перегородок в структуре кистозных опухолей, а также сам факт их наличия и общее количество, фиксировали визуализацию пристеночного компонента.

При работе с использованием доплеровских методов акцент был сделан на возможности метода определять кровоток в структуре стенок и перегородок у очагов категорий IIF и III (при наличии кровотока киста расценивалась как Bosniak III), а также в структуре пристеночного компонента кист категории IV.

На заключительном этапе проводили контрастирование. У всех пациентов было получено добровольное информированное согласие на проведение манипуляции, проведена беседа о необходимости во время сканирования дышать поверхностно с минимальной экскурсией брюшной стенки.

В день проведения исследования пациентам предварительно был установлен катетер диаметром 18G в периферическую вену, как правило, на левой руке. КУЗИ почек проводилось с использованием препарата Соновью (Bracco Swiss S.A., Швейцария), международное название «Серы гексафторид» (Sulfur hexafluoride).

Препарат вводили в объеме не более 1,0 мл на одного человека во избежание гиперконтрастирования почечной паренхимы. Сразу после этого дополнительно вводили от 5 до 10 мл 0,9 %-го раствора NaCl. Одновременно с введением контрастного вещества включалась запись кинопетли и активировался секундомер. Принимая во внимание, что почки достаточно подвижны при дыхании, для получения наиболее информативных качественных показателей пациентов просили задержать дыхание в кортикальную фазу (момент появления препарата в корковом веществе почки) и во время начала вымывания УКВ из органа.

Статистическую обработку и анализ данных осуществляли с использованием пакета специализированных программ Statistica, версии 9.0 и MATLAB 2020a с пакетом Statistics and Machine Learning Toolbox.

Полученные результаты обрабатывали с использованием методов параметрической и непараметрической статистики. Соответствие статистического распределения изучаемых показателей теоретическому нормальному распределению Гаусса оценивали с помощью критерия Колмогорова — Смирнова и Шапиро — Уилкса. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимался равным 0,05.

Диагностическая эффективность используемых методов определялась по стандартным показателям.

После того как было выяснено, что две группы значимо различаются, была определена граница между двумя группами. Также был проведен ROC-анализ (Receiver Operator Characteristic — операционная характеристика приемника). Характеристическая кривая строилась по мерам чувствительности и специфичности.

В качестве дополнительного критерия применяли оценку площади под кривой AUC (Area Under Curve), значения которой сопоставлялись с экспертной шкалой, позволяющей судить о качестве модели.

Результаты

Серошкальный режим

В первую очередь оценивались данные, полученные в В-режиме (рис. 2). Установлено, что размер выявленных кистозных образований почек в среднем составил 28 ± 17 мм (31 ± 16 мм доброкачественные, 24 ± 15 мм злокачественные).

Очаги чаще имели неправильную форму — 35 (57,3 %), 20 (57,1 %) из которых были злокачественными. Неоднородная структура чаще определялась при подозрении на малигнизацию — 21 (53,8 %).

Установлена статистически значимая сопряженность ($p < 0,05$) между характеристиками контура кисты и злокачественностью процесса. У доброкачественных очагов чаще контур был четким (42,8 % и 14,2 % наблюдений соответственно). Злокачественные образования преимущественно имели размытые границы (56,7 %). Критерий измерения толщины стенки для серошкального режима



Рис. 1. Схематическое изображение распределения кистозных образований по классификации Bosniak [22]
Fig. 1. Schematic representation of the distribution of cystic formations according to the Bosniak classification [22]

оказался статистически незначимым, в связи с частыми ложноположительными результатами.

Доплеровские методики

При выполнении доплеровских методик определяемый кровоток в структуре и по периферии образований мы разделили на: периферический (по капсуле образования), в структуре перегородок и смешанный (регистрируемый как в перегородках, так и в структуре стенки). Подобный подход оказался эффективным и показал высокую диагностическую значимость сопряженность с типом опухоли ($p < 0,05$).

Исследование показало, что при доброкачественных изменениях выявлялся только периферический тип кровотока (100 %) (рис. 3).

В злокачественных опухолях он присутствовал значительно реже (43,3 %). При онкологических заболеваниях также могли отмечаться кровотоки в структуре перегородок (рис. 4) и смешанные варианты, однако частота их выявления

была ниже и составила 26,7 % и 30 % наблюдений соответственно.

КУЗИ

Наибольший интерес представляло проведение исследования с применением УКВ в связи с тем, что мы получали данные, приближенные к классическим критериям классификации Bosniak, предполагающим оценку динамики накопления и вымывания контрастного агента различными элементами исследуемого очага.

Основными критериями контрастирования, которые были учтены, были поступление УКВ в стенку кистозной опухоли, перегородки и пристеночные образования, которые часто выявлялись на фоне кист с неоднородным содержимым.

Так, активное поступление УКВ в структуру перегородок (рис. 5) в 96,6 % определялось у злокачественных опухолей и только в 3,4 % у доброкачественных.

Доброкачественные образования в большинстве своем не усиливались (71,4 %) (рис. 6) и только в 28,6 %

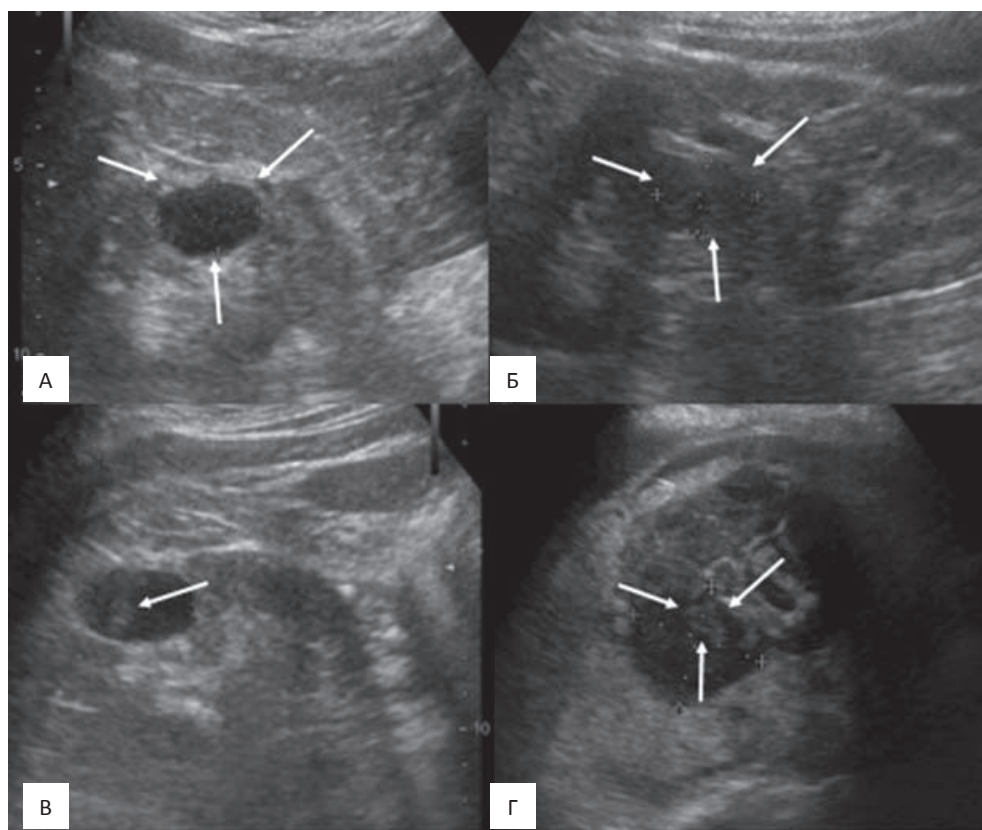


Рис. 2. Оценка кистозного образования в серошкальном режиме: А — Bosniak II, однородное гетероэхогенное кистозное образование с четким ровным контуром (стрелки); Б — Bosniak IIF, неоднородное гетероэхогенное кистозное образование с нечетким неровным контуром (стрелки); В — Bosniak III, неоднородное гетероэхогенное кистозное образование с утолщенной перегородкой (стрелка), с четким неровным контуром; Г — Bosniak IV неоднородное гетероэхогенное кистозное образование с пристеночным компонентом (стрелки)

Fig. 2. Assessment of cystic lesion in the gray-scale mode: A — Bosniak II, homogeneous heteroechoic cystic lesion with a well defined regular outline (arrows); Б — Bosniak IIF, heterogeneous heteroechoic cystic lesion with a ill defined irregular contour (arrows); В — Bosniak III, heterogeneous heteroechoic cystic lesion with a thick septa (arrow), with a well defined regular contour; Г — Bosniak IV heterogeneous heteroechoic cystic lesion with a parietal component (arrows)

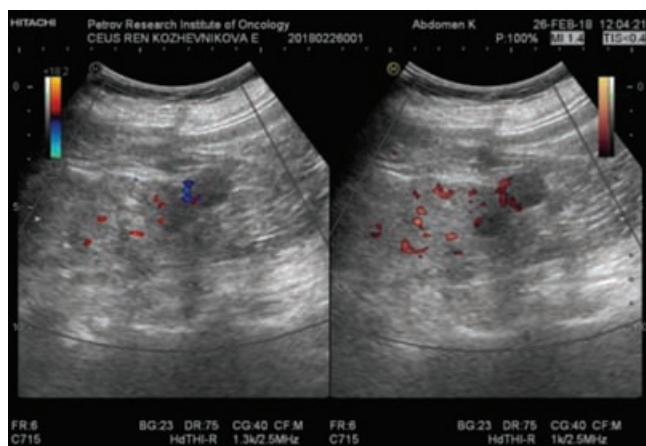


Рис. 3. Образование в режиме ЦДК. По периферии образования определяется локус кровотока, наиболее вероятно по капсуле кистозного очага

Fig. 3. Kidney lesion in the CDI mode. On the periphery of the lesion, the locus of blood flow is determined, most likely on the capsule of the cystic focus



Рис. 4. Оценка кистозного образования в режиме ЦДК. Определяется выраженное усиление кровотока в структуре перегородки

Fig. 4. Assessment of cystic lesion in the CDI mode. A pronounced increase in blood flow is determined in the structure of the septum

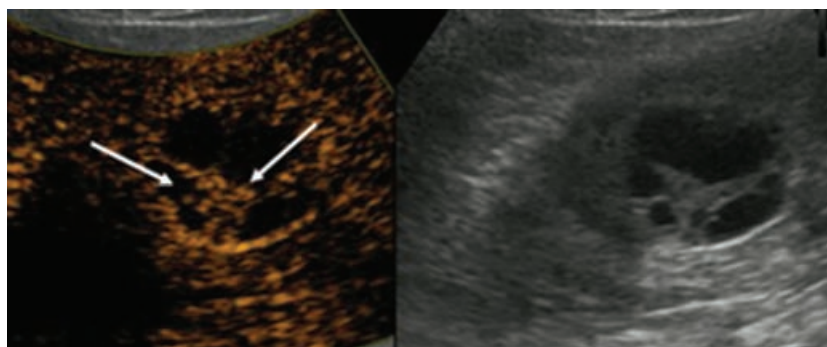


Рис. 5. Оценка кистозного образования в режиме КУЗИ. В структуре утолщенных перегородок определяется выраженное поступление контрастного вещества (стрелки)

Fig. 5. Assessment of cystic formation in the CEUS mode. In the structure of thick septa, determined a pronounced intake of contrast agent (arrows)

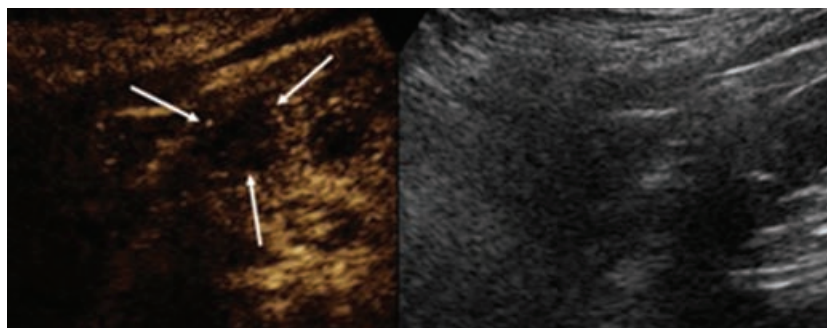


Рис. 6. Оценка кистозного образования в режиме КУЗИ. В структуре утолщенных перегородок, определяемых в серовальном режиме, поступление контрастного вещества не наблюдается

Fig. 6. Assessment of cystic formation in the CEUS mode. In the structure of thick septa, determined in the gray-scale mode, the supply of contrast agent is not observed

Таблица 1

Результаты анализа кистозных образований почек в соответствии с критериями классификации Bosniak и данными гистологического исследования**Characterization of cystic lesions in patients according to the Bosniak classification**

Категория Bosniak	В-режим	Доплеровские методики	КУЗИ	Морфология (рак)
II	18 (29,5 %)	13 (21,5 %)	17 (27,8 %)	0
IIF	16 (26,2 %)	25 (40,9 %)	6 (9,8 %)	0
III	20 (32,7 %)	17 (27,8 %)	22 (36,2 %)	20 (32,7 %)
IV	7 (11,6 %)	6 (9,8 %)	16 (26,2 %)	16 (26,2 %)
Итого	61 (100 %)	61 (100 %)	61 (100 %)	36 (59,9 %)

имели фоновое накопление. Сопряженность этих признаков была достоверно значимой ($p < 0,05$).

Результаты анализа выявленных кистозных образований почек в рамках классификации Bosniak приведены в табл. 1.

Из таблицы следует, что среди общего числа пациентов 61 злокачественные образования были верифицированы в 36 случаях (59,9 %). По результатам КУЗИ в 22 наблюдениях была установлена категория Bosniak III, тогда как по результатам серошкального УЗИ и доплеровских методик данную категорию выявили у 20 и 17 пациентов соответственно. Все кисты данной выборки подверглись морфологической верификации, в 20 случаях был выявлен ПКР. Категория Bosniak IV по данным серошкального режима и доплерографии была выставлена в 7 и 6 случаях соответственно, а по результатам КУЗИ — у 16 пациентов (во всех 16 наблюдениях в результате морфологической верификации подтвердился диагноз ПКР).

Нами была оценена эффективность мПУЗИ в оценке кистозных образований почек. Для объективной оценки возможности В-режима в диагностике кистозных опухолей почек ($n = 61$) проведен подсчет эффективности метода. Результаты: чувствительность — 55,6 %; специфичность — 72,1 %; точность — 62,3 %; прогностическая ценность положительного результата (ПЦПР) — 74,1 %; прогностическая ценность отрицательного результата (ПЦОР) — 52,9 %. Эффективность доплеровских методик незначительно повышала возможности нативного УЗИ, чувствительность в этой группе составила 52,8 %; специфичность — 80,1 %; точность — 63,9 %; ПЦПР — 54,1 %; ПЦОР — 63,9 %.

Как видно из представленных данных, базовые методики УЗИ демонстрируют довольно низкие показатели эффективности, тогда как применение УКВ существенно повышает возможности метода. Для КУЗИ чувствительность составила 100,0 %;

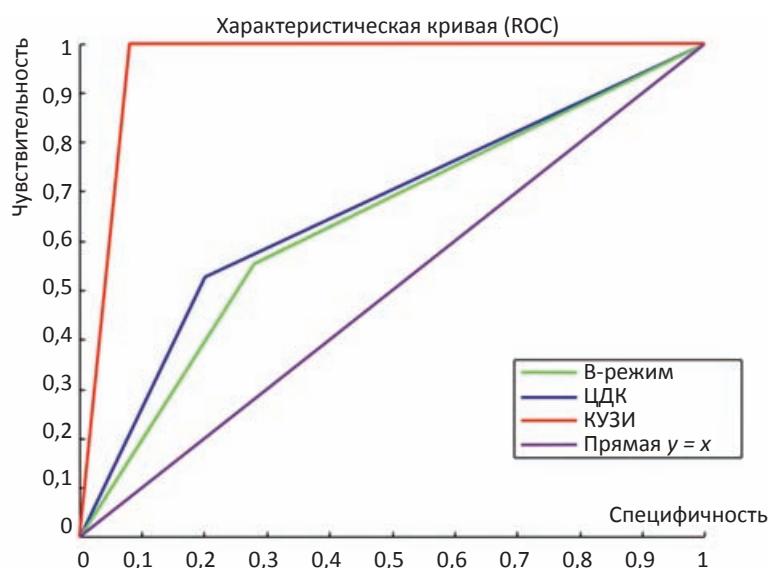


Рис. 7. ROC-кривая эффективности В-режима, ЦДК и КУЗИ в диагностике кистозных опухолей почек

Fig. 7. ROC-curve CEUS efficiency in the diagnosis of kidney cystic tumors

специфичность — 92,0 %; точность — 96,7 %. ПЦПР = 94,7 %; ПЦОР = 100,0 %.

На основании полученных результатов были построены ROC-кривые (рис. 7), по которым была получена объективная оценка качества метода путем измерения площади под кривой (AUC). По этим данным КУЗИ продемонстрировало отличное качество метода (AUC = 0,96), а серошкальный режим и доплеровские методики — среднее качество метода с результатами AUC = 0,63 и 0,66 соответственно.

Заключение

КУЗИ существенно повышает информативность эхографического исследования пациентов с кистозными образованиями почек. Несмотря на отсутствие эхоконтрастирования в общепринятой классификации Bosniak, диагностические критерии, применяемые в ней, вполне могут быть использованы и при данной методике сканирования. Наше исследование продемонстрировало высокую эффективность КУЗИ с показателями AUC 0,96 (в сравнении с 0,63 и 0,66 для серошкального и доплеровского режимов соответственно), а потому дальнейшие исследования в данном направлении с перспективой включения методики в стандартный алгоритм диагностики кистозных опухолей почек, на наш взгляд, не только оправданы, но и необходимы.

Список литературы / References

1. Кадырлеев РА, Бусько ЕА, Костромина ЕВ, и др. Ультразвуковое исследование с контрастированием в алгоритме диагностики солидных образований почек (обзор литературы). Лучевая диагностика и терапия. 2021;12(1):14-23. [Kadyrleev RA, Busko EA, Kostromina EV, et al. Diagnostic algorithm of solid kidney lesions with contrast-enhanced ultrasound (review). Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;12(1):14-23. (In Russian)]. DOI: 10.22328/2079-5343-2020-12-1-14-23.
2. Носов АК, Лушина ПА. Анализ заболеваемости и смертности от рака почки в России и Санкт-Петербурге. Сибирский онкологический журнал. 2017;16(5):95-103. [Nosov AK, Lushina PA. Analysis of morbidity and mortality from kidney cancer in Russia and St. Petersburg. Siberian Journal of Oncology. 2017;16(5):95-103. (In Russian)]. DOI: 10.21294/1814-4861-2017-16-5-95-103.
3. Серегин АВ, Борзетовская ВВ. Дифференциальная диагностика жидкостных образований почек (обзор литературы). Онкоурология. 2012;8(1):102-108. [Seregin AV, Borzetovskaya VV. The differentiative diagnosis of renal cysts (review). Oncourology. 2012;8(1):102-8. (In Russian)].
4. Daskivich TJ, Tan HJ, Litwin MS, et al. Life expectancy and variation in treatment for early stage kidney cancer. J Urol. 2016;196(3):672-7. DOI: 10.1016/j.juro.2016.03.133
5. Асатурян МА, Атаев АГ, Багненко СС, и др. Общая и военная рентгенология. Санкт-Петербург: Военно-мед. акад. 2008; 480 с. [Asaturyan MA, Ataev AG, Bagnenko SS, et al. General and Military Radiology. St. Petersburg: Military Medical. Acad. 2008; 480 p. (In Russian)].
6. Bosniak MA. The Bosniak renal cyst classification: 25 years later. Radiology. 2012 Mar;262(3):781-5. DOI: 10.1148/radiol.11111595.
7. Kashan M, Ghanaat M, Hötter AM, et al. Cystic renal cell carcinoma: a report on outcomes of surgery and active surveillance in patients retrospectively identified on pretreatment imaging. J Urol. 2018;200(2):275-82. DOI: 10.1016/j.juro.2018.02.3087.
8. Chandrasekar T, Ahmad AE, Fadaak K, et al. Natural history of complex renal cysts: clinical evidence supporting active surveillance. J Urol. 2018;199(3): 633-40. DOI: 10.1016/j.juro.2017.09.078.
9. Schoots IG, Zaccari K, Hunink MG, et al. Bosniak classification for complex renal cysts reevaluated: a systematic review. J Urol. 2017;198(1):12-21. DOI: 10.1016/j.juro.2016.09.160.
10. Qiu X, Zhao Q, Ye Z, et al. How does contrast-enhanced ultrasonography influence Bosniak classification for complex cystic renal mass compared with conventional ultrasonography? Medicine (Baltimore). 2020;99(7):e19190. DOI: 10.1097/MD.00000000000019190.
11. Graumann O, Osther SS, Osther PJ. Characterization of complex renal cysts: a critical evaluation of the Bosniak classification. Scand J Urol Nephrol. 2011;45(2):84-90. DOI: 10.3109/00365599.2010.533695.
12. Борсуков АВ, Бугверов АО, Тиханкова АВ. Полуколичественная оценка контраст-усиленного ультразвукового исследования при хронических вирусных гепатитах. Доктор.ру. 2019;8(163):28-34. [Borsukov AV, Bueverov AO, Tikhankova AV. Semiquantitative Estimation of Contrast-Enhanced Ultrasound Examination in Chronic Viral Hepatitis. Doctor.Ru. 2019;8(163):28-34. (In Russian)]. DOI: 10.31550/1727-2378-2019-163-8-28-34.
13. Bertolotto M, Bucci S, Valentino M, et al. Contrast-enhanced ultrasound for characterizing renal masses. Eur J Radiol. 2018;105:41-48. DOI: 10.1016/j.ejrad.2018.05.015.
14. Hartman DS, Choyke PL, Hartman MS. From the RSNA refresher courses: a practical approach to the cystic renal mass. Radiographics. 2004; 24 Suppl 1:S101-15. DOI: 10.1148/rg.24si045515.
15. Sidhu PS, Cantisani V, Dietrich CF, et al. The EFSUMB Guidelines and Recommendations for the Clinical Practice of Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in Non-Hepatic Applications: Update 2017 (Long Version). Ultraschall Med. 2018 Apr;39(2):e2-e44. DOI: 10.1055/a-0586-1107.
16. Зубарев АВ, Гажонова ВЕ, Сальникова СВ и др. Контрастная эхография в дифференциальной диагностике кистозных образований почек. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018;4(2):5-9. [Zubarev AV, Gazhonova VE, Salnikova SV, et al. Contrast enhanced ultrasound in the differential diagnosis of renal cystic tumors. Kremlin medicine. Clinical Bulletin. 2018;4(2):5-9. (In Russian)]. DOI: 10.26269/vr77-be11.
17. Helenon O. Simple and complex renal cysts in adults: Classification system for renal cystic masses. Diagn Interv Imaging. 2018;99(4):189-218. DOI: 10.1016/j.diii.2017.10.005.
18. Barr RG, Peterson C, Hindi A. Evaluation of indeterminate renal masses with contrast-enhanced US: a diagnostic performance study. Radiology. 2014;271(1):133-42. DOI: 10.1148/radiol.13130161.
19. Chang EH, Chong WK, Kasoji SK, et al. Management of Indeterminate Cystic Kidney Lesions: Review of Contrast-enhanced Ultrasound as a Diagnostic Tool. Urology. 2016;87:1-10. DOI: 10.1016/j.urol.2015.10.002.
20. Gabr AH, Gdor Y, Roberts WW, et al. Radiographic surveillance of minimally and moderately complex renal

cysts. *BJU Int.* 2009;103(8):1116-9. DOI: 10.1111/j.1464-410X.2008.08171.x.

21. Barr RG. Is there a need to modify the bosniak renal mass classification with the addition of contrast-enhanced sonography? *J Ultrasound Med.* 2017;36(5):865-8. DOI: 10.7863/ultra.16.06058.
22. Silverman SG, Pedrosa I, Ellis JH, et al. Bosniak Classification of Cystic Renal Masses, Version 2019: An Update Proposal and Needs Assessment. *Radiology.* 2019;292(2):475-88. DOI: 10.1148/radiol.2019182646.

Вклад авторов

Р.А. Кадырлеев: получение данных для анализа, анализ полученных данных; написание текста рукописи, разработка дизайна исследования; обзор публикаций по теме статьи.

С.С. Багненко: получение данных для анализа, анализ полученных данных; написание текста рукописи, разработка дизайна исследования.

Е.А. Бусько: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных.

Е.В. Костромина: обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных.

Л.Н. Шевкунов: разработка дизайна исследования.

К.В. Козубова: обзор публикаций по теме статьи.

А.Б. Гончарова: анализ полученных данных.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study

Сведения об авторах

Кадырлеев Роман Андреевич — аспирант научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России; romankadyrleev@gmail.com; SPIN-код: 7360-4884.

Багненко Сергей Сергеевич — доктор медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Петрова» Минздрава России; профессор кафедры современных методов диагностики и радиолучевой терапии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России, bagnenko_ss@mail.ru; SPIN-код: 4389-9374.

Бусько Екатерина Александровна — кандидат медицинских наук, доцент НК и ОЦ «Лучевая диагностика и ядерная медицина», медицинский факультет, Санкт-Петербургский государственный университет; ведущий научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност, врач рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России; katrn@mail.ru; SPIN-код: 7323-1083.

Костромина Екатерина Викторовна — кандидат медицинских наук, доцент кафедры лучевой диагностики и биомедицинской визуализации ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет» Минздрава России; старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, врач ультразвуковой диагност, врач рентгенолог отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России; terik-dog@mail.ru; SPIN-код: 4865-8479.

Шевкунов Лев Николаевич — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник научного отделения диагностической и интервенционной радиологии, заведующий отделением лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России; levka1978@mail.ru; SPIN-код: 9559-7880.

Козубова Ксения Вячеславовна — врач ультразвуковой диагност, отделения лучевой диагностики ФГБУ «НМИЦ онкологии имени Н.Н. Петрова» Минздрава России; ksu_erkina@mail.ru; SPIN-код: 4834-3728.

Гончарова Анастасия Борисовна — кандидат физико-математических наук, старший преподаватель, кафедра теории систем управления электрофизической аппаратурой, факультет прикладной математики — процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета; a.goncharova@spbu.ru; SPIN-код: 7469-7779.

Possibilities of Multiparametric Ultrasound Study with Contrast Enhanced in the Diagnostics of Cistic Kidney Lesions

R.A. Kadyrleev¹, S.S. Bagnenko^{1,2}, E.A. Busko^{1,3}, E.V. Kostromina^{1,2}, L.N. Shevkunov¹, K.V. Kozubova¹, A.B. Goncharova³

¹ N.N. Petrov National Medical Research Center of Oncology;
68, Leningradsкая street, Pesochny, St. Petersburg, Russia 197758;

² St. Petersburg State Pediatric Medical University;
2, Litovskaya street, Saint-Peterburg, Russia 194100;

³ Saint Petersburg State University;
7/9, Universitetskaya embankment, Saint-Petersburg, Russia 199034.

Abstract

Purpose: To compare the capabilities and evaluate the effectiveness of gray-scale B-mode, Doppler mapping and contrast enhanced in the assessment of cystic renal lesions.

Material and methods: Ultrasound examination (US) was performed in 61 patients with cystic kidney formations (category Bosniak $\geq$ II). Cysts of categories Bosniak $\geq$ III were histologically verified, rest (categories II–IIF) were under follow up. All patients underwent gray-scale ultrasound, color Doppler imaging and contrast enhanced (CEUS).

Results: The efficiency of the B mode was: sensitivity 55.6 %; specificity 72.1 %; accuracy 62.3 %, in the CDI mode these indicators were 52.8; 80.1; 63.9 %, respectively. Contrast ultrasound significantly increased the capabilities of the method, and also made it possible to evaluate cystic formations according to the Bosniak criteria with indicators of the effectiveness of the method up to 100.0; 92.0; 96.7 %, respectively.

Conclusions: CEUS demonstrated high informative value in the assessment of renal cystic formations in comparison with native ultrasound and Doppler modes, and therefore the technique should be considered as promising for inclusion in the algorithm of examination of complex renal cysts.

Key words: renal cell carcinoma, contrast enhanced ultrasound, cystic lesions, Bosniak classification

For citation: Kadyrleev RA, Bagnenko SS, Busko EA, Kostromina EV, Shevkunov LN, Kozubova KV, Goncharova AB. Possibilities of Multiparametric Ultrasound Study with Contrast Enhanced in the Diagnostics of Cistic Kidney Lesions. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):35-43. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-35-43

Information about the authors:

Kadyrleev R.A. <https://orcid.org/0000-0001-6576-1087>

Bagnenko S.S. <https://orcid.org/0000-0002-4131-6293>

Busko E.A. <https://orcid.org/0000-0002-0940-6491>

Kostromina E.V. <https://orcid.org/0000-0002-4245-687X>

Shevkunov L.N. <https://orcid.org/0000-0003-4533-1658>

Kozubova K.V. <https://orcid.org/0000-0001-9611-0439>

ВОЗМОЖНОСТИ ДИФФУЗИОННО-ВЗВЕШЕННОЙ МРТ В ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ РАННИХ РЕЦИДИВОВ ЗАБРЮШИННЫХ ЛИПОСАРКОМ И ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Е.С. Колобанова, Б.М. Медведева

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

Контакты: Колобанова Евгения Сергеевна evgesha.16.kolobanova@gmail.com

Реферат

Цель: Оценка МРТ с внутривенным контрастированием и методики ДВ-МРТ в выявлении и дифференциальной диагностике рецидивов забрюшинных липосарком (ЛС) с послеоперационными изменениями.

Материал и методы: В основу работы положены данные ретроспективного исследования 23 пациентов, ранее прооперированных по поводу забрюшинных неопластических ЛС в период с 2016 по 2020 гг. Всем пациентам выполнялась МРТ органов брюшной полости и малого таза с внутривенным контрастным усилением с дальнейшей оценкой размеров, формы, структуры и особенностей накопления контрастного препарата в выявленном образовании. При анализе ДВ-МРТ и ИКД-карт оценивались две области — первая область интереса включала среднее значение всего предполагаемого поражения, в то время как вторая — ограниченную зону диффузии на ДВ-изображениях и на ИКД-картах.

Результаты: Морфологические исследования были выполнены 17 пациентам (74 %), в 6 случаях (26 %) пациенты были оставлены на динамический контроль в течение 1–3 лет. Местные рецидивы были выявлены у 16 пациентов (67 %), послеоперационные изменения — у 7 (33 %) пациентов, из них в 2 случаях определялась деформация жировой клетчатки и фиброзные изменения в области оперативного вмешательства, у 3 пациентов были выявлены гранулемы, и еще у двух пациентов — заворот большого сальника и лимфоцеле. Чувствительность МРТ с внутривенным контрастированием составила 68,7 %, специфичность 71,4 % и точность 69,6 %. Добавление ДВИ в стандартный протокол МРТ у пациентов с подозрением на рецидив забрюшинной ЛС позволило повысить чувствительность метода в дифференциальной диагностике рецидивов ЛС от послеоперационных изменений до 93,7 % (15 из 16), специфичность — до 100 % (7 из 7) и точность — до 95,6 % (22 из 23).

Заключение: Сочетанное использование МРТ с внутривенным контрастированием и ДВ-МРТ повышает точность выявления и дифференциальной диагностики рецидивных опухолей мелких размеров при дедифференцированной и миксоидных типах липосарком с послеоперационными изменениями.

Ключевые слова: МРТ, ДВ-изображения, ИКД-карты, рецидивы липосарком

Для цитирования: Колобанова Е.С., Медведева Б.М. Возможности диффузионно-взвешенной МРТ в дифференциальной диагностике ранних рецидивов забрюшинных липосарком и послеоперационных изменений. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):44–55.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-44-55

Введение

В настоящее время забрюшинные липосаркомы (ЛС) представляют собой сложную группу опухолей как для клиницистов, так и для врачей-диагностов из-за высокой склонности к возникновению местного рецидива после радикального хирургического лечения [1–5]. Местные рецидивы после удаления первичной ЛС возникают в течение первых 5 лет у 41–50 % пациентов [1, 6, 7], по другим данным — у 60–70 % пациентов [2, 8], и, как правило, приводят к летальному исходу. Для большинства больных лучевая терапия и химиотерапевтическое лечение неэффективны, поэтому повторное оперативное вмешательство является единственным шансом на улучшение качества и продолжительности жизни пациентов.

Рентгеновская компьютерная томография до сих пор является методом выбора для определения объема хирургического вмешательства у пациентов с рецидивными опухолями. Однако корректная дифференциальная диагностика местных рецидивов ЛС, особенно небольших размеров, с послеоперационными

изменениями мягких тканей на фоне выраженного спаечного процесса в брюшной полости может быть значительно затруднена [9–13].

Поэтому в последние годы идет активный поиск новых методов и методик, позволяющих корректно дифференцировать эти патологические процессы. Одной из таких методик является диффузионно-взвешенная МРТ (ДВ-МРТ).

В современной литературе представлено небольшое количество публикаций, посвященных применению ДВ-МРТ у пациентов с послеоперационными рецидивами сарком мягких тканей конечностей, при этом лишь в некоторых из них освещается диагностика ЛС [14–21].

Применение ДВ-МРТ в дифференциальной диагностике рецидивов ЛС разных гистопатологических типов и послеоперационных изменений забрюшинной локализации представлено в мировой литературе лишь единичными публикациями на примере клинических случаев [22–29].

Цель исследования — уточнение возможностей применения методики ДВ-МРТ в выявлении и диф-

ференциальной диагностике рецидивов ЛС с послеоперационными изменениями.

Материал и методы

В основу работы положены результаты МРТ исследований 23 пациентов, ранее прооперированных по поводу забрюшинных неорганных липосарком (высокодифференцированная ЛС ($n = 10$), высокодифференцированная ЛС с участками липосаркомы миксоидного и полиморфного строения G2 ($n = 3$), дедифференцированная ЛС ($n = 6$) и миксоидный тип ($n = 4$)), у которых по предварительным данным УЗИ и/или КТ были выявлены забрюшинные объемные образования, подозрительные в отношении рецидива.

Морфологические исследования были выполнены в 17 из 23 случаев (74 %). В 6 случаях (26 %) пациенты были оставлены на динамический контроль в течение 1–3 лет.

МРТ-исследования выполнялись на томографах Magnetom Avanto на 1,5 Тл и Magnetom Espree на 1,5 Тл (Siemens). В процессе нативного сканирования использовались стандартные T_1 и T_2 протоколы, а также ДВ-МРТ с показателем $b\text{-value} = 50, 400$ и 800 с/мм^2 , на основании которых строились карты измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-карты). После завершения нативного исследования пациенту вводилось магнитно-резонансное контрастирующее соединение (МРКС) в объеме, рекомендованным производителем, и сразу же выполнялась первая серия сканирования, соответствующая артериальной фазе. Для получения венозной фазы серия МРТ-срезов повторялась через 40–60 с, отсроченная фаза оценивалась спустя 3 мин.

При анализе данных МРТ мы оценивали следующие параметры: размер, форму и характеристики МР-сигнала при нативном исследовании, а также особенности накопления контрастного препарата

в выявленном новообразовании. Также мы оценивали две различные области интереса на ДВ-МРТ и на ИКД-картах. Первая область интереса включала среднее значение всего предполагаемого поражения, в то время как вторая — ограниченную зону диффузии на ДВ-изображениях и на ИКД-картах (рис. 1).

Результаты

Рецидивы забрюшинных липосарком (рис. 2–4) были выявлены у 16 пациентов (67 %), послеоперационные изменения — у 7 (33 %) пациентов, из них в 2 случаях определялась деформация жировой клетчатки и фиброзные изменения в области оперативного вмешательства, у 3 пациентов были выявлены гранулемы, и еще у двух пациентов — заворот большого сальника и лимфоцеле (рис. 5–7).

Из 16 подтвержденных рецидивов у 3 пациентов с высокодифференцированной ЛС (20 %) произошла дедифференцировка опухолевого процесса, где в 1 случае появились участки миксоидного и полиморфноклеточного строения G2 (около 10 % от объема опухоли) и у 2 пациентов — трансформация в дедифференцированную ЛС.

Все рецидивные узлы и послеоперационные изменения располагались на стороне первичного поражения, с преимущественной локализацией в забрюшинной области (справа у 8 из 23 и слева у 10 из 23 пациентов), в 2 случаях изменения наблюдались в малом тазу и в 3 случаях — в брюшной полости. Размеры рецидива составили от 1,2 до 15 см (средний размер 5 см) и послеоперационных изменений — от 1,4 до 3,5 см (средний размер 3 см).

Интервал между операцией и вновь выявленными новообразованиями был различным, от 5 мес до 6 лет, со средней продолжительностью наблюдения 22 мес.

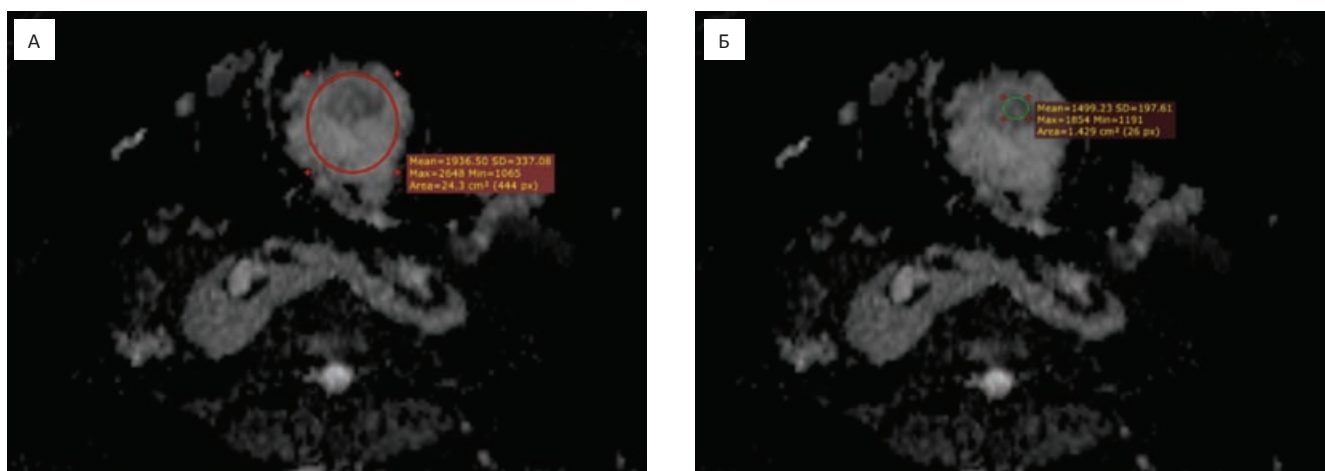


Рис. 1. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области. А — среднее значение ИКД ($\times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$) во всем новообразовании; Б — среднее значение ИКД ($\times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$) в области максимального ограничения диффузии новообразования

Fig. 1. Axial MR-tomograms of the abdominal region. A — average ADC value ($\times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$) in the entire neoplasm; Б — the average value of the ADC ($\times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$) in the region of the maximum restriction of the diffusion of the neoplasm

Таблица 1

Выявление новообразований по данным МРТ с внутривенным контрастированием и ДВ-МРТ**Detection of neoplasms by MRI with intravenous contrast and DWI-MRI**

№ п/п	пол/возраст	МРТ с внутривенным контрастированием	ДВ-МРТ	Рецидив/послеоперационные изменения
1	ж/62	+	+	рецидив ВЛС
2	ж/55	+	+	рецидив ДЛС
3	м/71	–	+	рецидив МЛС
4	ж/68	+	+	рецидив ДЛС
5	ж/75	+	+	рецидив МЛС
6	ж/53	+	+	рецидив ВЛС
7	ж/67	+	–	рецидив ВЛС
8	м/54	–	+	рецидив ДЛС
9	ж/61	+	+	рецидив ВЛС
10	м/70	+	+	рецидив ДЛС
11	ж/59	–	+	рецидив ДЛС
12	м/34	+	+	рецидив МЛС
13	м/66	+	+	рецидив ДЛС
14	м/60	+	+	рецидив ВЛС
15	ж/44	–	+	рецидив ВЛС
16	ж/33	–	+	рецидив ДЛС
17	ж/59	–	–	гранулема
18	ж/65	–	–	гранулема
19	м/66	+	–	гранулема
20	ж/63	+	–	заворот сальника
21	м/73	–	–	лимфоцеле
22	м/38	–	–	п/о фиброз
23	м/61	–	–	п/о фиброз

Примечание: «+» — есть рецидив, «–» — нет рецидива; ВЛС — высокодифференцированная ЛС, ДЛС — недифференцированная ЛС, МЛС — миксоидная ЛС, п/о изменения — послеоперационные изменения

Как видно из табл. 1, по данным МРТ с внутривенным контрастированием было выявлено 11 из 16 рецидивов, МРТ-картина остальных 5 случаев рецидивных опухолей была неоднозначной, где изменения следовало дифференцировать между послеоперационными изменениями и проявлением местного рецидива опухоли, или расценивались как доброкачественные изменения.

У 2 пациентов в группе послеоперационных образований выявленные изменения были ошибочно приняты за рецидивную опухоль, где в последующем у одной пациентки был морфологически подтвержден заворот большого сальника (рис. 5). Другой больной оставлен на динамический контроль в течение

2,5 лет, при этом структура и размеры образования оставались стабильными, в результате изменения были расценены как послеоперационная гранулема (рис. 7).

При использовании методики ДВ-МРТ нам удалось выявить дополнительно еще 4 рецидивных опухоли. При этом два наблюдения местного рецидива опухоли были диагностированы только с помощью ДВ-МРТ, и еще два случая были подтверждены с помощью данной методики. Однако один случай рецидивной опухоли, выявленный другим методом исследования (КТ и МРТ), не визуализировался при ДВ-МРТ.

При МРТ с внутривенным контрастированием чувствительность метода составила 68,7 % (11 из 16), специфичность — 71,4 % (5 из 7) и точность — 69,6 % (16 из 23).

Добавление ДВИ в стандартный протокол МРТ у пациентов с подозрением на рецидив забрюшинной ЛС позволило повысить чувствительность метода в дифференциальной диагностике рецидивов ЛС от послеоперационных изменений до 93,7 % (15 из 16), специфичность — до 100 % (7 из 7) и точность — до 95,6 % (22 из 23).

Как следует из табл. 2, только среди пациентов с рецидивной опухолью ВЛС (4 из 6) и МЛС (2 из 3) структура представлялась неоднородной за счет наличия мягкотканых перегородок, во всех других наблюдениях рецидивных опухолей ЛС и послеоперационных изменений структура была однородная.

У 4 из 6 пациентов с рецидивом ВЛС форма узлов была неправильной, у 2 других — овальная и круглая. Практически все выявленные нами рецидивные узлы ВЛС имели пониженную интенсивность в T₁-ВИ (5 из 6 / 83,3 %) и умеренно повышенную в T₂-ВИ (6 из 6 / 100 %). В 4 из 6 наблюдений (66,7 %) после введения контрастного препарата рецидивные узлы накапливали контрастный препарат преимущественно в отсроченную фазу исследования (рис. 4). При этом следует отметить, что в 2 из 6 случаев (33,3 %) не было отмечено контрастного усиления рецидивной опухолевой ткани.

Во всех наших наблюдениях рецидивных опухолей ДЛС форма узлов всегда представлялась различной. В равной степени интенсивность отображения узлов в T₁-ВИ была изоинтенсивной относительно мышечной ткани (4 из 7 / 57,1 %) и гипоинтенсивной (3 из 7 / 42,9 %), в T₂-ВИ — относительно повышенной интенсивности (5 из 7 / 71,4 %). В большинстве случаев (6 из 7 / 85,7 %) опухолевые ткани умеренно накапливали контрастный препарат в отсроченную фазу исследования (рис. 2).

В 2 из 3 случаев (66,7 %) рецидивная опухоль МЛС имела неправильную форму и четкие контуры. Все выявленные нами узлы имели пониженную интенсивность в T₁-ВИ и повышенную в T₂-ВИ, в свою очередь слабую или умеренную степень контрастирования опухолевых тканей в отсроченную фазу исследования (рис. 3).

Таблица 2

Семиотические МРТ-признаки рецидивных узлов и послеоперационных изменений**Semiotic MR-signs of recurrent nodes and postoperative changes**

№ п/п	МР-проявления		Результаты			
			ВЛС Абс / % (n = 6)	ДЛС Абс / % (n = 7)	МЛС Абс / % (n = 3)	П/о изменения Абс / % (n = 7)
1	Интенсивность отображения T ₁ -ВИ	гипер	—	—	—	—
		гипо	5 / 83,3	3 / 42,9	3 / 100	4 / 57,1
		изо	1 / 16,7	4 / 57,1	-	3 / 42,9
2	Интенсивность отображения T ₂ -ВИ	гипер	6 / 100	5 / 71,4	3 / 100	4 / 57,1
		гипо	—	2 / 28,6	—	3 / 42,9
		изо	—	—	—	—
3	Форма узлов	овальная	1 / 16,7	2 / 28,6	—	1 / 14,2
		круглая	1 / 16,7	2 / 28,6	1 / 33,3	3 / 42,9
		неправильная	4 / 66,7	3 / 42,8	2 / 66,7	3 / 42,9
4	Структура узлов	однородная	2 / %	7 / 100	1 / 33,3	7 / 100
		неоднородная	4 / 66,7	—	2 / 66,7	—
5	Степень контрастирования узлов	нет	2 / 33,3	—	—	2 / 28,6
		слабая	2 / 33,3	—	2 / 66,7	3 / 42,8
		умеренная	1 / 16,7	5 / 71,4	1 / 33,3	2 / 28,6
		выраженная	1 / 16,7	2 / 28,6	—	—
6	Максимальное контрастирование узлов	артериальная фаза	—	1 / 14,3	—	—
		венозная фаза	—	—	—	2 / 28,6
		отсроченная фаза	4 / 66,7	6 / 85,7	3 / 100	3 / 42,8

Примечания: ВЛС — высокодифференцированная ЛС, ДЛС — дедифференцированная ЛС, МЛС — миксоидная ЛС, п/о изменения — послеоперационные изменения

Послеоперационные изменения представляли собой гетерогенную группу образований, обладающих различными тканевыми характеристиками и типами контрастного усиления. При этом следует отметить, что характерной особенностью контрастирования послеоперационного фиброза было гомогенное накопление контрастного препарата всей массой в отсроченную фазу (рис. 6), в то время как заворот большого сальника и лимфоцеле

не продемонстрировали контрастного усиления. В свою очередь, послеоперационные гранулемы имели слабую степень накопления контрастного препарата преимущественно в венозную фазу.

Детальный анализ средних значений ИКД для рецидивов разных гистологических типов и послеоперационных изменений приведен в табл. 3, в том числе средний ИКД ± стандартное отклонение.

Таблица 3

Среднее значение ИКД ($\times 10^{-6}$ мм²/с) во всем новообразовании и в области максимального ограничения диффузии рецидивов разных гистологических типов и послеоперационных изменений

Detailed analysis of mean ADC ($\times 10^{-6}$ мм²/s) values in all neoplasms and in the area of maximum restriction of the diffusion of recurrent of different histological types and postoperative changes

	Рецидив ВЛС	Рецидив ДЛС	Рецидив МЛС	Послеоперационные изменения
Количество случаев	6	7	3	7
Среднее ИКД во всём узле (± ст. отклон)	1091 ± 819	1593 ± 832	2080 ± 122	1140 ± 809
Среднее ИКД в точке максимального ограничения диффузии (± ст. отклон)	1085 ± 894	1339 ± 956	1488 ± 433	1140 ± 809

Примечания: ВЛС — высокодифференцированная ЛС, ДЛС — дедифференцированная ЛС, МЛС — миксоидная ЛС

Как следует из табл. 3, средние значения ИКД для рецидивов ЛС и послеоперационных изменений с точки зрения статистических данных достоверно не отличались ($p = 0,71$), однако в рецидивах МЛС и ДЛС он был на порядок выше, чем при рецидивах ВЛС и в послеоперационных изменениях.

Обсуждение

Значимой проблемой современных лучевых методов визуализации является дифференциальная диагностика послеоперационных изменений мягких тканей и ранних рецидивов ЛС после крупных операций, в особенности дополненных лучевой терапией. При этом сложности интерпретации во многом

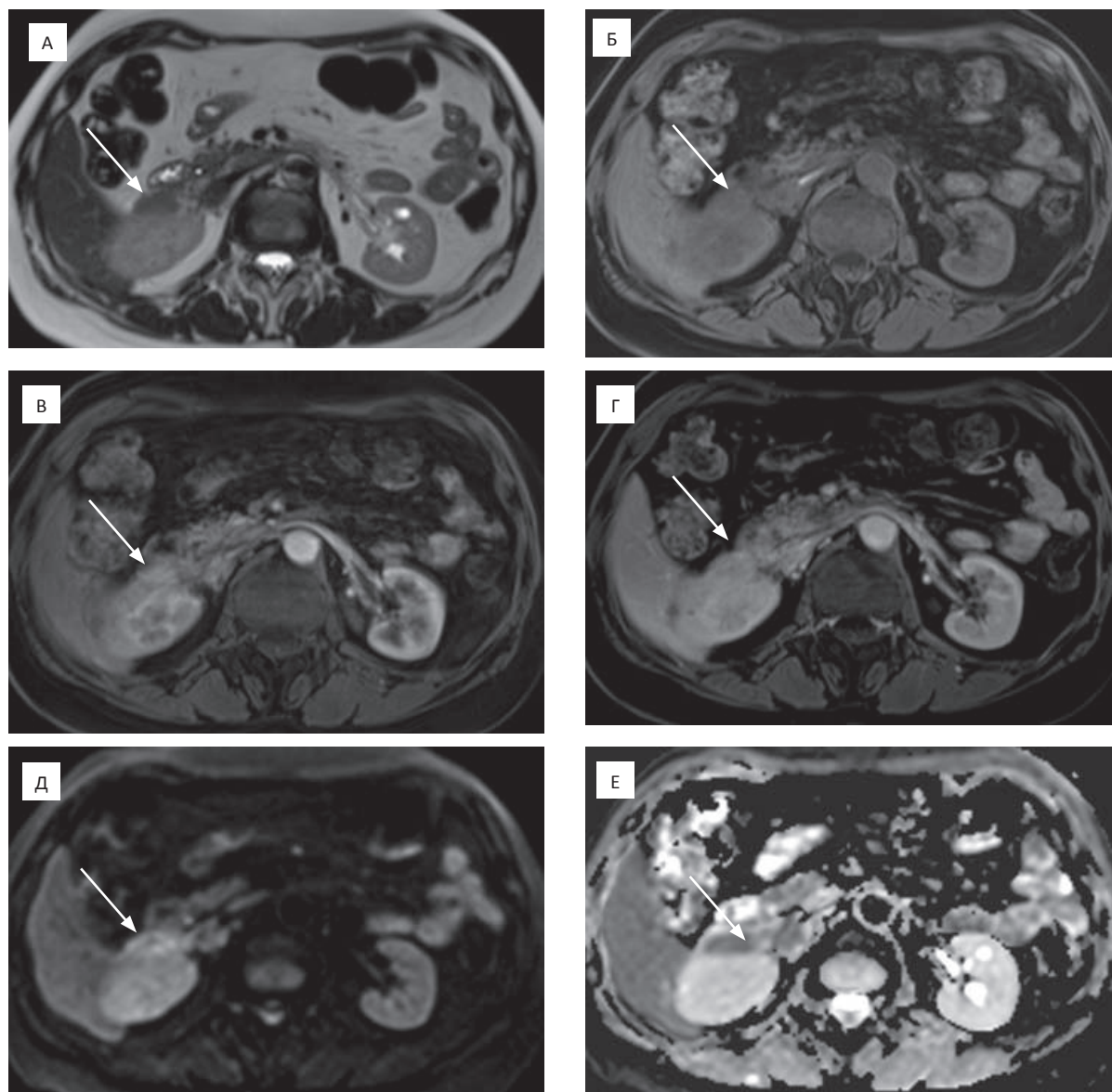


Рис. 2. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области женщины 59 лет с рецидивом дедифференцированной ЛС через 21 мес после оперативного вмешательства. А — T_2 -томограмма забрюшинно справа определяется изоинтенсивный узел однородной структуры (стрелка); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — узел представляется изоинтенсивным (стрелка); В — артериальная фаза — однородное накопление контрастного препарата в узловом образовании (стрелки); Г — венозная фаза — сохраняется однородное накопление контрастного препарата (стрелки); Д — ДВ-МРТ ($b = 800 \text{ с/мм}^2$) — отмечается гиперинтенсивность узла. Е — ИКД-карта: измеряемый коэффициент диффузии со средним значением $894 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ (стрелки)

Fig. 2. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 59-year-old woman with a recurrent of dedifferentiated liposarcoma 21 months after surgery. А — T_2 -tomography of retroperitoneal right is determined isointensity node homogeneous structure (arrow); Б — T_1 -tomography (native phase) — the node is isointensive (arrow); В — arterial phase — homogeneous accumulation of the contrast agent in the host formation (arrows); Г — venous phase — remains homogeneous accumulation of the contrast agent (arrows); Д — DW-MRI ($b = 800 \text{ s/mm}^2$) — the node is hyperintensive; Е — ADC map: measured diffusion coefficient with an average value of $894 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ (arrows)

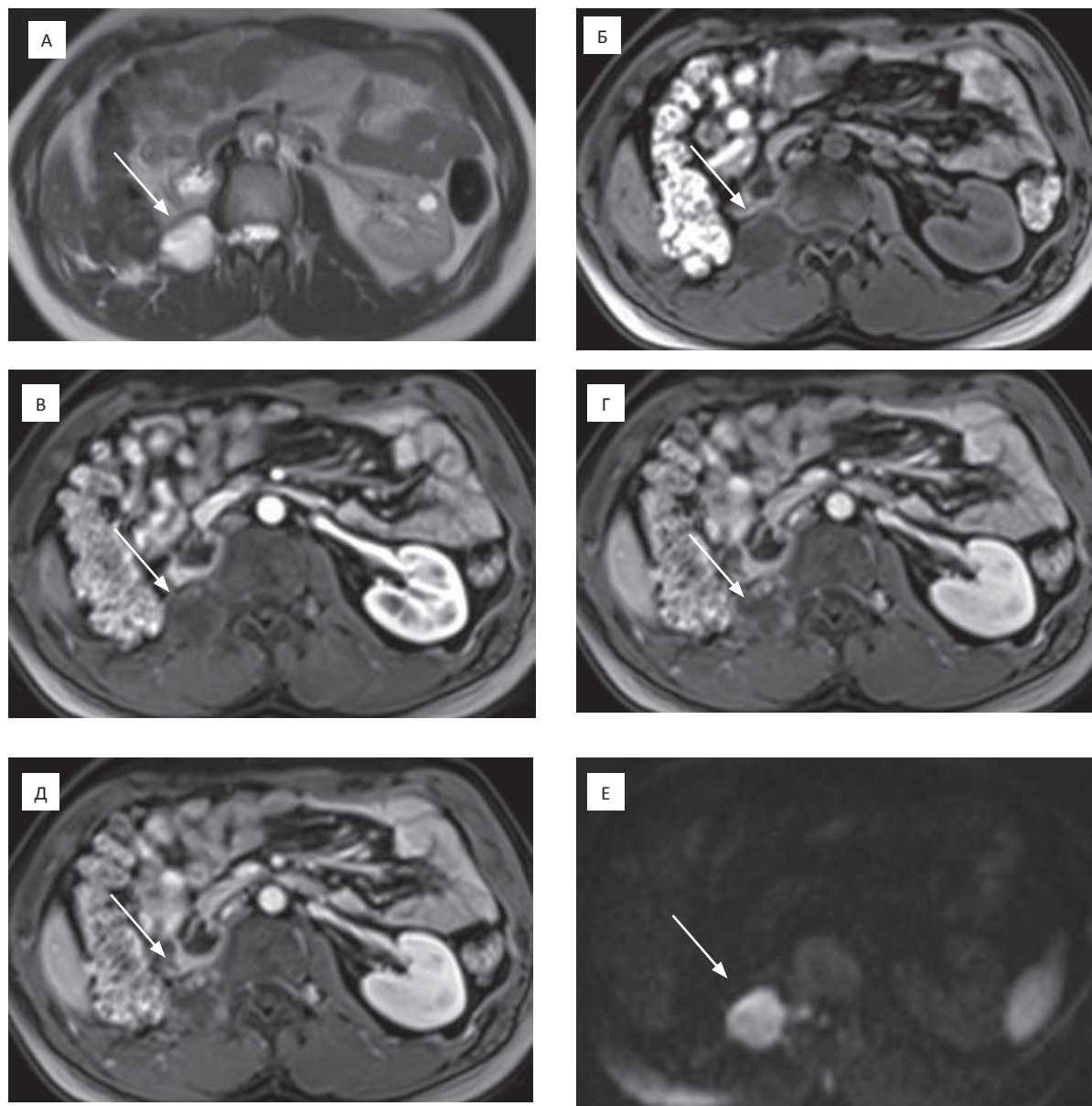


Рис. 3. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области мужчины 34 лет с рецидивом миксоидной ЛС через 6 лет после оперативного вмешательства. А — T_2 -томограмма — забрюшинно справа определяется гиперинтенсивный узел однородной структуры и достаточно четкими контурами (стрелки); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — узел представляется гипоинтенсивным (стрелки); В — артериальная фаза — появление участков контрастирования по периферии образования (стрелки); Г — венозная фаза — увеличение количества и размеров участков контрастирования (стрелки); Д — отсроченная фаза — дальнейшее увеличение степени контрастирования узловых участков (стрелки); Е — ДВ-МРТ ($b = 800 \text{ c/mm}^2$) — отмечается гиперинтенсивность узла (стрелки); Ж — ИКД-карта: измеряемый коэффициент диффузии со средним значением $2114 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ (стрелки)

Fig. 3. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 34-year-old man with a recurrent of myxoid liposarcoma 6 years after surgery. А — T_2 -tomograms — a hyperintensive node of a homogeneous structure and sharp contours is determined retroperitoneal on the right (arrows); Б — T_1 -tomogram (native phase) — the node is hypointensive (arrows); В — arterial phase — the appearance of areas of contrast along the periphery of the formation (arrows); Г — venous phase — an increase in the number and size of areas of counter-pulsation (arrows); Д — delayed phase — further increase in the degree of contrast of nodal areas (arrows); Е — DW-MRI ($b = 800 \text{ s/mm}^2$) — the node is hyperintensive (arrows); Ж — ADC map: the measured diffusion coefficient with an average value of $2114 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ (arrows)

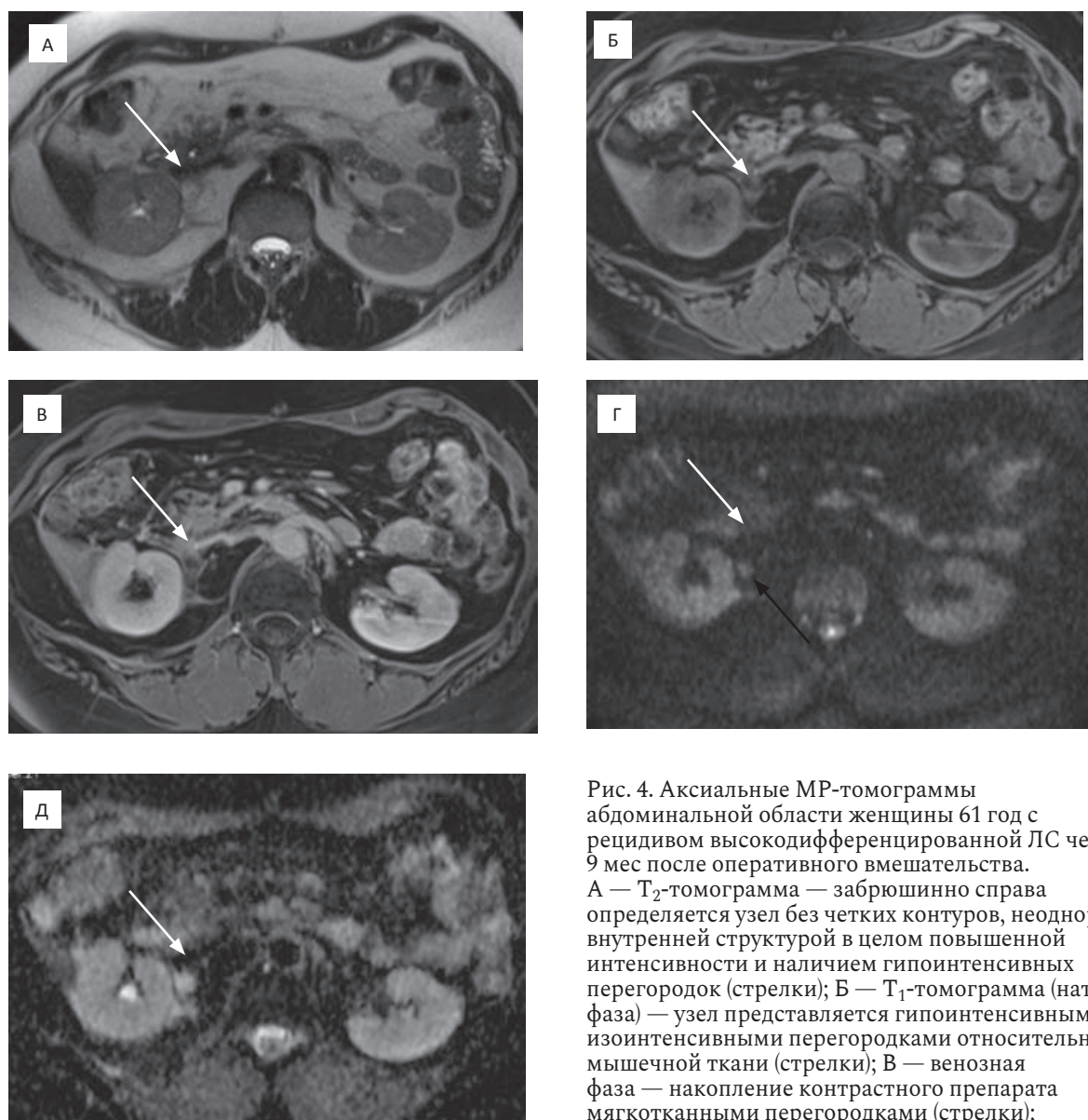


Рис. 4. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области женщины 61 год с рецидивом высокодифференцированной ЛС через 9 мес после оперативного вмешательства. А — T_2 -томограмма — забрюшинно справа определяется узел без четких контуров, неоднородной внутренней структурой в целом повышенной интенсивности и наличием гипоинтенсивных перегородок (стрелки); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — узел представляется гипоинтенсивным с изоинтенсивными перегородками относительно мышечной ткани (стрелки); В — венозная фаза — накопление контрастного препарата мягкоткаными перегородками (стрелки); Г — ДВ-МРТ ($b = 800 \text{ с/мм}^2$) — отмечается

гиперинтенсивность мягкотканых перегородок (стрелки) и отчетливая визуализация гиперинтенсивного очага (красная стрелка); Д — ИКД-карта: измеряемый коэффициент диффузии со средним значением $1034 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ и в точке максимального ограничения диффузии $2411 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ (стрелки)

Fig. 4. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 61-year-old woman with a recurrent of highly differentiated liposarcoma 9 months after surgery. А — T_2 -tomograms— right retroperitoneal node is determined without sharp contours, heterogeneous internal structure as a whole increased intensity and the presence of hypo-walls (arrows); Б — T_1 -tomography (native phase) — the node is hypointensive with isointensive partitions relative to the muscle tissue (arrows); В — venous phase — accumulation of contrast agent by soft-tissue septa (arrows); Г — DW-MRI ($b = 800 \text{ s/mm}^2$) — hyperintensity of soft-tissue partitions (arrows) and visualization of a hyperintensive focus (red arrow); Д — ADC map: the measured diffusion coefficient with an average value of $1034 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{s}$ at the point of maximum restriction of diffusion $2411 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{s}$ (arrows)

обусловлены сходством отображения жиросодержащих опухолевых тканей и прилежащей жировой клетчатки, в ряде случаев деформированной в результате лечебных воздействий.

При рецидивах ВЛС трудности обычно представляют образования, не имеющие четких контуров и не отличающиеся от окружающей нормальной жировой ткани, а также узлы малых размеров, аналогичные

картине, наблюдаемой при послеоперационной granulome [26, 30].

В нашем исследовании в большинстве случаев безошибочно были выявлены рецидивные узлы ВЛС, благодаря их достаточно крупным размерам (от 4 до 15 см) и наличия в их структуре неравномерно утолщенных мягкотканых перегородок и мелких уплотнений, которые накапливали контрастный препарат

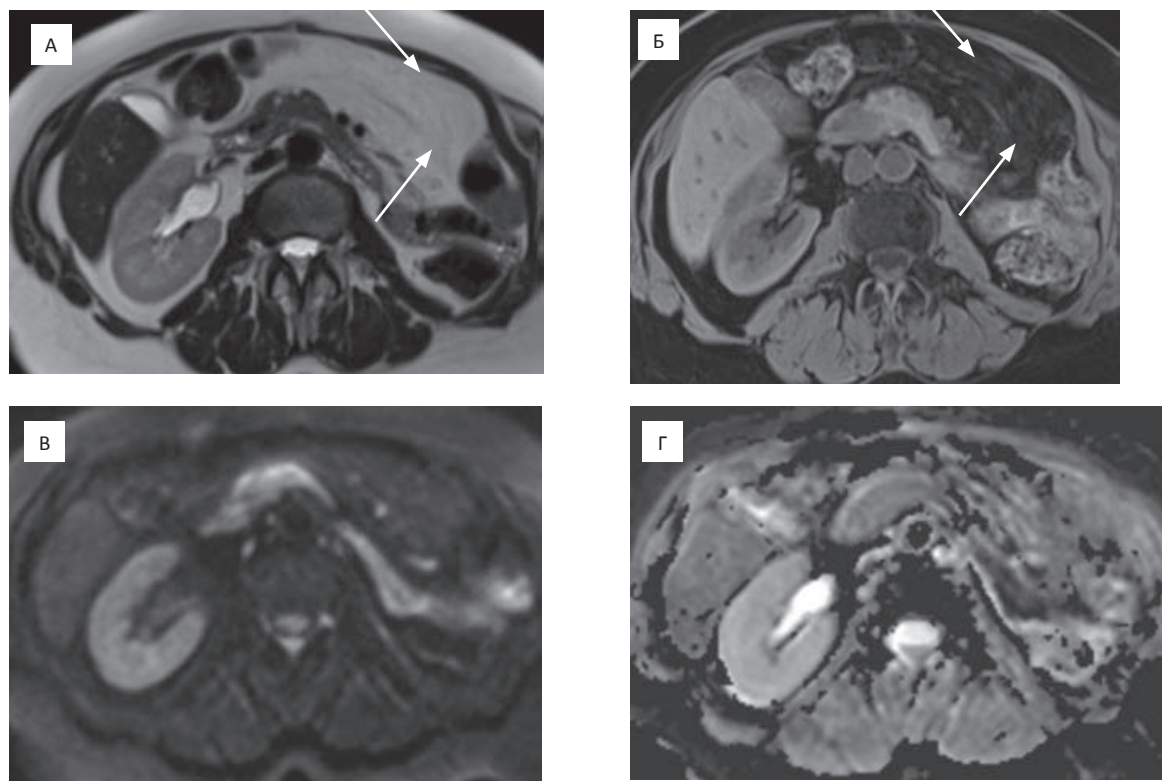


Рис. 5. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области женщины 63 лет через 18 мес после оперативного вмешательства. Заворот сальника. А — T_2 -томограмма под передней брюшной стенкой определяется гиперинтенсивное образование без отчетливых контуров с окружающей тканью (стрелки); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — образование представляется гипоинтенсивным (стрелки); В и Г — ДВ-МРТ ($b = 400 \text{ с/мм}^2$) и ИКД-карта — ограничение диффузии молекул воды не выявлено

Fig. 5. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 63-year-old woman 18 months after surgery. A — T_2 -tomograms — under the anterior abdominal wall, a hyperintensive formation is determined without distinct contours with the surrounding tissue (arrows); Б — T_1 -tomography (native phase) — the education is hypointensive (arrows); В and Г — DW-MRI ($b = 400 \text{ s/mm}^2$) and ADC map — restriction of diffusion of water molecules have not been identified

и ограничивали сигнал при ДВ-МРТ. Сложность в интерпретации МР-томограмм представляли два случая: пациентка с заворотом большого сальника (создавалось впечатление об объемном увеличении жировой клетчатки и воздействии на окружающие структуры), и пациент с послеоперационной гранулемой размером до 3,5 см, у которой отмечались нечеткие и утолщенные стенки наружных контуров. Следует отметить, что в последних 2 наблюдениях не визуализировалось ограничение сигнала при ДВ-МРТ.

Трудности в дифференциальной диагностике местного рецидива опухоли ДЛС и послеоперационных изменений по данным МРТ с внутривенным контрастированием заключались в аналогичном контрастировании рецидивных опухолевых масс мезенхимальной природы и фиброзной ткани преимущественно в отсроченную фазу исследования [22, 23, 31], в особенности имеющих небольшие размеры и неправильную форму, и лишь применение методики ДВ-МРТ позволило однозначно определить злокачественный характер выявленных изменений.

Проблема в выявлении рецидивных опухолей МЛС по данным МРТ заключается в том, что по сигнальным характеристикам узловое образования идентичны простой жидкости и могут быть ошибочно расценены как доброкачественные изменения [27–29].

В нашем наблюдении 2 случая кистозных образований были расценены как рецидивные опухоли из-за наличия в их структуре неравномерно утолщенных перегородок, которые накапливали контрастный препарат и ограничивали сигнал ДВ-МРТ. Также один случай по данным МРТ с внутривенным контрастированием был расценен как лимфоцеле, но при проведении ДВ-МРТ было выявлено ограничение сигнала при всех показателях b -value (50, 400 и 800 с/мм^2), и в дальнейшем интерпретировано как местный рецидив опухоли.

Следует отметить, что в нашем исследовании также присутствовало наблюдение с лимфоцеле, при котором не отмечалось накопления контрастного вещества и не было ограничения сигнала ДВ-МРТ при показателях b -value = 400 и 800 с/мм^2 .

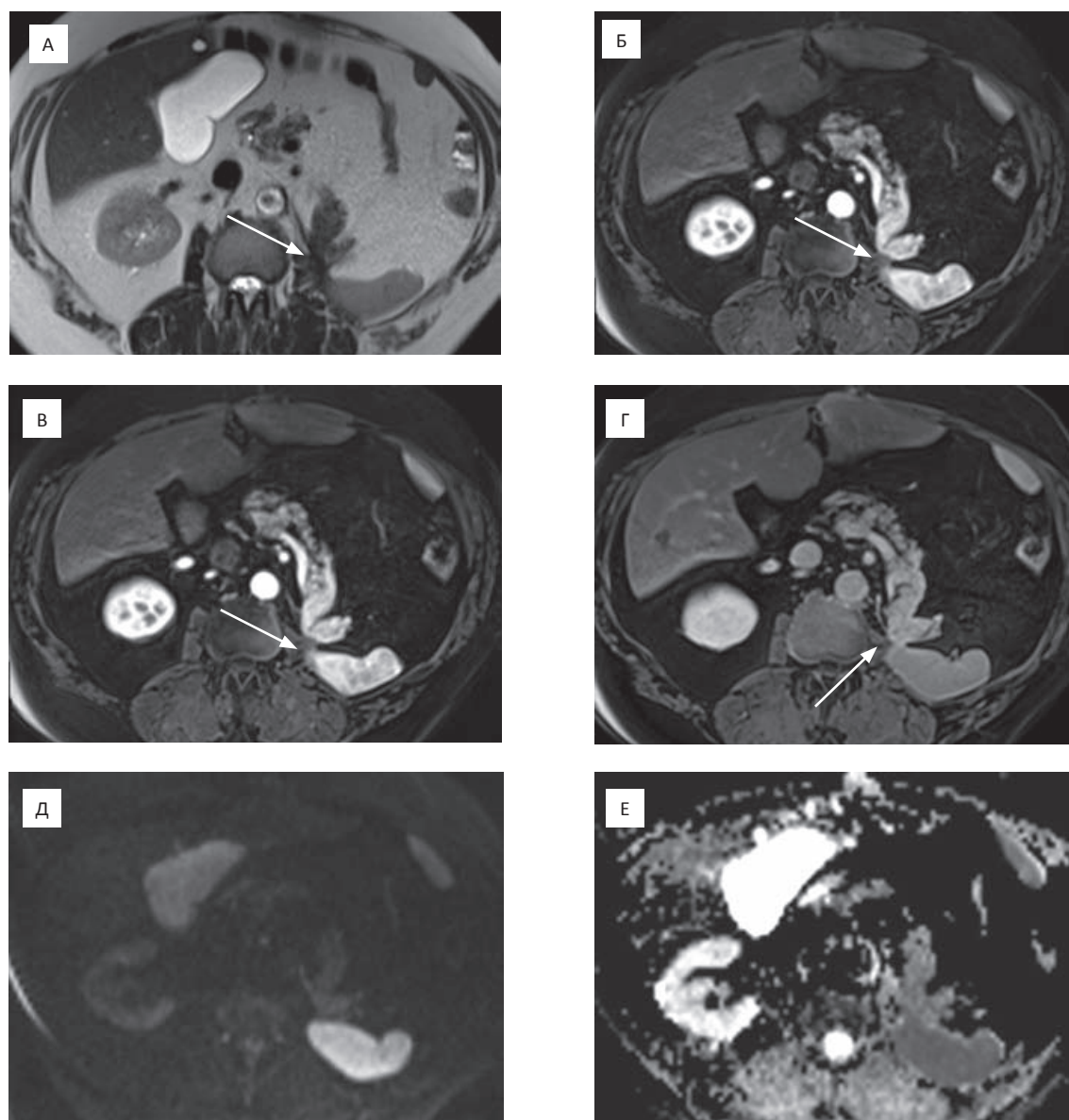


Рис. 6. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области мужчины 61 года с послеоперационным фиброзом через 14 мес после оперативного вмешательства. А — T_2 -томограмма забрюшинно слева определяется гипоинтенсивное тяжистое уплотнение (стрелки); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — образование представляется изоинтенсивным (стрелки); В — артериальная фаза — однородное накопление контрастного препарата в образовании (стрелки); Г — отсроченная фаза — увеличение степени усиления контрастного препарата (стрелки); Д — ДВ-МРТ ($b = 400 \text{ с/мм}^2$) — ограничение диффузии молекул воды не выявлено; Е — ИКД-карта: измеряемый коэффициент диффузии со средним значением $856 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ (стрелки)

Fig. 6. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 61-year-old man with postoperative fibrosis 14 months after surgery. А — T_2 -tomogram — a hypointensive heavy formation is determined in the left retroperitoneal region (arrows); Б — T_1 -tomogram (native phase) — the formation appears to be isointensive (arrows); В — arterial phase — a homogeneous accumulation of a contrast agent in the formation (arrows); Г — delayed phase — an increase in the degree of enhancement of the contrast agent (arrows); Д — DW-MRI ($b = 400 \text{ s/mm}^2$) — restriction of the diffusion of water molecules was not detected; Е — ADC map: the measured diffusion coefficient with an average value of $856 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ (arrows)

Как известно, ДВ-МРТ основана на возможности оценки степени подвижности молекул воды (свободной диффузии) в биологических тканях. При этом опухолевые образования обычно содержат сравнительно большее количество клеток, чем окружающие нормальные ткани, поэтому диффузия молекул воды

в них ограничена, и они отображаются как очаги повышенной интенсивности при ДВ-МРТ и низкой интенсивности на картах измеряемого коэффициента диффузии (карты ИКД). Значение ИКД зависит не только от диффузии, но и от количества молекул воды в вокселе, и его снижение связано с низким

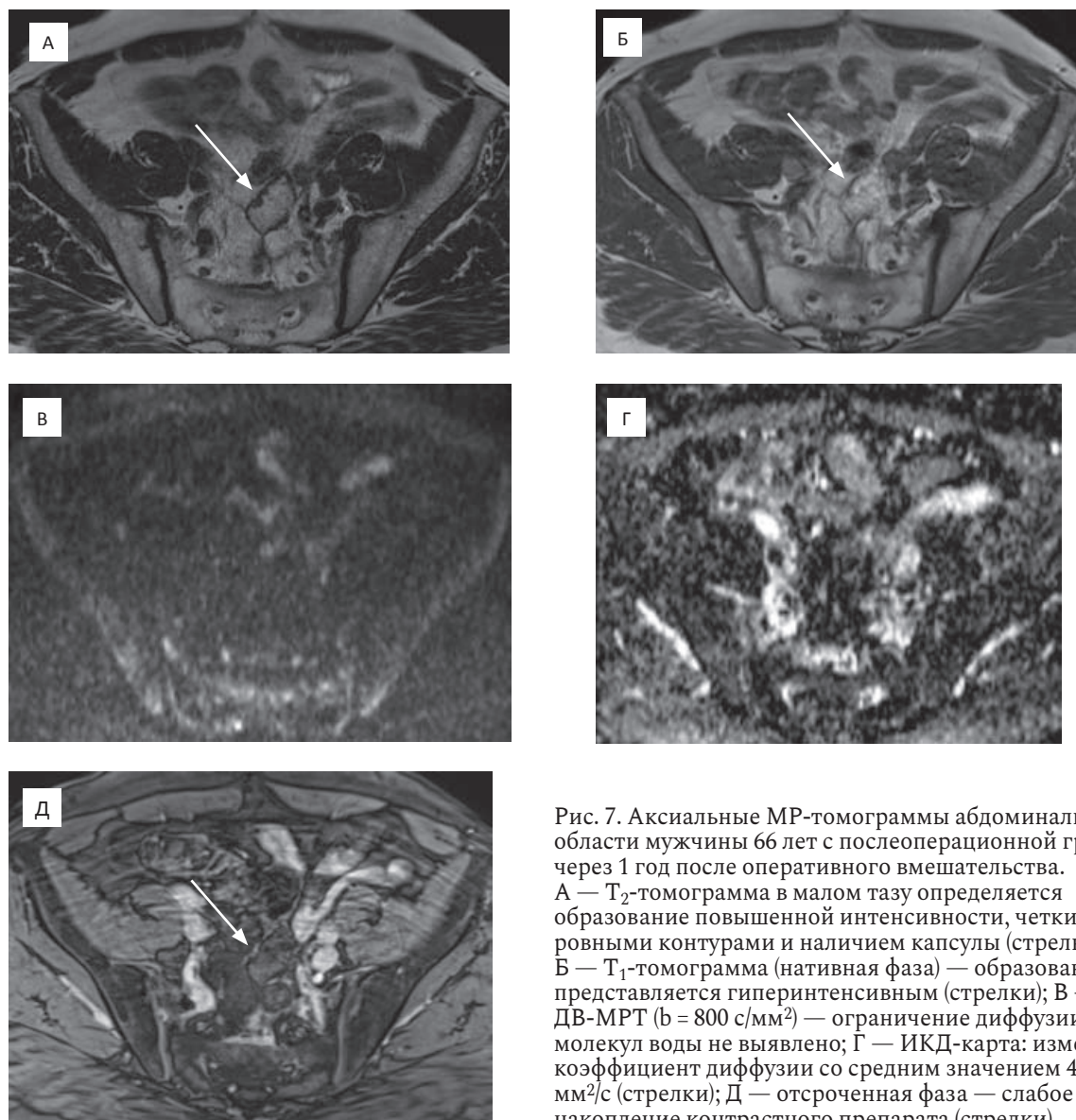


Рис. 7. Аксиальные МР-томограммы абдоминальной области мужчины 66 лет с послеоперационной гранулемой через 1 год после оперативного вмешательства. А — T_2 -томограмма в малом тазу определяется образование повышенной интенсивности, четкими ровными контурами и наличием капсулы (стрелки); Б — T_1 -томограмма (нативная фаза) — образование представляется гиперинтенсивным (стрелки); В — ДВ-МРТ ($b = 800 \text{ с/мм}^2$) — ограничение диффузии молекул воды не выявлено; Г — ИКД-карта: измеряемый коэффициент диффузии со средним значением $489 \times 10^{-6} \text{ мм}^2/\text{с}$ (стрелки); Д — отсроченная фаза — слабое накопление контрастного препарата (стрелки)

Fig. 7. Axial MR-tomograms of the abdominal region of a 66-year-old man with postoperative granuloma 1 year after surgery. А — T_2 -tomograms in the pelvis is determined by the formation of high intensity, sharp contours and presence of a capsule (arrows); Б — T_1 -tomography (native phase) — the education is hyperintense (arrows); В — DW-MRI ($b = 800 \text{ s/mm}^2$) to restrict the diffusion of water molecules have not been identified; Г — ADC map: measured diffusion coefficient with an average value of $489 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{s}$ (arrows); Д — the delayed phase is a weak accumulation of the contrast agent (arrows)

содержанием воды, что мы можем наблюдать в случаях с послеоперационными изменениями, поэтому данные находки не являются истинным ограничением диффузии молекул воды [32, 33].

В нашем исследовании большинство рецидивных ЛС продемонстрировало повышенный сигнал при ДВ-МРТ, при этом не было выявлено ограничение МР-сигнала в случаях с послеоперационными изменениями, тогда как значения ИКД достоверно не отличались во всех наших наблюдениях. Поэтому крайне необходимо ИКД-карты просматривать совместно с ДВ-МРТ с высоким b -фактором.

Выводы

Следует отметить, что методика ДВ-МРТ играет немаловажную роль в выявлении рецидивов мелких размеров при дедифференцированной и миксоидных типах ЛС. Таким образом, сочетанное применение МРТ с внутривенным контрастным усилением и ДВ-МРТ повышает информативность диагностики рецидивных опухолей и послеоперационных изменений.

Список литературы / References

- Liles JS, Tzeng CW, Short JJ, et al. Retroperitoneal and intraabdominal sarcoma. *Curr Probl Surg*. 2009 Jun; 46(6):445-503. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2009.01.004.
- Dalal KM, Kattan MW, Antonescu CR, et al. Subtype specific prognostic nomogram for patients with primary liposarcoma of the retroperitoneum, extremity, or trunk. *Ann Surg*. 2006 Sep; 244(3):381-91. DOI: 10.1097/01.sla.0000234795.98607.00.
- Kindblom LG, Angervall L, Svendsen P. Liposarcoma: a clinicopathologic, radio-graphic and prognostic study. *Acta Pathol Microbiol Scand (Suppl.)* 1975; 253:1-71.
- Singer S, Corson JM, Demetri GD, et al. Prognostic factors predictive of survival for truncal and retroperitoneal soft-tissue sarcoma. *Ann Surg*. 1995;221(2):185-95. DOI: 10.1097/0000658-199502000-00009.
- Неред СН, Стилиди ИС, Клименков АА. и др. Клинико-морфологические особенности и результаты хирургического лечения забрюшинных неорганных липосарком. Вопросы онкологии. 2012;58(1):94-100. [Nered SN, Stilidi IS, Klimenkov AA, et al. Clinico-morphological properties and surgical treatment results in retroperitoneal liposarcomas. «Problems in Oncology». 2012;58(1):94-100. (In Russian)].
- Lewis JJ, Leung D, Woodruff JM, et al. Retroperitoneal soft-tissue sarcoma: analysis of 500 patients treated and followed at a single institution. *Ann Surg*. 1998;228(3):355-65. DOI: 10.1097/0000658-199809000-00008.
- Bonvalot S, Rivoire M, Castaing M, et al. Primary retroperitoneal sarcomas: a multivariate analysis of surgical factors associated with local control. *J Clin Oncol*. 2009;27(1):31. DOI: 10.1200/JCO.2008.18.0802.
- Hughes TM, Spillane AJ. Imaging of soft tissue tumours. *Br J Surg*. 2000;87(3):259-60. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2000.01412.x. DOI: 10.1046/j.1365-2168.2000.01412.x.
- Francis IR, Cohan RH, Varma DG, et al. Retroperitoneal sarcomas. *Cancer Imaging*. 2005;5(1):89-94. DOI: 10.1102/1470-7330.2005.0019.
- Thomas JM. Retroperitoneal sarcoma. *Br J Surg*. 2007 Sep;94(9):1057-8. DOI: 10.1002/bjs.5967.
- Kim EY, Kim S, Choi D, et al. Recurrence of Retroperitoneal Liposarcoma: Imaging Findings and Growth Rates at Follow-Up CT. *Am J Roentgenol* 2008;191(6):1841-6. DOI: 10.2214/AJR.07.3746.
- Tirkes T, Sandrasegaran K, Patel AA, et al. Peritoneal and retroperitoneal anatomy and its relevance for cross-sectional imaging. *Radiographics*. 2012;32:437-51. DOI: 10.1148/rg.322115032.
- Federle MP, Rosado de Christenson ML, Woodward PJ, et al. Retroperitoneum. Osborn, editor Diagnostic and Surgical Imaging Anatomy: Chest, Abdomen, Pelvis. Salt Lake City, UT: Amirsys. 2006: 400 pp.
- Tavare AN, Robinson P, Altoos R, et al. Postoperative Imaging of Sarcomas. *AJR Am J Roentgenol*. 2018 Sep;211(3):506-18. DOI: 10.2214/AJR.18.19954.
- Garner HW, Kransdorf MJ. Musculoskeletal Sarcoma: Update on Imaging of the Post-treatment Patient. *Can Assoc Radiol J*. 2016 Feb;67(1):12-20. DOI: 10.1016/j.carj.2014.11.002.
- Costa FM, Ferreira EC, Vianna EM. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for the evaluation of musculoskeletal tumors. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2011 Feb; 19(1): 159-80. DOI: 10.1016/j.mric.2010.10.007.
- Kuribayashi S, Nakai Y, Tsuji H, et al. Case of Retroperitoneal Liposarcoma in which Magnetic Resonance Imaging was Useful in the Decision of Resection of Primary and Recurrent Tumors. *Japanese*. 2018 Apr;64(4):145-9. DOI: 10.14989/ActaUrol-Jap_64_4_145.
- ElDaly MM, Moustafa AFI, Abdel-Meguid SMS, et al. Can MRI diffusion-weighted imaging identify postoperative residual/recurrent soft-tissue sarcomas? *Indian J Radiol Imaging*. 2018;28(1):70-7. DOI: 10.4103/ijri.IJRI_251_17.
- Del Grande F, Subhawong T, Weber K, et al. Detection of soft-tissue sarcoma recurrence: added value of functional MR imaging techniques at 3.0 T. *Radiology*. 2014;271:499-511.
- Pearlstone DB, Pisters PW, Bold RJ, et al. Patterns of recurrence in extremity liposarcoma: implications for staging and follow-up. *Cancer*. 1999;85:85-92. DOI: 10.1002/(sic)1097-0142(19990101)85:1<85::aid-cnrcr12>3.0.co;2-a.
- Shannon BA, Ahlawat SA, Morris CD, et al. Do Contrast Enhanced Sequences and Functional MRI Sequences Improve Diagnostic Accuracy in the Spectrum of Lipomatous Tumors? Berlin, Germany. 2018. DOI: 10.1007/s0025601829945.
- Gupta AK, Cohan RH, Francis IR, et al. Patterns of recurrent retroperitoneal sarcomas. *AJR*. 2000;174:1025-30. DOI: 10.2214/ajr.174.4.1741025.
- James SL, Davies AM. Post-operative imaging of soft tissue sarcomas. *Cancer Imaging*. 2008;8(1):8-18. DOI: 10.1102/1470-7330.2008.0003.
- Takagi K, Kawase K, Minoshima K, et al. Retroperitoneal lipogranuloma mimicking recurrence of renal cell carcinoma after laparoscopic partial nephrectomy. *Urol Case Rep*. 2019 Jun 7;26:100940. DOI: 10.1016/j.eucr.2019.100940.
- Francis IR, Cohan RH, Varma DG, et al. Retroperitoneal sarcomas. *Cancer Imaging*. 2005;5(1):89-94. DOI: 10.1102/1470-7330.2005.0019.
- Amini B, Madewell JE, Chuang HH, et al. Differentiation of Benign Fluid Collections from Soft-Tissue Sarcomas on FDG-PET/CT. *J Cancer*. 2014;5(5):328-35. DOI: 10.7150/jca.8310.
- Vanel D, Shapeero LG, De Baere T, et al. MR imaging in the follow-up of malignant and aggressive soft-tissue tumors: results of 511 examinations. *Radiology*. 1994;190:263-268. DOI: 10.1148/radiology.190.1.8259417.
- Choi H, Varma DGK, Fornage BD, et al. Soft tissue sarcoma: MR imaging vs sonography for the detection of local recurrence after surgery. *AJR Am J Roentgenol*. 1991;157:353-8. DOI: 10.2214/ajr.157.2.1853821.
- Sung MS, Kang HS, Suh JS, et al. Myxoid liposarcoma: appearance at MR imaging with histologic correlation. *Radiographics*. 2000 Jul-Aug; 20(4):1007-19. DOI: 10.1148/radiographics.20.4.g00j021007.
- El Haq F, Pramod SV, Safriadi F, et al. Pleomorphic retroperitoneal liposarcoma with kidney infiltration mimicking renal trauma. *Urol Case Rep*. 2021 Mar 23;38:101647. DOI: 10.1016/j.eucr.2021.101647.
- Колобанова ЕС, Медведева БМ. Сложности дифференциальной диагностики неорганных опухолей абдоминальной области. Альманах клинической медицины. 2021;49(1):29-40. [Kolobanova ES, Medvedeva BM. Lipomatous Retroperitoneal neoplasms: CT appearance and pathomorphological correlation. *Almanac of Clinical Medicine*. 2021;49(1):29-40. (In Russian)]. DOI: 10.18786/2072-0505-2021-49-008.
- Feuerlein S, Pauls S, Juchems MS, et al. Pitfalls in Abdominal Diffusion-Weighted Imaging: How Predictive is Restricted Water Diffusion for Malignancy. *Am J Roentgenol*. 2009;193(4):1070-6. DOI: 10.2214/AJR.08.2093.
- Koh DM, Collins DJ. Diffusion-weighted MRI in the body: applications and challenges in oncology. *AJR Am J Roentgenol*. 2007 Jun;188(6):1622-35. DOI: 10.2214/AJR.06.1403.

Вклад авторов

Е.С. Колобанова: сбор и обработка данных, анализ полученных данных.

Б.М. Медведева, Е.С. Колобанова: разработка и дизайн исследования, обзор публикаций по теме и написание текста статьи. Б.М. Медведева: утверждение окончательного варианта статьи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Все пациенты подписали информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study.

Информация об авторах

Колобанова Евгения Сергеевна — врач-рентгенолог ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, evgesha.16.kolobanova@gmail.com

Медведева Бэла Михайловна — ведущий научный сотрудник ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, заведующая рентгенодиагностическим отделением, доктор медицинских наук, m-diagnostica@yandex.com

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

Possibilities of Diffusion-Weighted MRI in the Differential Diagnosis of Early Recurrences of Retroperitoneal Liposarcomas and Postoperative Changes

E.S. Kolobanova, B.M. Medvedeva

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

Abstract

Purpose: To evaluate contrast-enhanced magnetic resonance imaging (CE-MRI) and diffusion-weighted (DWI) in the detection and differential diagnosis of recurrent of retroperitoneal liposarcomas with postoperative changes.

Material and methods: The retrospective study included of 23 patients previously operated on for retroperitoneal inorganic liposarcomas. All patients underwent MRI of the abdominal cavity and pelvis with intravenous contrast with further assessment of the size, shape, structure and characteristics of the accumulation of contrast agent in the detected formation.

Results: Morphological verification were performed in 17 patients (74 %), in 6 cases (26 %) patients were left for dynamic control for 1–3 years. Local relapses were detected in 16 patients (67 %), postoperative changes — in 7 (33 %) patients, of which in 2 cases deformation of adipose tissue and fibrotic changes in the area of surgery was determined, in 3 patients granulomas were revealed, and in two patients — volvulus of the greater omentum and lymphocele. The sensitivity of MRI with intravenous contrast enhancement was 68.7 %, specificity 71.4 % and accuracy 69.6 %. The addition of DWI to the standard MRI protocol in patients with suspected recurrence of retroperitoneal liposarcoma to increase the sensitivity of the method in the differential diagnosis of recurrent tumors from postoperative changes to 93.7 % (15 out of 16), specificity up to 100 % (7 out of 7) and accuracy up to 95.6 % (22 out of 23).

Conclusion: The joint use of MRI with intravenous contrast and DW-MRI increases the information content in the detection and differential diagnosis of small-sized recurrent tumors in dedifferentiated and myxoid types of liposarcomas with postoperative changes.

Key words: MRI, diffusion-weighted imaging, ADC, recurrence of liposarcoma

For citation: Kolobanova ES, Medvedeva BM. Possibilities of Diffusion-Weighted MRI in the Differential Diagnosis of Early Recurrences of Retroperitoneal Liposarcomas and Postoperative Changes. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):44–55. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-44-55

Information about the authors:

Kolobanova E.S. <https://orcid.org/0000-0002-1563-0983>

Medvedeva B.M. <https://orcid.org/0000-0003-1779-003X>

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ДОБРОКАЧЕСТВЕННЫХ И ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ ОПУХОЛЕЙ ПЕЧЕНИ У ДЕТЕЙ МЕТОДОМ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ МРТ С ВНУТРИКЛЕТОЧНЫМ КОНТРАСТИРУЮЩИМ ПРЕПАРАТОМ

Е.А. Петраш¹, М.А. Шориков^{1,2}, Е.В. Михайлова¹, А.Л. Никулина¹

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

² Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России; Россия, 117997, Москва, ул. Островитянова, 1, стр. 10.

Контакты: Петраш Екатерина Александровна e.a.petrash@gmail.com

Реферат

Цель: Определение возможностей количественной оценки данных мультипараметрической МРТ с использованием внутриклеточного контрастного препарата в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных заболеваний печени у детей.

Материал и методы: Обследовано 30 пациентов (17 мальчиков, 13 девочек) с 83 образованиями печени в возрасте от 6 месяцев до 20 лет. Всем пациентам проводилось исследование на МРТ-аппаратах 3 Тл или 1,5 Тл с использованием гепатотропного МР-контрастного препарата гадоксетовой кислоты с получением постконтрастных изображений в артериальную, порталную, венозную и отсроченные фазы (1, 5, 20, 40 мин). Были определены количественные характеристики изменения интенсивности сигнала в очаге поражения, интактной паренхиме печени, селезенке, почке, аорте, нижней полой вене. Для нивелирования влияния внешних факторов пользовались не абсолютными значениями интенсивности сигнала, а соотношениями: очаг/интактная паренхима печени, очаг/почка, очаг/аорта, очаг/селезенка, очаг/НПВ. Для каждого очага рассчитывалось 5 коэффициентов, кроме того, была проведена нормировка к нативной фазе. Опухоли были распределены на группы: доброкачественные (52) и злокачественные (31). Диагноз всех злокачественных новообразований подтвержден морфологически, доброкачественных — морфологически или с помощью контрастного МРТ-исследования и динамического наблюдения.

Результаты: С помощью программы XLSTAT была построена математическая модель дифференциальной диагностики. Модель информативна и статистически достоверна ($p < 0,001$). При значениях $A > 0,5$ принималось решение о злокачественной природе исследуемого очага. Если $A \leq 0,5$ — образование доброкачественное. Чувствительность и специфичность диагностики при помощи модели составили 0,862 и 0,925 соответственно.

Выводы: Математическая модель позволяет с высокой степенью информативности дифференцировать злокачественные и доброкачественные образования, что является приоритетной задачей при выявлении объемного образования в печени.

Ключевые слова: МРТ, онкология, педиатрия, печень, дифференциальная диагностика, регрессионная модель

Для цитирования: Петраш Е.А., Шориков М.А., Михайлова Е.В., Никулина А.Л. Дифференциальная диагностика доброкачественных и злокачественных опухолей печени у детей методом количественной МРТ с внутриклеточным контрастирующим препаратом. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):56–63.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-56-63

Введение

Около 175 тыс. новых случаев злокачественных новообразований у детей регистрируется в мире ежегодно. Среди них первичные опухоли печени составляют 1–4 % [1–5]. Наиболее часто встречающиеся злокачественные опухоли — гепатобластома, гепатоцеллюлярный рак, доброкачественные — гемангиома, фокальная нодулярная гиперплазия [6–9].

Редкость данной патологии обуславливает трудности дифференциальной диагностики. Впервые сталкивающиеся с этим врачи-радиологи зачастую не могут правильно определить природу заболевания, что влечет за собой дополнительные исследования и ненужные оперативные вмешательства [10], ухудшая здоровье пациента и приводя к дополнительным финансовым затратам.

В настоящее время МРТ является одним из основных и самых перспективных методов диагностики заболеваний печени [11]. Современные методики МРТ-исследования позволяют не только выявить опухоль и отдаленные метастазы, но и оценить структуру опухоли (наличие продуктов биodeградации гемоглобина, жировых включений и т.д.), уточнить взаимоотношения с соседними структурами, особенности кровоснабжения образования и др. Применение тканеспецифичных контрастных препаратов позволяет достоверно определить наличие или отсутствие в опухоли нормально функционирующих гепатоцитов, что в большинстве случаев существенно суживает диагностический ряд.

Гадоксетовая кислота имеет свойства обычного экстраклеточного МР-контрастного средства

(МРКС) и позволяет получить все стандартные фазы динамического контрастирования, но при этом избирательно захватывается гепатоцитами и выводится с желчью, что позволяет получить дополнительные гепатоспецифические фазы [12, 13]. Формально существует ограничение производителя на использование гепатоспецифических контрастных препаратов у детей в связи с недостаточным количеством исследований. Однако ряд авторов успешно применяет их в педиатрии. Ни один из авторов не указывает на наличие осложнений при введении данных препаратов [12–16].

Несмотря на активное развитие современных методов диагностики, зачастую сложно правильно поставить диагноз, используя только качественные МРТ-признаки [17]. Поэтому в нашей работе было решено провести количественную оценку данных МРТ-исследования.

Многие авторы подчеркивают значение именно количественной оценки данных, однако в большинстве исследований измеряют лишь количественные показатели контрастных изображений или измеряемый коэффициент диффузии (ИКД) [18, 19]. Предложенная ранее методика измерения количественных показателей во всех режимах МРТ-исследования печени позволила нам разработать более объективный метод дифференциальной диагностики для педиатрических пациентов [10, 13], основанный на использовании регрессионной модели, что позволит улучшить диагностику образований печени у детей даже специалистам без достаточного опыта работы в этой области.

Цель исследования — определение возможностей количественной оценки данных мультипараметрической МРТ с применением гепатоспецифического контрастного препарата в дифференциальной диагностике доброкачественных и злокачественных образований печени у детей на основе регрессионной модели.

Материал и методы

В основу работы легли данные обследования 30 пациентов (мальчиков — 17, девочек — 13) с 83 очагами в печени, проходивших обследование в НИИ ДООГ с 2013 по 2018 гг. Возраст пациентов варьировал от 6 мес до 20 лет и в среднем составил $6,1 \pm 6,0$ лет. Пациенты от 18 до 20 лет проходили в нашем учреждении динамический контроль перенесенных ранее злокачественных заболеваний,

Критериями включения в исследование был возраст младше 20 лет, наличие впервые выявленного образования в печени.

Среди изученных очагов ($n=83$) преобладали доброкачественные опухоли (52 очага — 66 %). Злокачественные очаги (31 очаг) были выявлены в 34 % случаев. У одного пациента одновременно определялись как злокачественный очаг, так и доброкачественные очаги.

Доброкачественные очаги были представлены фокальной нодулярной гиперплазией (7), узловой регенерацией печени (26), гемангиомой (21), аденомой (1), злокачественные — гепатобластомой (19), лимфомой (1), фиброламеллярной карциномой (2), эпителиоидной гемангиоэндотелиомой (4), холангиоцеллюлярной карциномой (2), ПЭКомой (1), метастазами (2) (табл. 1).

Диагноз всех злокачественных новообразований подтвержден морфологически, доброкачественных — по результатам контрастного МРТ-исследования и динамического наблюдения (через 1 и 6 месяцев, далее — каждый год).

Сканирование выполняли на высокопольных МР-томографах Espree (1,5 Тл) и Skyra (3 Тл) Siemens (Germany). Исследование проводили с использованием натальной катушки, которая укладывалась на живот пациента, затем фиксировалась к столу с помощью специальных креплений для уменьшения артефактов и предотвращения непроизвольного смещения катушки во время исследования. Для лучшей визуализации одновременно подключали сегменты встроенной в стол пациента матричной катушки. Сочетанное использование катушек улучшало качество используемых изображений.

Исследование проводилось в положении пациента лежа на спине головой в сторону изоцентра магнита, руки расположены вдоль туловища.

Пациенты младше 3 лет проходили исследование под глубокой седацией, натошак. Специальная подготовка остальных пациентов не проводилась, однако рекомендовалось воздержание от приема пищи в течение 2 ч до исследования.

Комплексное МРТ-исследование пациентов с очаговым поражением печени традиционно включает в себя методики МРТ с получением T_2 ВИ с и без подавления МР-сигнала от жировой ткани, динамического контрастного усиления, диффузионно-взвешенных изображений (ДВИ).

В настоящем исследовании были проанализированы только T_1 ВИ после введения гепатотропного МРКС (гадоксетовой кислоты) с получением изображений в артериальную, портальную, венозную и отсроченные (на 1, 5, 20 и 40 мин) фазы (табл. 2).

Нами были получены количественные характеристики изменения интенсивности сигнала в очаге поражения, интактной паренхиме печени, селезенке, почке, аорте, нижней полой вене. Для этого в соответствующей области на томограммах в аксиальной проекции с помощью программного обеспечения томографа выбирали зоны интереса округлой или овальной формы, корональная проекция использовалась только для корректировки локализации зоны интереса. Исследуемые зоны должны были быть максимально однородными и не включать окружающие ткани. При оценке данных очага избегали крупных участков некроза и кровоизлияний. Область интереса в интактной паренхиме печени располагали максимально близко

Таблица 1

Распределение очаговых поражений печени по гистологическим группам

Liver lesions histological types

Нозология	Количество		Количество	
	Очагов	%	Пациентов	%
Первичные злокачественные новообразования				
Гепатобластома	19	23	7	24
Эпителиоидная гемангиоэндотелиома	4	5	1	3
Фиброламеллярная карцинома	2	2	2	7
Лимфома Беркита	1	1	1	3
ПЭКома	1	1	1	3
Вторичные злокачественные новообразования				
Метастазы	2	2	2	7
Доброкачественные опухолевые образования				
Узловая регенерация печени	26	31	9	30
Гемангиома	21	25	1	3
Фокальная нодулярная гиперплазия	7	9	5	17
Аденома	1	1	1	3
ВСЕГО	83	100	30	100

к очагу для снижения влияния неоднородности магнитного поля и чувствительности катушки.

Для нивелирования влияния внешних факторов (удаленность от изоцентра аппарата, неоднородность магнитного поля, влияние физических характеристик соседних тканей и др.) пользовались не абсолютными значениями интенсивности сигнала, а относительными параметрами: очаг/интактная паренхима печени, очаг/почка, очаг/аорта, очаг/селезенка, очаг/НПВ [11].

Для каждого очага рассчитывали 5 параметров, а также были получены нормировки к нативной серии (нативная/артериальная, нативная/портальная и т.д.). Помимо традиционных фаз (артериальной, портальной, венозной и отсроченной на 1-ой минуте) были получены изображения в гепатоспецифичные фазы (на 20-ой и 40-ой минутах).

Результаты всех качественных и количественных характеристик очагов в виде кода заносились в специально разработанную базу данных в программе Microsoft Excel из пакета Microsoft Office 2016.

В исследовании применяли пакеты прикладных программ StatSoft Statistica for Windows, Microsoft Office 2016 с дополнением XLStat.

Для выявления достоверности различий между параметрами применялся *t*-критерий Стьюдента с учетом поправки Бонферрони, для составления диагностической модели — пошаговый обратный дискриминантный анализ для выявления наиболее значимых из всей совокупности достоверно отличных параметров злокачественных и доброкачественных образований, далее модель строилась с помощью бинарной логистической регрессии с получением диагностической формулы стандартным методом [20].

При результате $A > 0,5$, где A — значение формулы, полученное на основе характеристик очагов (см. ниже), модель предполагала, что исследуемый очаг имеет злокачественную природу. Если $A \leq 0,5$ — предполагалось доброкачественное образование. 10 очагов (3 — доброкачественных и 7 — злокачественных) не использовались для построения модели. Количественные характеристики этих очагов были использованы для дополнительной перепроверки формулы. Характеристики были введены в диагностическую формулу, а результат ее работы мы сравнили с данными морфологического исследования (для злокачественных

Таблица 2

Технические параметры сканирования пре- и постконтрастных T₁ВИPre- and postcontrast T₁WI technical parameters

Параметры	TR	TE	Матрица	FOV*, мм	Толщина среза, мм
T ₁ vibe в аксиальной плоскости	4,3	1,89	320	220–380	3

Примечание: * — размер FOV зависел от размеров тела пациента

образований) или динамического наблюдения (для доброкачественных).

Результаты

Первоначально была оценена достоверность различий количественных параметров между доброкачественными и злокачественными образованиями (табл. 3, 4), достоверность отличий была скорректирована с учетом поправки Бонферрони.

В результате пошагового обратного дискриминантного анализа для выявления наиболее значимых из всей совокупности параметров были выбраны наиболее значимые (табл. 5), далее с помощью бинарной логистической регрессии была построена следующая математическая модель:

$$A = \frac{1}{1 + e^{-Z}}, \quad (1)$$

$$Z = 14,8 - 16,3 \times P_{o/a \ 20} - 26,2 \times P_{o/p \ 40} - 11,5 \times P_{o/po \ 40} + 10,6 \times P_{o/v \ 40} \quad (2)$$

где параметр T_1 ВИ очаг/аорта отсроченная 20 мин обозначен как $P_{o/a \ 0}$, параметр T_1 ВИ очаг/печень отсроченная 40 мин — $P_{o/p \ 40}$, параметр T_1 ВИ очаг/почка отсроченная 40 мин — $P_{o/po \ 40}$, параметр T_1 ВИ очаг/аорта отсроченная 40 мин — $P_{o/a \ 40}$, параметр T_1 ВИ очаг/нижняя полая вена (НПВ) отсроченная 40 мин — $P_{o/v \ 40}$.

При значении $A > 0,5$ следует считать, что исследуемый очаг имеет злокачественную природу, если $A \leq 0,5$ — образование доброкачественное.

Таблица 3

Достоверность различий параметров доброкачественных и злокачественных образований печени (значение, скорректированное по поправке Бонферрони)

Bonferroni corrected significance value of liver tumors coefficients

Фаза контрастирования/параметр	Очаг/печень	Очаг/селезенка	очаг/почка	очаг/аорта	очаг/НПВ
T_1 vibe артериальная	$p > 0,05$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
T_1 vibe портальная	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$
T_1 vibe венозная	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
T_1 vibe отсроченная 5 мин	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p = 0,0002^*$	$p = 0,007^*$

Примечание: * — коэффициенты, значения которых достоверно различаются для доброкачественных и злокачественных новообразований

Таблица 4

Достоверность различий параметров доброкачественных и злокачественных образований печени с использованием динамического контрастного усиления (значение, скорректированное по поправке Бонферрони)

Bonferroni corrected significance value of liver tumors coefficients (dynamic MRI)

Коэффициенты	очаг	очаг/печень	очаг/селезенка	очаг/почка	очаг/аорта	очаг/НПВ
Нативная/артериальная	$p > 0,05$	$p = 0,0006^*$	$p > 0,05$	$p = 0,0001^*$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Нативная/портальная	$p = 0,005^*$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$
Нативная/отсроченная 1 мин	$p = 0,04^*$	$p = 0,0003^*$	$p > 0,05$	$p = 0,0002^*$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$
Нативная/отсроченная 5 мин	$p = 0,04$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$	$p > 0,05$
Нативная/отсроченная 20 мин	$p = 0,003^*$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p > 0,05$
Нативная/отсроченная 40 мин	$p = 0,002^*$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p < 0,000001^*$	$p = 0,0002^*$	$p > 0,05$

Примечание: * — коэффициенты, значения которых достоверно различаются для доброкачественных и злокачественных новообразований

Таблица 5

Наиболее информативные признаки, вошедшие в модель дифференциальной диагностики поражений печени

The most informative data of dynamic MRI with intracellular contrast agent model

Признак	F	p-value
T ₁ ВИvibe очаг/аорта отсроченная фаза, 40 мин	53,903	< 0,0001
T ₁ ВИvibe очаг/почка отсроченная фаза, 40 мин	51,108	< 0,0001
Очаг нативная фаза/отсроченная фаза, 40 мин	50,825	< 0,0001
T ₁ ВИvibe очаг/аорта отсроченная фаза, 20 мин	34,917	< 0,0001
T ₁ ВИvibe очаг/НПВ отсроченная фаза, 40 мин	33,326	< 0,0001
Очаг нативная фаза/отсроченная фаза, 20 мин	33,223	< 0,0001
T ₁ ВИvibe очаг/селезенка отсроченная фаза, 20 мин	26,770	< 0,0001
T ₁ ВИvibe очаг/почка отсроченная фаза, 20 мин	13,831	< 0,0001

Примечание: F — критерий Фишера, p — уровень значимости

Модель информативна и статистически достоверна ($p < 0,001$), имеет высокие показатели чувствительности и специфичности — 0,862 и 0,925 соответственно (рис. 1, табл. 6), в табл. 7 дополнительно приведены другие параметры, указывающие на высокую диагностическую точность модели.

Использование гепатотропного МРКС без применения других протоколов позволило нам дифференцировать злокачественные и доброкачественные образования с высокой точностью, незначительно уступающей традиционной мультипараметрической МРТ, значения чувствительности и специфичности которой были установлены нами ранее (0,947 и 0,917 соответственно) [21].

Результаты были подтверждены на 10 очагах, исключенных из построения модели, во всех случаях модель классифицировала их верно (3 — доброкачественных и 7 — злокачественных).

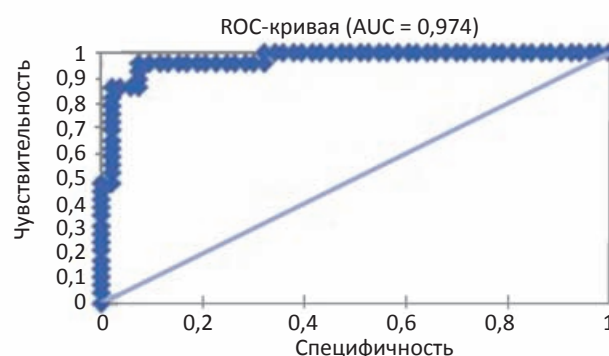


Рис. 1. Общая ROC-кривая влияния различных МРТ-критериев дифференциальной диагностики злокачественных и доброкачественных образований на чувствительность и специфичность

Fig. 1. ROC-curve: influence of MRI-criteria for differential diagnosis of malignant and benign tumors on sensitivity and specificity

Таблица 6

Информативность модели дифференциальной диагностики доброкачественных и злокачественных поражений печени

Informativeness of dynamic MRI with intracellular contrast agent model

Параметр	Значение	Нижняя граница (95 %)	Верхняя граница (95 %)
Чувствительность	0,862	0,687	0,950
Специфичность	0,925	0,815	0,974
Ложноположительные результаты	0,075	0,007	0,144
Ложноотрицательные результаты	0,138	0,020	0,256
Предсказательная ценность положительного результата	0,862	0,737	0,988
Предсказательная ценность отрицательного результата	0,925	0,853	0,996
Коэффициент положительной вероятности	11,422	4,402	29,637
Коэффициент отрицательной вероятности	0,149	0,06	0,372

Примеры расчета коэффициентов:

Пациентка 1. 16 лет (рис. 2). Рабдомиосаркома влагалища, специальное лечение окончено год назад. В правой доле печени — очаг, слабо гиперинтенсивный на T_2 ВИ, не имеющий ограничения диффузии, накапливающий контрастный препарат в гепатоспецифичную фазу.

$$Z = 14,8 - 16,3 \times 1,2 - 26,2 \times 0,9 - 11,5 \times 0,97 + 16,5 \times 1,5 + 10,6 \times 0,98 = -5,4$$

$$A = 1 / (1 + e^{-5,4}) = 0,005.$$

$A < 0,5$, следовательно образование имеет доброкачественную природу. С учетом отсутствия динамики на протяжении 3 лет данное образование — вероятно узел регенерации.

Пациентка 2. 13 лет (рис. 3). Аденокарцинома толстой кишки, специфическое лечение окончено год назад. В левой доле печени — очаг, гиперинтенсивный на T_2 ВИ, гипоинтенсивный на T_1 ВИ, не накапливающий контрастный препарат в гепатоспецифичную фазу.

$$Z = 14,8 - 16,3 \times 0,98 - 26,2 \times 0,3 - 11,5 \times 0,8 + 16,5 \times 0,9 + 10,6 \times 0,7 = 3,8$$

$$A = 1 / (1 + e^{-3,8}) = 0,97$$

$A > 0,5$, следовательно образование имеет злокачественную природу. Данное образование было верифицировано морфологически — метастаз аденокарциномы.

Обсуждение

Актуальность дифференциальной диагностики образований печени у детей не вызывает сомнений [22, 23]. С развитием технического оснащения клиник все больше исследований проводят с использованием современных методик МРТ, таким как ДВИ, контрастное усиление, МР-спектроскопия [13, 24].

Широкое распространение получают программы искусственного интеллекта и математического моделирования, которые позволяют минимизировать субъективность в постановке диагноза [25].

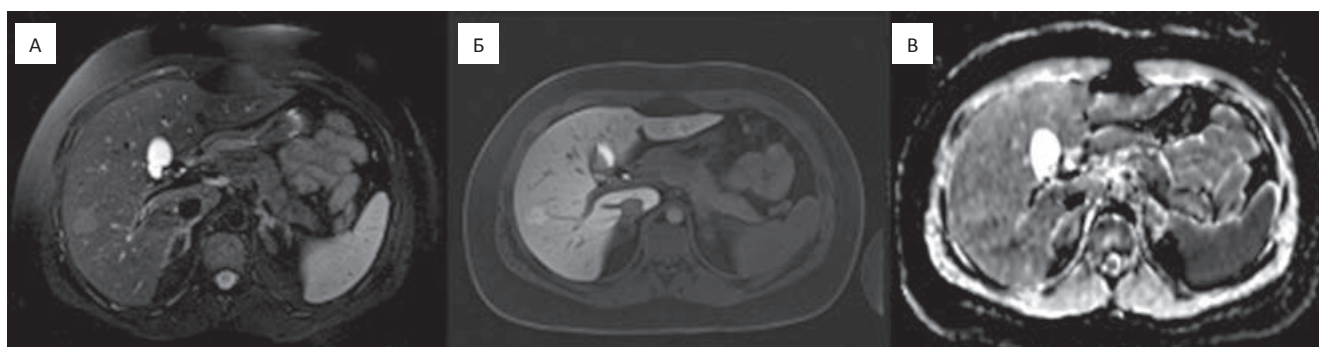


Рис. 2. Пациентка 16 лет. Рабдомиосаркома влагалища, специфическое лечение окончено год назад. МРТ в аксиальной проекции: А — T_2 ВИ. Б — T_1 ВИ, отсроченная фаза (40 мин); В — ИКД-карта. В правой доле печени очаг слабо гиперинтенсивный на T_2 ВИ, не имеющий ограничения диффузии, накапливающий контрастный препарат в гепатоспецифичную фазу
Fig. 2. Patient 16 y.o. with rhabdomyosarcoma. Specific treatment ended 1 year before. Axial MRI. А — T_2 fsWI; Б — T_1 WI, delay phase (40 min); В — ADC-map. In right liver lobe there is mildly hyperintense on T_2 WI lesion with contrast enhancement in hepatospecific phase and no diffusion restriction

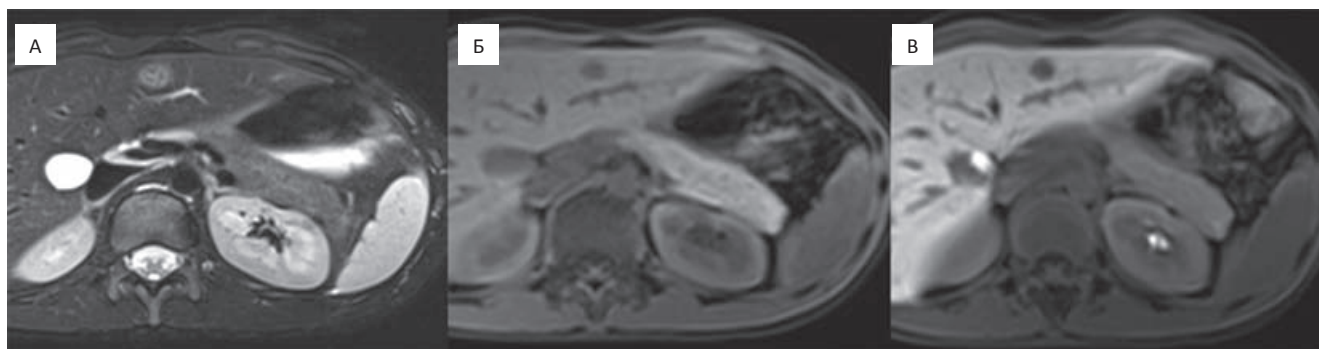


Рис. 3. Пациентка 13 лет. Аденокарцинома толстой кишки, специфическое лечение окончено год назад. МРТ в аксиальной проекции: А — T_2 ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани. Б — T_1 -ВИ, до введения контрастного препарата. В — T_1 ВИ, отсроченная фаза (40 мин). В левой доле печени очаг гиперинтенсивный на T_2 ВИ, гипоинтенсивный на T_1 ВИ, не накапливающий контрастный препарат в гепатоспецифичную фазу
Fig. 3. Patient 13 y.o. Specific treatment ended 1 year before. Axial MRI. А — T_2 fsWI; Б — precontrast T_1 WI; В — T_1 WI, delay phase (40 min). In left liver lobe there is hyperintense on T_2 WI lesion with no contrast enhancement in delayed phase

Полученная нами регрессионная модель имеет высокие показатели чувствительности и специфичности (86,2 и 92,5 % соответственно) и может стать отличным помощником в дифференциальной диагностике злокачественных и доброкачественных опухолей печени у детей.

Тем не менее, использование данной формулы требует больших временных затрат и в повседневной практике затруднительно. Решением данной проблемы на наш взгляд является создание соответствующего программного обеспечения, позволяющего осуществлять вычисления автоматически.

Заключение

В настоящей работе нам удалось установить самостоятельную диагностическую ценность исследования с применением гепатотропного МРКС на основе гадоксетовой кислоты. Однако сравнить эти данные с ранее полученными нами по традиционной мультипараметрической МРТ на сравнительно небольшой выборке пока что не представляется возможным в связи с небольшим количеством наблюдений.

Вместе с тем, их вполне достаточно, чтобы сделать вывод о повышении точности диагностики при применении гепатотропного МРКС.

Список литературы / References

1. Никулина АЛ, Петраш ЕА, Михайлова ЕВ и др. Комплексная лучевая диагностика недифференцированной эмбриональной саркомы печени у детей: собственный опыт и обзор литературы. Онкопедиатрия. 2017;4(1):68-73. [Nikulina AL, Petrash EA, Mikhaylova EV, et al. The Complex Imaging Diagnosis of Undifferentiated Embryonal Sarcoma of the Liver in Children: The Own Experience and Literature Review. Onkopediatria. 2017;4(1):68-73. (In Russian)]. DOI: 10.15690/onco.v4i1.
2. Никулина АЛ, Петраш ЕА, Панферова ТР и др. Комплексная лучевая диагностика опухолей печени у детей. Онкопедиатрия. 2015;2(3):313. [Nikulina AL, Petrash EA, Panferova TR, et al. Complex beam diagnostics of liver tumors in children. Onkopediatria. 2015;2(3):313. (In Russian)].
3. Litten JB, Tomlinson GE. Liver tumors in children. Oncologist. 2008 Jul;13(7):812-20. DOI: 10.1634/theoncologist.2008-0011.
4. Das CJ, Dhingra S, Gupta AK, et al. Imaging of paediatric liver tumours with pathological correlation. Clin Radiol. 2009 Oct;64(10):1015-25. DOI: 10.1016/j.crad.2009.04.014.
5. Jha P, Chawla SC, Tavri S, et al. Pediatric liver tumors: pictorial review. Eur Radiol. 2009;19:209-19. DOI: 10.1634/theoncologist.2008-0011.
6. Близняков ОП, Шабанов МА, Перевозчиков АГ. Эмбриональная саркома печени у детей: вопросы морфологической диагностики. Архив патологии. 2007;69(1):40-7. [Bliznyukov OP, Shabanov MA, Perevozchikov AG. Embryonic hepatic sarcoma in children: aspects of morphological diagnosis. Archives of Pathology. 2007;69(1):40-7. (In Russian)].
7. Высоцкий ЮБ, Пашков ЮВ, Турабов ИА. Первичные опухоли печени у детей. Вестник РОНЦ им. НН Блохина РАМН. 1992;3(2):25-31. [Vysotsky YuB, Pashkov Yu V, Turabov IA. Primary liver tumors in children // Bulletin of the Russian Oncological Center NN Blokhin RAMS. 1992;3(2):25-31. (In Russian)].
8. Chung EM, Cube R, Lewis RB, et al. From the archives of the AFIP: Pediatric liver masses: radiologic-pathologic correlation part 1. Benign tumors. Radiographics. 2010 May;30(3):801-26. DOI: 10.1148/rg.303095173.
9. Finegold MJ, Egler RA, Goss JA, et al. Liver tumors: pediatric population. Liver Transpl. 2008 Nov;14(11):1545-56. DOI: 10.1002/lt.21654.
10. Петраш ЕА, Михайлова ЕВ, Сергеева ОН и др. Лучевая диагностика фасцилиоза печени у детей. REJR. 2018;8(4):269-81. [Petrash EA, Mikhaylova EV, Sergeeva ON, et al. Imaging of liver fascioliasis in children. REJR. 2018;8(4):269-81. (In Russian)]. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-4-269-281.
11. Багненко СС. Комплексное магнитно-резонансное исследование в выявлении и дифференциальной диагностике очаговых поражений печени: дис. ... докт. мед. наук. СПб, 2014. 310 с. [Bagnenko SS. Complex magnetic resonance imaging in the detection and differential diagnosis of focal liver lesions: Dis. Dr. Sci. Med. St. Petersburg, 2014. 310 p. (In Russian)].
12. Chavhan GB, Shelmerdine S, Jhaveri K, et al. Liver MR Imaging in Children: Current Concepts and Technique. Radiographics. 2016;36(5):1517-32. DOI: 10.1148/rg.2016160017.
13. Tamrazi A, Vasanawala SS. Functional hepatobiliary MR imaging in children. Pediatr Radiol. 2011;41(10):1250-8. DOI: 10.1007/s00247-011-2086-3.
14. Chavhan GB, Mann E, Kamath BM, Babyn PS. Gadobenatadimeglumine-enhanced magnetic resonance imaging for hepatic lesions in children. Pediatr Radiol. 2014;44(10):1266-74. DOI: 10.1007/s00247-014-2975-3.
15. Meyers AB, Towbin AJ, Seraj S, et al. Characterization of pediatric liver lesions with gadoxetate disodium. Pediatr Radiol. 2011;41(9):1183-97. DOI: 10.1007/s00247-011-2148-6.
16. Schnater JM, Köhler SE, Lamers WH, et al. Where do we stand with hepatoblastoma? A review. Cancer. 2003. 15;98(4):668-78. DOI: 10.1002/cncr.11585. PMID: 12910509.
17. Daldrop-Link H. Artificial intelligence applications for pediatric oncology imaging. Pediatr Radiol. 2019; 49(11):1384-90. DOI: 10.1007/s00247-019-04360-1.
18. Лаптева МГ, Сергеева ОН, Шориков МА и др. Диффузионно-взвешенные МР-изображения в оценке эффективности трансартериальной химиоэмболизации печени у пациентов с метастазами нейроэндокринных опухолей. REJR. 2018;8(4):103-10. [Lapteva MG, Sergeeva ON, Shorikov MA, et al. Diffusion-weighted imaging with adcm maps in assessment of liver transarterial chemoembolization response in patients with metastatic neuroendocrine tumors. REJR. 2018;8(4):103-10. (In Russian)]. DOI: 10.21569/2222-7415-2018-8-4-103-110.
19. Тарачкова ЕВ, Шориков МА, Панов ВО и др. Возможности динамической МРТ с контрастным усилением в определении гистологического типа рака шейки матки. Вестник Российского государственного медицинского университета. 2016;4(4):29-35. [Tarachkova EV, Shorikov MA, Panov VO, et al. Dynamic contrast-enhanced mri in determining histological type of cervical cancer. Bulletin of the Russian State Medical University. 2016;4(4):29-35. (In Russian)].
20. Nick TG, Campbell KM. Logistic regression. Methods Mol Biol. 2007;404:273-301. DOI: 10.1007/978-1-59745-530-5_14.
21. Petrash E, Shorikov M, Mikhaylova E. Differential Diagnosis of Benign and Malignant Liver Lesions in Children Using Method of Quantitative Assessment of Multiparametric MRI. Pediatric Blood & Cancer. 2020;(67):135-6.
22. Топоркова ДИ, Спичак ИИ. Неинфекционная патология печени в практике врача онкогематологического отделения. Педиатрический вестник Южного Урала. 2018;(1):70-81. [Toporkova DI, Spichak II. Non-infectious liver pathology in the practice of the doctor of the oncohematological department. Pediatric Bulletin of the Southern Urals. 2018;(1):70-81. (In Russian)].
23. Kelgeri C, Sharif K, Baumann U. Liver Tumours and Nodular Lesions. Pediatric Hepatology and Liver Transplantation. Springer, Cham, 2019: 345-59. DOI: 10.1007/978-3-319-96400-3_21.
24. Chavhan GB, Humphries PD. Functional MRI: DWI and DCE-MRI. Imaging in Pediatric Oncology. — Springer, Cham, 2019: 91-106. DOI: 10.1007/978-3-030-03777-2_6.
25. Daldrop-Link H. Artificial intelligence applications for pediatric oncology imaging. Pediatr Radiol. 2019;49(11):1384-90. DOI: 10.1007/s00247-019-04360-1.

Вклад авторов

Е.А. Петраш: разработка дизайна исследования, поиск литературы и ее систематизация, получение данных для анализа, анализ данных.

М.А. Шориков: разработка дизайна исследования, анализ данных.

Е.В. Михайлова: разработка дизайна исследования, работа с выводами, литературное и научное редактирование.

А.Л. Никулина: получение данных для анализа.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Родители пациентов подписали информированные согласия на проведение исследований.

Informed consent. The patient's parents signed informed consents to conduct the research.

Сведения об авторах

Петраш Екатерина Александровна — врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностического НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, кандидат медицинских наук, SPIN-код 6910-8890.

Шориков Максим Андреевич — врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностического НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, врач-рентгенолог отделения рентгенологии, рентгеновской компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии НИИ радиологии и клинической физиологии Федерального центра мозга и нейротехнологий ФМБА, SPIN-код: 1393-1437; mshorikov@gmail.com.

Михайлова Елена Владимировна — заведующая отделением рентгенодиагностическим НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, SPIN-код 2880-1263; elena_1357@mail.ru.

Никулина Анастасия Леонидовна — врач-рентгенолог отделения рентгенодиагностического НИИ детской онкологии и гематологии ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, SPIN-код 7245-1485; almich@mail.ru.

DIAGNOSTIC RADIOLOGY

Differential Diagnosis of Benign and Malignant Level Tumors in Children by Quantitative MRI with Intracellular Contrast Agent

E.A. Petrash¹, M.A. Shorikov^{1,2}, E.V. Mikhaylova¹, A.L. Nikulina¹

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

² Federal Center for Brain Research and Neurotechnology; 1 Ostrovityanova, Moscow, Russia 117997

Abstract

Purpose: To determine the possibilities of quantitative assessment of mpMRI with EOB-DTPA in the differential diagnosis of benign and malignant tumors in children.

Material and methods: 30 patients (male — 17, female — 13) with 83 tumors underwent MRI. Age ranged from 5 months to 20 years. All children underwent MRI on 3T or 1.5T MR-scanners using body coil. Fat saturated T₁WI were performed before and after hepatotropic MR-contrast agent (gadoteric acid) injection in arterial, portal, venous and delayed phases (1, 5, 20, 40 min). Tumors were divided into 2 groups: benign (52) and malignant (31). In this work we use only pre- and postcontrast T₁WI. Diagnosis was confirmed histologically (all malignant and a part of benign FLL) and long-term MRI follow-up studies (for benign). To eliminate influence of external factors we used coefficients for each MR-program, the signal was normalized to intact liver parenchyma, spleen, abdominal aorta and v. cava inferior, also normalization to native series has been performed. Coefficients were compared for malignant and benign tumors using Student's *t*-test, significantly different parameters were further used to build mathematical model by constructing a logistic regression with step-by-step selection of the most informative values.

Results: Regression model is presented by formula. The model is informative and statistically significant ($p < 0.001$). If $A > 0.5$ tumors has a malignant nature if $A \leq 0.5$ —benign. Model sensitivity and specificity are 0.862 and 0.925, respectively.

Conclusion: Our model could be an excellent assistance in differentiation of benign and malignant focal liver lesions and reduces diagnostic path, effects the proper patients management.

Key words: MRI, oncology, pediatric, liver lesions, differential diagnosis, regression model

For citation: Petrash EA, Shorikov MA, Mikhaylova EV, Nikulina AL. Differential Diagnosis of Benign and Malignant Level Tumors in Children by Quantitative MRI with Intracellular Contrast Agent. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):56-63. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-56-63

Information about the authors:

Petrash E.A. <https://orcid.org/0000-0001-6572-5369>

Mikhaylova E.V. <https://orcid.org/0000-0001-7630-7496>

Shorikov M.A. <https://orcid.org/0000-0003-3813-5608>

Nikulina A.L. <https://orcid.org/0000-0001-9318-5785>

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ОЧАГОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ПО ДАННЫМ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ УЛЬТРАСОНОГРАФИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ЭХОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕКСТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЧЕТКИХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В.А. Белозеров¹, О.И. Охотников¹, Н.А. Корневский², С.Н. Григорьев¹

¹ Курская областная клиническая больница; Россия, 305004, Курск, ул. Сумская, 35а.

² Юго-Западный государственный университет; Россия, 305040, Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Контакты: Белозеров Владимир Анатольевич b9102107495@yandex.ru

Реферат

Актуальность: Дифференциальная диагностика очаговых образований поджелудочной железы является сложной клинической задачей из-за схожести их эхоэмоиотики различных патологий. Одним из путей объективизации и повышения точности данных ультразвукового исследования является использование методов искусственного интеллекта для интерпретации изображений.

Цель: Повышение качества дифференциальной диагностики очаговой патологии поджелудочной железы по данным эндоскопической ультрасонографии на основе анализа эхографической текстуры с использованием нечетких математических моделей.

Материал и методы: По поводу очаговых образований панкреатобилиарной зоны в Курской областной клинической больнице эндоскопическая ультрасонография выполнена у 272 пациентов. Использовалась эндоскопическая видеосистема фирмы Olympus EVIS EXERA II с ультразвуковым процессором EU-ME1. Солидные опухолевые образования поджелудочной железы выявлены у 109 (40,1 %) пациентов, локальные формы хронического панкреатита диагностированы у 40 (14,7 %) больных. По результатам исследований выделены основные типы эталонных эндосонограмм, соответствующих дифференцируемой патологии, на основании которых с использованием гибридных нечетких математических решающих правил получена нечеткая гибридная модель дифференциальной диагностики хронического очагового панкреатита и протоковой аденокарциномы поджелудочной железы.

Результаты: Выбранный источник информации и метод синтеза гибридных нечетких решающих правил позволили получить нечеткую гибридную модель дифференциальной диагностики хронического панкреатита и протоковой аденокарциномы. По результатам математического моделирования и статистических испытаний на репрезентативных контрольных выборках было показано, что полученная модель дифференциальной диагностики на основе эталонных эндосонограмм, отражающих эхографическую текстуру очаговых образований поджелудочной железы, обеспечивает уверенность в искомом диагнозе на уровне 0,6. Дополнительная информация, используемая при анализе эндосонограмм, повышает диагностическую уверенность до величины 0,9.

Заключение: Полученная модель дифференциальной диагностики хронического очагового панкреатита и протоковой аденокарциномы поджелудочной железы обеспечивает уверенность в принятии решений не хуже 0,9, что является приемлемым показателем качества в клинической практике, позволяя ставить диагноз в условиях недостаточной статистики при плохо формализуемой структуре данных.

Ключевые слова: поджелудочная железа, хронический очаговый панкреатит, протоковая аденокарцинома, дифференциальная диагностика, эталонная эндосонограмма, математическая модель, нечеткие решающие правила

Для цитирования: Белозеров В.А., Охотников О.И., Корневский Н.А., Григорьев С.Н. Дифференциальная диагностика очаговых образований поджелудочной железы по данным эндоскопической ультрасонографии на основе анализа эхографической текстуры с использованием нечетких математических моделей. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):64-73.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-64-73

Введение

Дифференциальная диагностика очаговых образований поджелудочной железы (ПЖ) является сложной проблемой для клинической медицины. Основными факторами, затрудняющими диагностику, является трудная анатомическая доступность органа, близость и функциональная взаимосвязь органов панкреатобилиарной зоны [1], идентичность характера изменений, выявленных

при лучевых методах исследования (УЗИ, КТ, МРТ) и связанные с этим трудности интерпретации полученных изображений [2]. В связи с этим проблема дифференциальной диагностики злокачественных новообразований ПЖ и хронического панкреатита (ХП) остается и до настоящего времени крайне актуальной [3, 4].

Одним из наиболее информативных методов отображения паренхимы и протоковой системы ПЖ является эндоскопическая ультрасонография

(ЭУС) [5–7]. Метод используется для уточняющей и дифференциальной диагностики при опухолях, кистозных новообразованиях ПЖ и панкреатитах, а также позволяет определить показания к оперативному вмешательству и его характер [8]. Диагностическая эффективность ЭУС, которая первоначально и была разработана для диагностики патологии ПЖ, обусловлена близостью расположения ультразвукового датчика к органу и возможностью динамической визуализации [8–10]. Приближение ультразвукового датчика при эндоскопическом исследовании к зоне интереса дает возможность детально изучить структуру ПЖ [8]. Одним из ключевых диагностических признаков является эхографическая текстура очаговых образований ПЖ, визуально отражающая совокупность свойств внутренней среды объекта. Именно в оценке эхотекстуры максимально реализуются преимущества ЭУС, которая обладает уникальной способностью отображать детали паренхимы ПЖ и не полагается исключительно на размер, асимметрию железы или расширение протоков «вверх по течению», чтобы оценить наличие очаговых образований [11].

При этом в литературе отсутствуют систематизированные сведения об эхографической текстуре очаговых образований ПЖ, а описание эхопризнаков этой патологии часто противоречиво. Это, в частности, касается однородности очага, характера его контуров. Большинство авторов считает, что одним из ключевых эхопризнаков в дифференциальной диагностике очаговых образований ПЖ является панкреатический рисунок, который является отображением текстуры паренхимы органа [1, 8]. Вместе с тем, представления о его характере в литературе неполны. Предполагается что это однородный, мелкозернистый, крапчатый рисунок, имеющий вид «соли с перцем». Вариантов оценки характера качественных признаков, описывающих эхотекстуру различной патологии ПЖ с привлечением математического аппарата при анализе литературных данных мы не встретили. В связи с этим представляется актуальной проблема детализации эхографической текстуры очаговых образований ПЖ с целью объективизации данных эндосонаграфии и улучшения качества дифференциальной диагностики патологии органа.

В процессе ЭУС формируются сложноструктурируемые изображения, сегментация и классификация которых требует высокой квалификации врача, так как из-за особенностей субъективного зрительного восприятия теряется информативность, оценка параметров производится субъективно, что затрудняет формулировку стандартизированного заключения.

Одним из подходов к повышению точности анализа медицинских изображений, включая эндосонаграммы, является использование методов

искусственного интеллекта для анализа и интерпретации первичных данных исследуемого класса.

Широкое распространение компьютерной техники и информационных технологий создало условия для увеличения объема и точности автоматизированной обработки медицинских изображений. В области построения систем интеллектуальной поддержки принятия диагностических решений активно используются: концепции построения автоматизированных медицинских информационных систем (МИС), теоретические принципы создания медицинских экспертных систем, модели представления знаний, нейронные сети и нечеткие логические выводы [12–26].

В мировой практике для автоматизированной обработки изображений используют методы распознавания, основанные на идее Виолы — Джонса, технологии бустинга и нейросетевых моделях классификаторов.

В настоящее время получили широкое распространение так называемые гибридные технологии, позволяющие объединять в одном классификаторе технологии обучаемых классификаторов и технологии мягких вычислений, успешно функционирующие в условиях неопределенности и реализующие комплексное использование различных методов искусственного интеллекта, что позволяет сформировать новую методологию построения таких систем. Однако во многих случаях они не обеспечивают получения достоверных решений ввиду малообоснованного выбора параметров моделирования, при этом нахождение адекватных решений из-за необходимости многократного выполнения реализаций используемых методов, алгоритмов и моделей, с целью выбора наиболее оптимальных параметров, сопровождается большими временными и материальными затратами.

В определенной степени перечисленные и ряд других недостатков устраняются методологией синтеза гибридных нечетких решающих правил (МСГНРП), разработанной в Юго-Западном государственном университете [14–16, 25, 27–31]. Отличительной особенностью МСГНРП является активное соединение естественного интеллекта врачей (клиническое мышление) и интеллекта инженера-когнитолога с искусственным гибридным интеллектом. Клиническое мышление экспертов восполняет недостаток необходимых статистических данных и позволяет при взаимодействии с инженером-когнитологом строить формальные модели для плохоформализуемых задач. Инженер-когнитолог, используя данные разведочного анализа, подбирает математические модели, адекватные структуре данных решаемых задач. Рациональное взаимодействие интеллектуальных составляющих обеспечивается соответствующим алгоритмическим обеспечением МСГНРП [16, 27, 28]. Такой подход дает возможность создавать качественно новые МИС, позволяющие решать более

широкий круг задач интерпретации изображений и диагностики заболеваний, обеспечивая эффективность прилагаемых решений в условиях неполноты и неопределённости исходных данных [15].

Целью исследования явилось повышение качества дифференциальной диагностики очаговой патологии поджелудочной железы по данным эндоскопической ультрасонографии на основе анализа эхографической текстуры с использованием нечетких математических моделей, при синтезе которых формальные процедуры строятся с использованием клинического опыта высококвалифицированных специалистов ультразвуковой диагностики.

Материал и методы

С 2014 г. в отделении эндоскопии Курской областной клинической больницы ЭУС панкреатобилиарной области выполнена у 729 пациентов. Использовалась эндоскопическая видеосистема фирмы Olympus (Япония) EVIS EXERA II с ультразвуковым процессором EU-ME1. Эндосонография выполнялась ультразвуковыми видеогастроскопами GF UM160 с радиальным датчиком и GF UC140P-AL5 с конвексным. Подготовка к исследованию включала отказ от приема пищи в течение 8 ч. Все исследования выполнялись в условиях общей анестезии. Методика проведения исследования соответствовала стандартной эндосонографии панкреатобилиарной зоны [32].

По поводу очаговых образований панкреатодуоденальной зоны обследовались 272 (37,3 %) пациента. Женщин было 112 (41,2 %), мужчин — 160 (58,8 %). Возраст больных варьировал от 27 до 88 лет (средний возраст $54,6 \pm 6,8$ года). Сравнение признаков, описывающих эхотекстуру очаговых образований, проводили в группе, включающей 149 пациентов. В исследование включены больные с очаговыми солидными образованиями ПЖ по данным ЭУС. Критерием невключения было наличие кистозного компонента в образовании при ЭУС. Критериями исключения являлось отсутствие морфологической верификации патологии или неизвестный исход заболевания при динамическом наблюдении не менее двух лет. Ограничениями к выполнению ЭУС явились ранее выполненные резекционные вмешательства или патология, препятствующая проведению датчика аппарата в двенадцатиперстную кишку.

Солидные опухолевые образования ПЖ выявлены у 109 (40,1 %) пациентов, локальные формы ХП диагностированы у 40 (14,7 %) больных. Окончательный диагноз устанавливался на основании данных гистологического исследования материала, полученного интраоперационно, данных цитологических исследований клеточного материала, полученного при перкутанной аспирационной биопсии и ЭУС контролируемой тонкоигольной пункции очаговых образований, при условии

наблюдения за пациентами не менее 12 мес после исследования. Кроме того, учитывались результаты щипковой биопсии, из слизистой двенадцатиперстной кишки в случаях инвазии опухоли в стенку органа. С целью анализа первичных данных производилась видеофиксация всех исследований с последующей архивацией информации на электронных носителях.

Результаты

В связи с поставленной целью исследования особое внимание уделяли дифференциальной диагностике очаговой формы ХП и протоковой аденокарциномы ПЖ, поскольку данная патология вызывает наибольшие диагностические трудности в связи со схожестью эндосонографических характеристик этих образований.

При проспективном и ретроспективном анализе ультразвуковых видеоизображений пациентов с очаговой патологией ПЖ нами сформирован ряд эндосонограмм, формирующий шкалу эхотекстур изучаемой патологии. Собственные исследования и экспертный анализ показали, что анализируя сонограмму, врач визуализирует некоторую интегральную картину единого целостного изображения, практически не разделяя его на составляющие, что относится и к эхографической текстуре. Для надежной классификации объектов информативными считали следующие признаки, описывающие текстуру: яркость, форму, размеры и пространственное соотношение элементов, составляющих текстуру. Поскольку формальной процедуры задания исходной системы признаков пока не существует, признаки, используемые при решении задачи дифференциальной диагностики очаговых образований ПЖ, задаются на основании опыта специалиста-эндосонографиста.

Из совокупности изображений эндосонограмм были выделены основные типы эхографической текстуры, соответствующие дифференцируемой нами патологии ПЖ. Выделенные типы эхотекстур соответствуют ХП и протоковой аденокарциноме. При этом анализировались только видеоматериалы эндосонографических исследований пациентов с окончательно установленным диагнозом. Среди них группа пациентов с локальными формами ХП составила 18 человек, с аденокарциномами — 39 больных. Кроме того, для объективизации оценки нормального панкреатического рисунка в очаговых образованиях, а также для описания его эхогистологической корреляции приводятся сонограммы эхографической текстуры (панкреатического рисунка) нормальной ПЖ из группы пациентов, у которых наличие очаговых образований не подтверждено при эндосонографии.

Отсутствие гистологической верификации диагноза у значительной части пациентов закономерно, поскольку большинство больных с очаговым

панкреатитом не нуждалось в оперативном лечении, а доля больных с радикальными резекциями также невелика вследствие неоперабельности выявленных опухолей ПЖ.

Сложность получения объемов данных, достаточных для корректного использования методов математической статистики, является одной из особенностей исследуемой патологии. Для решения таких задач в современной математике разработан ряд подходов, один из которых реализуется в рамках МСГНРП, используемой в данной работе. Недостаток статистики в выбранной методологии компенсируется теоретическими и практическими знаниями экспертов, позволяющими формировать функции принадлежности к исследуемым классам состояний. Полученные таким образом функции принадлежности обеспечивают синтез высоконадежных решающих правил прогнозирования и медицинской диагностики, объединяющих достоинства статистических и экспертных методов обработки сложноструктурированных данных.

Учитывая особенности восприятия зрительных образов и различный опыт будущих пользователей разрабатываемых решающих правил (гибридных диагностических моделей), каждый из пяти типов эхографической текстуры был представлен двумя изображениями. Первое изображение представляет собой типовую (эталонную) сонограмму, а второе — искусственно созданное, идеализированное изображение (репер), позволяющий исследователю сосредоточиться на том, какую реальную сонограмму он увидит в той или иной диагностической ситуации. Такое двойное отображение типовой эхотекстуры, на наш взгляд, позволит исследователю более точно акцентировать свое внимание на диагностируемой патологии, обеспечив в дальнейшем более точную диагностику.

Бесспорно, эхографическая текстура коррелирует и отображает гистологические элементы сканируемых тканей. Однако эхогистологические корреляции патологии ПЖ недостаточно изучены и освещены в научной литературе. Эндосонографические критерии хронического панкреатита описаны Jones S.N. et al и дополнены Wiersema M.J. et al. Среди них к паренхиматозным, которые отражаются в текстуре, относятся гиперэхогенные очаги, тяжи, включения, гипоехогенные дольки и кисты. Однако фактическое их гистологическое соответствие неизвестно. Предложены их гипотетические корреляции. Последовательного описания текстуры опухолевых образований ПЖ в литературе не встречается, а ЭУС-критерии рака ПЖ дискуссионны. Тем не менее, в нашей работе на основании собственного опыта и имеющихся в литературе публикаций описаны характеристики типовых эхотекстур

очаговой патологии ПЖ с учетом теоретически возможных эхогистологических корреляций.

Основные типовые эхографические текстуры мы описали следующим образом.

1. Эхографическая текстура нормальной ПЖ. Равномерно чередующиеся округлые, линейные и извитые гипо- и гиперэхогенные эхоструктуры, размеры которых не превышают 2 мм. Эхоструктуры ориентированы в различных направлениях относительно плоскости изображения (рис. 1).

В литературе нормальная эхотекстура описывается как мелкий диффузно-крапчатый рисунок с чередующимися темными и светлыми участками, имеющими вид «соли с перцем». При этом темные участки соответствуют ацинарным структурам, а светлые — междольковым соединительнотканым септам. Поперечные, косые и продольные ультразвуковые «срезы» определяют различную форму эхоструктур от округлой до линейной. Описанная текстура соответствует нормальному панкреатическому рисунку.

2. Эхографическая текстура при ХП с диффузным характером изменений. Панкреатический рисунок отличается формированием дольчатой структуры железы за счет гипоехогенных лобул, подчеркнутых гиперэхогенными тяжами. Размеры эхоструктур как гиперэхогенных, так и гипоехогенных увеличиваются и превышают 2 мм (рис. 2).

Характерная эхотекстура при ХП с диффузным характером изменений обусловлена, главным образом, воспалительными фиброзными изменениями железы: развитие соединительной ткани приводит к выраженной псевдолобулярности железы и развитию очагов фиброза с последующим кальцинозом. Гиперэхогенные структуры могут соответствовать также мелким кальцинатам, белковым пробкам, а лобулярность железы подчеркивается перилобулярным фиброзом с отеком паренхимы.

3. Эхографическая текстура при ХП с очаговыми изменениями. Панкреатический рисунок характеризуется дольчатой структурой железы со сливным характером распределения гипоехогенных лобул (рис. 3).

Характерная эхотекстура при ХП с очаговыми изменениями обусловлена отечно-воспалительными и фиброзными изменениями железы с их неравномерным распределением и выраженностью.

4. Эхографическая текстура при ХП с преимущественно очаговым характером изменений. Панкреатический рисунок характеризуется неоднородной текстурой в очаге с преобладанием гипоехогенных структур со сливным характером распределения, частично маскирующих гиперэхогенные эхоструктуры. Размеры гипоехогенных структур преобладают (рис. 4).

Изменения эхотекстуры при ХП с очаговым характером изменений обусловлены преобладанием воспалительной инфильтрации ацинарной ткани в очаге, на фоне которых участки фиброза,

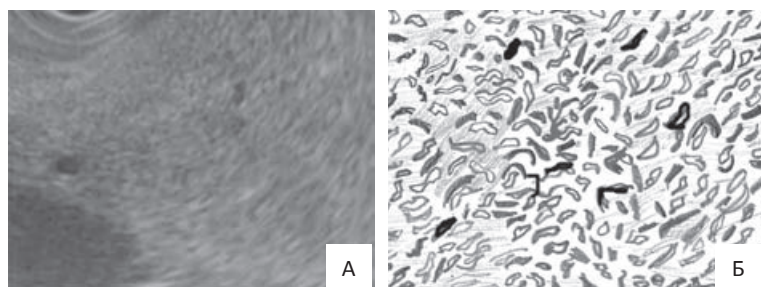


Рис. 1. Эхографическая текстура нормальной ПЖ: А — эталонная эндосонограмма; Б — реперная схема

Fig. 1. Echographic texture of the normal pancreas: A — reference endosonogram; Б — reference scheme

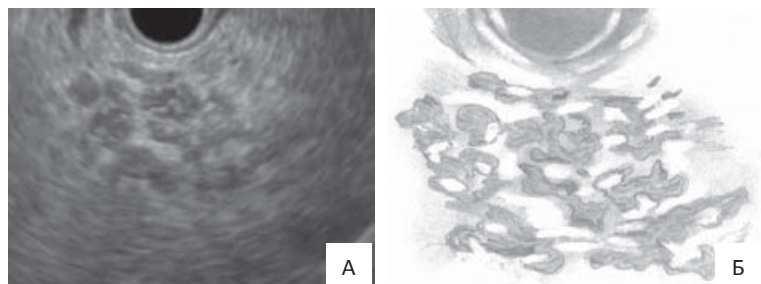


Рис. 2. Эхографическая текстура при ХП с диффузным характером изменений: А — эталонная эндосонограмма; Б — реперная схема

Fig. 2. Echographic texture of the chronic pancreatitis with diffuse parenchyma disease: A — reference endosonogram; Б — reference scheme

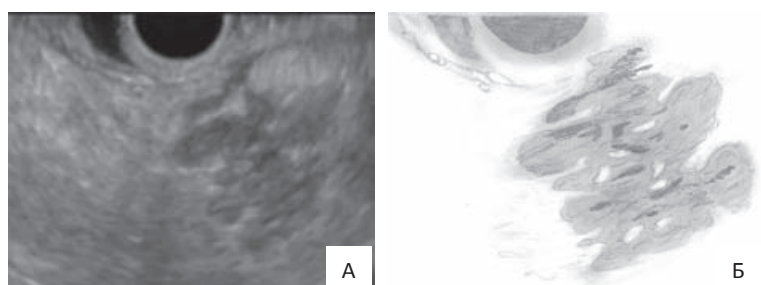


Рис. 3. Эхографическая текстура при ХП с очаговыми изменениями: А — эталонная эндосонограмма; Б — реперная схема

Fig. 3. Echographic texture of the chronic pancreatitis with focal lesions: A — reference endosonogram; Б — reference scheme

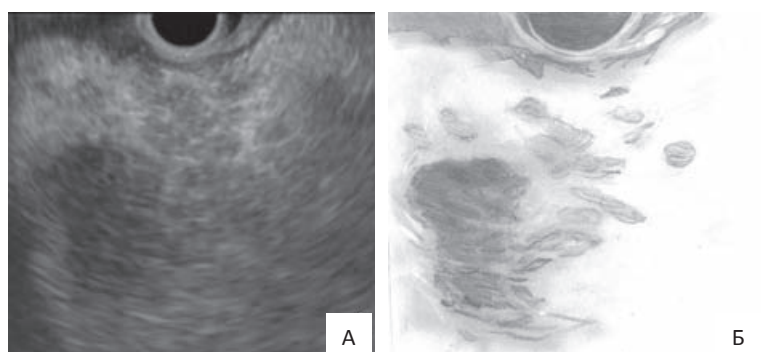


Рис. 4. Эхографическая текстура при ХП с преимущественно очаговым характером изменений: А — эталонная эндосонограмма; Б — реперная схема

Fig. 4. Echographic texture of the focal chronic pancreatitis: A — reference endosonogram; Б — reference scheme

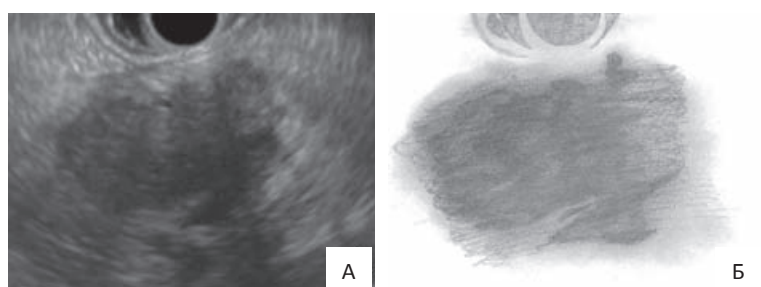


Рис. 5. Эхографическая текстура протоковой аденокарциномы ПЖ: А — эталонная эндосонограмма; Б — реперная схема

Fig. 5. Echographic texture of of ductal pancreatic adenocarcinoma: A — reference endosonogram; Б — reference scheme

микрокальцинаты и белковые преципитаты становятся менее заметны.

5. Эхографическая текстура протоковой аденокарциномы ПЖ. Панкреатический рисунок в очаге отсутствует, эхоструктуры теряют идентичность по форме и размерам, теряется равномерное чередование эхопозитивных и эхонегативных структур, формируются сливные области со значительным

преобладанием гипоехогенных с нечеткими границами неправильной формы между ними в пределах очага (рис. 5).

Массив опухолевых клеток, инфильтрирующих паренхиму ПЖ, обеспечивает пониженную эхогенность очага. Протоковая аденокарцинома представлена массивом клеток, значительно отличающихся от нормальных ацинарных и характери-

зуется значительным преобладанием паренхимы над стромой опухоли. Обычный панкреатический рисунок вместе с протоковыми, сосудистыми структурами и фиброзной тканью маскируется в гипоехогенных однородных массах, что наряду с минимальной десмопластической реакцией обуславливает эндосонографическую картину гипоехогенного однородного очага.

Для синтеза решающих правил дифференциальной диагностики очагового панкреатита и рака ПЖ в соответствии с общими рекомендациями МСГНРП под руководством инженера-когнитолога, имеющего опыт работы по синтезу гибридных нечётких решающих правил, формируется группа экспертов по ультразвуковой диагностике патологии органов панкреатобилиарной зоны. Организуется их подготовка в области синтеза гибридных нечетких решающих правил. Количественный состав экспертной группы определяется требованиями, принятыми в квалиметрии, а их качественный состав корректируется с учетом коэффициента конкордации. С учетом сложности и особенностей решаемой задачи количественный состав экспертной группы был определен в составе 8 человек. Далее перед экспертами была поставлена задача для каждой из типовых эхотекстур определить коэффициенты уверенности в отнесении пациентов к одному из классов состояний: панкреатита — ω_{Π} и рака ПЖ — $\omega_{\text{Р}}$.

Результаты работы экспертов и усредненные результаты по исследуемым диагностическим классам приведены в таблицах (табл. 1, табл. 2).

Совместный анализ типовых эхотекстур и усредненных коэффициентов уверенности позволил сделать вывод о том, что специалисты достаточно уверенно оценивают степень совпадения и близость наблюдаемых ими реальных эндосонограмм к эталонным сонограммам и реперным изображениям. Это создает предпосылки значительного увеличения точности в принимаемых решениях путем перехода от шкалы порядка к более мощной шкале интервалов с отображением на ней меры близости между типовыми эхоструктурами ПЖ. Такая шкала S позволяет судить о том, насколько близко располагается объект наблюдений со «своей картинкой» к исследуемым классам состояний по построенным на ней функциям принадлежности $\mu_{\omega_{\Pi}}(S)$ и $\mu_{\omega_{\text{Р}}}(S)$. Это позволяет использовать общие рекомендации МСГНРП для построения нечетких решающих правил к исследуемым классам состояний $\omega_{\text{Р}}$ и ω_{Π} с базовыми элементами в виде функций принадлежности $\mu_{\omega_{\Pi}}(S)$ и $\mu_{\omega_{\text{Р}}}(S)$.

В ходе проведенных исследований, с учетом мнений высококвалифицированных экспертов и структуры данных решаемой задачи, шкала интервалов S была построена по следующим правилам. Номерам типовых эхографических текстур были поставлены в соответствие целые числа от 1 до 5 с учетом того, что с ростом этих чисел увеличивается уверенность в принимаемых решениях по классу $\omega_{\text{Р}}$ через класс ω_{Π} . В качестве единицы измерений выбран отрезок шкалы величиной 0,1. Используя метод Дэлфи, эксперты на интервальной шкале S построили графики функций принадлежности к классам панкреатита и рака, приведенные на

Таблица 1

Результаты опроса экспертов по классу $\omega_{\text{Р}}$
Results of the survey of experts by class $\omega_{\text{Р}}$

Сонограммы Sonograms	C1	C2	C3	C4	C5
Э1	0	0,15	0,18	0,45	0,75
Э2	0	0,15	0,18	0,50	0,82
Э3	0	0,25	0,20	0,45	0,80
Э4	0	0,25	0,30	0,48	0,85
Э5	0	0,08	0,15	0,50	0,82
Э6	0	0,10	0,15	0,48	0,78
Э7	0	0,15	0,20	0,50	0,75
Э8	0	0,15	0,20	0,50	0,78
Среднее Average	0	0,17	0,19	0,48	0,79

Примечание: C_i — сонограмма с номером i ; Э $_j$ — эксперт с номером j

Таблица 2

Результаты опроса экспертов по классу ω_{Π}
Results of the survey of experts by class ω_{Π}

Сонограммы Sonograms	C1	C2	C3	C4	C5
Э1	0	0,80	0,75	0,65	0,30
Э2	0	0,85	0,80	0,6	0,25
Э3	0	0,85	0,85	0,65	0,30
Э4	0	0,90	0,85	0,70	0,15
Э5	0	0,85	0,80	0,70	0,15
Э6	0	0,90	0,80	0,70	0,10
Э7	0	0,75	0,70	0,65	0,10
Э8	0	0,75	0,70	0,60	0,15
Среднее Average	0	0,83	0,78	0,66	0,18

Примечание: C_i — сонограмма с номером i ; Э $_j$ — эксперт с номером j

рис. 6. При построении графиков функций принадлежности учитывалось, что панкреатит и рак у обследуемого могут существовать одновременно.

Частные уверенности U_{ω_i} в исследуемых классах состояний П и Р по признаку текстуры определяется соответствующими функциями принадлежности:

$$U_{\omega_{\text{П}}} = \mu_{\omega_{\text{П}}}(S); \quad (1)$$

$$U_{\omega_{\text{Р}}} = \mu_{\omega_{\text{Р}}}(S). \quad (2)$$

Логика работы этих решающих правил заключается в том, что по выбранной врачом сонограмме с точностью 0,1 определяется значение S с расчетом соответствующих значений функций принадлежности, которые определяют уверенности по исследуемым классам состояний $U_{\omega_{\text{П}}}$ и $U_{\omega_{\text{Р}}}$.

Принятие решения о принадлежности пациента к одному из исследуемых классов состояний осуществляется по максимальному значению:

$$\Omega_l = \max\{U_{\omega_{\text{П}}}, U_{\omega_{\text{Р}}}\}. \quad (3)$$

Уверенности в классах панкреатита $\omega_{\text{П}}$ и рака $\omega_{\text{Р}}$ между третьей и четвертой эндосонограммами отличаются достаточно мало в связи со сходностью ультразвуковой эхоосемиотики, поэтому отнести патологию ПЖ к какому-либо из классов не представляется возможным, тем более что необходимо учесть возможность сочетания рака и ХП. В ходе математического моделирования и экспертного оценивания было установлено, что использование модели (3) для наиболее часто встречающихся текстурных картин без учета других особенностей анализируемых сонограмм обеспечивает уверенность в правильном принятии решений по классу $\omega_{\text{Р}}$ не ниже 0,45, и по классу $\omega_{\text{П}}$ — не ниже 0,72. Между третьей и четвертой эндосонограммами высока вероятность сочетания рака и ХП.

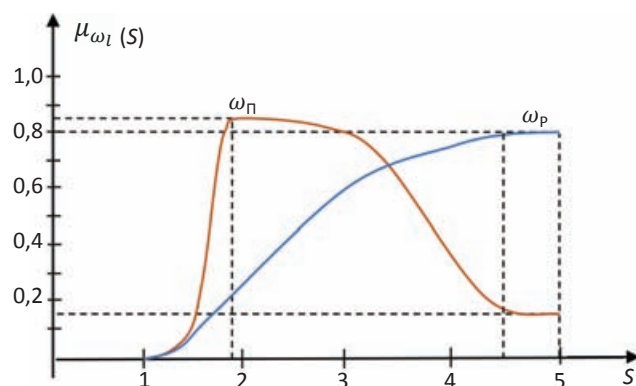


Рис. 6. Графики функций принадлежности к классам панкреатита $\omega_{\text{П}}$ и рака $\omega_{\text{Р}}$

Fig. 6. Graphs of functions belonging to the classes pancreatitis $\omega_{\text{П}}$ and cancer $\omega_{\text{Р}}$

Если в ходе исследований учитывать фактор очагового характера наблюдаемой эхотекстуры, уверенность в правильной классификации по классу возрастает до 0,7.

Дополнительный учет анализируемых структур во взаимосвязи их отношения к протоковым системами печени и ПЖ, а также магистральным сосудам увеличивает диагностическую уверенность по классу $\omega_{\text{Р}}$ до 0,85 и т.д. Уверенность по классу $\omega_{\text{Р}}$ превышает величину 0,95.

Для статистической оценки точности классификации с помощью полученных математических моделей была сформирована контрольная выборка из пациентов с верифицированным диагнозом в количестве 50 человек для класса $\omega_{\text{П}}$ и 32 для класса $\omega_{\text{Р}}$. Дополнительно к каждому классу были сформированы альтернативные классы, включающие другую патологию ПЖ, включая альтернативную патологию, и относительно здоровых людей (100 и 82 человека соответственно). В ходе контроля качества работы решающего правила (3) определялось количество ошибок, совершаемых этим правилом по пациентам, имеющим исследуемую патологию по отношению к альтернативному классу. Результаты контрольных испытаний приведены в табл. 3.

По результатам срабатывания решающих правил определялись такие показатели качества классификации, принятые в теории распознавания образов, как диагностическая специфичность (ДС), диагностическая чувствительность (ДЧ) и диагностическая эффективность (ДЭ) [17, 19].

Из табл. 3 следует, что показатель ДЧ, характеризующий качество срабатывания решающего правила (3) для класса $\omega_{\text{П}}$, равен 0,74 (ДЧ = 0,74). Показатель ДС, характеризующий качество срабатывания решающего правила (3) для класса $\omega_{\text{П}}$ равен 0,68 (ДС = 0,68), а показатель ДЭ — 0,70 (ДЭ = 0,70). Для класса $\omega_{\text{Р}}$: ДЧ = 0,68, ДС = 0,78, ДЭ = 0,75.

Таблица 3

Результаты срабатывания решающих правил
The results of the operation of decision rules

Пациенты		Результаты наблюдения	
		Положительные	Отрицательные
Классы	$N_{\text{П}} = 50$ $N_{\text{ап}} = 100$	37 32	13 68
	$N_{\text{Р}} = 32$ $N_{\text{ап}} = 82$	22 18	10 64

Примечание: $N_{\text{Р}}$ — количество пациентов класса $\omega_{\text{Р}}$; $N_{\text{П}}$ — количество пациентов класса $\omega_{\text{П}}$

Обсуждение

Полученные результаты свидетельствуют о том, что информация об эхографической текстуре без дополнительных информативных признаков не может использоваться для надежной дифференциальной диагностики исследуемых классов патологии. Однако введенный показатель эхографической текстуры обладает достаточно высокой информативностью, что позволяет рекомендовать его для включения в состав гибридных нечетких решающих правил, обеспечивающих дифференциальную диагностику панкреатита и рака ПЖ с требуемой для медицинской практики точностью.

Использование МСГНРП позволяет компенсировать недостаток статистически достоверных данных благодаря клиническому опыту высококвалифицированных экспертов ультразвуковой диагностики, что позволяет формировать функции принадлежности к исследуемым классам состояний и улучшить качество дифференциальной диагностики очаговой патологии ПЖ.

Сформированная шкала эхографической текстуры очаговых образований ПЖ в перспективе позволит описывать и дифференцировать другие солидные образования органа, а также выявлять различия в пределах определенной патологии, например, анализировать степень дифференцировки протоковой аденокарциномы.

Заключение

Разработка эхопризнаков очаговых образований ПЖ на основе анализа эхографической текстуры по данным ЭУС с использованием разработанных гибридных нечетких решающих правил позволяет объективизировать данные эндосонографии и улучшить результаты неинвазивной дифференциальной диагностики. Однако для повышения информативности нечеткой математической модели в решающих правилах необходимо учитывать все ключевые сонографические характеристики очага, а именно форму, размеры, эхогенность, характер контуров.

Список литературы / References

1. Неустроев ВГ, Ильичева ЕИ, Владимирова АА. Эндоскопическая ультрасонография в дифференциальной диагностике хронического панкреатита и опухолей поджелудочной железы. Клиническая эндоскопия. 2007;3(12):31-43. [Neustroev VG, Ilicheva EI, Vladimirova AA. Endoscopic ultrasonography in the differential diagnosis of chronic pancreatitis and pancreatic tumors. Clinical Endoscopy. 2007;3(12):31-43. (In Russian)].
2. Gandhi NS, Feldman MK, Le O, Morris-Stiff G. Imaging mimics of pancreatic ductal adenocarcinoma. Abdom Radiol (NY). 2018 Feb;43(2):273-84. DOI: 10.1007/s00261-017-1330-1. PMID: 29038855.
3. Рябин НС, Катрич АН, Быков МИ и др. Возможности эндоскопической ультрасонографии в диагностике солидных новообразований поджелудочной железы. Кубанский научный медицинский вестник. 2018;25(6):177-83. [Ryabin NS, Katrich AN, Bykov MI et al. The possibilities of endoscopic ultrasonography in the diagnostics of solid pancreatic neoplasms. Kuban Scientific Medical Bulletin. 2018;25(6):177-83. (In Russian)]. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-177-183.
4. Костина ЮД, Павелец КВ. Диагностика и лечение рака поджелудочной железы современное состояние проблемы. Медицина: теория и практика. 2018;3(3):16-26. [Kostina JD, Pavelts KV. Diagnosis and treatment of pancreatic cancer the current state of the problem. Medicine: Theory and Practice. 2018;3(3):16-26. (In Russian)].
5. Kitano M, Yoshida T, Itonaga M, et al. Impact of endoscopic ultrasonography on diagnosis of pancreatic cancer. J Gastroenterol. 2019;54(1):19-32. DOI: 10.1007/s00535-018-1519-2. Epub 2018 Nov 7. PMID: 30406288.
6. Canto MI, Harinck F, Hruban RH, et al. International Cancer of the Pancreas Screening (CAPS) Consortium summit on the management of patients with increased risk for familial pancreatic cancer. Gut. 2013;62(3):339-47.
7. Welinsky S, Lucas AL. Familial Pancreatic Cancer and the Future of Directed Screening. Gut Liver. 2017 Nov 15;11(6):761-70. DOI: 10.5009/gnl16414. PMID: 28609837.
8. Старков ЮГ, Солодинина ЕН, Шишин КВ и др. Эндосонография в диагностике заболеваний органов гепатопанкреатобилиарной зоны. Хирургия. 2009(6):10-6. [Starkov YuG, Solodina EN, Shishin KV et al. Ultrasound diagnostics of the hepatobiliary and pancreas diseases. Pirogov Russian Journal of Surgery. 2009(6):10-6. (In Russian)].
9. Шишин КВ, Быстровская ЕВ, Недолужко ИЮ и др. Роль эндоскопии и эндо-УЗИ в диагностике рака поджелудочной железы. Анналы хирургической гепатологии. 2019;24(3):36-43. [Shishin KV, Byistrovskaya EV, Nedoluzhko IYu, et al. Endoscopy and endosonography in the diagnostics of pancreatic cancer. Annals of HPB Surgery. 2019;24(3):36-43. (In Russian)]. DOI: 10.16931/1995-5464.2019336-44.
10. Helmstaedter L, Riemann JF. Pancreatic cancer – EUS and early diagnosis. Langenbecks Arch Surg. 2008 Nov;393(6):923-7. DOI: 10.1007/s00423-007-0275-1. Epub 2008 Feb 5. PMID: 18247044.
11. Hawes RH, Fockens P. Endosonography. Elsevier Inc, 2006. 329 p.
12. Ключкин ИВ, Кинзерский АЮ, Кинзерская МА и др. Количественная оценка ультразвукового изображения. Казанский медицинский журнал. 2005;86(3):237-40. [Klyushkin IV, Kinzerskii AYU, Kinzerskaya MA, et al. Quantitative assessment of ultrasound image. Kazan Medical Journal. 2005;86(3):237-40. (In Russian)].
13. Воронцов ИМ, Шаповалов ВВ, Шерстюк ЮМ. Здоровье. Опыт разработки и обоснование применения автоматизированных систем для мониторинга и скринирующей диагностики нарушений здоровья. СПб.: ООО ИПК «Коста», 2006. 432 с. [Vorontsov IM, Shapovalov VV, Sherstyuk YuM. Health. Experience in the development and justification of the use of automated systems for monitoring and screening diagnostics of health disorders. SPb. 2006. 432 p. (In Russian)].
14. Корневский НА. Использование нечеткой логики принятия решений для медицинских экспертных систем. Медицинская техника. 2015. №1. С. 33-35. [Korenevskiy NA. Application of fuzzy logic for decision-making in medical expert systems. Biomedical Engineering. 2015;49(1):33-5. (In Russian)].
15. Корневский НА, Родионова СН, Хрипина ИИ. Методология синтеза гибридных нечетких решающих правил для медицинских интеллектуальных систем поддержки принятия решений. Старый Оскол: ТНТ. 2019. 472 с. [Korenevskiy NA, Rodionov SN, Khripina II. Methodology for the synthesis

- of hybrid fuzzy decision rules for medical intelligent decision support systems. 2019.472 p. (In Russian)].
16. Корневский НА. Проектирование нечетких решающих сетей, настраиваемых по структуре данных для задач медицинской диагностики. Системный анализ и управление в биомедицинских системах. 2005;4(1):12-20. [Korenevsky NA. Design of fuzzy decision networks, configurable by data structure for medical diagnostics tasks. Systems analysis and management in biomedical systems. 2005;4(1):12-20. (In Russian)].
 17. Круглов ВВ, Борисов ВВ. Искусственные нейронные сети. Теория и практика М.: Горячая линия – телеком, 2002. 382 с. [Kruglov VV, Borisov M. Artificial neural networks. Theory and practice. M. 2002. 382 p. (In Russian)].
 18. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Пер. с польского. М.: Финансы и статистика. 2002. 344 с. [Osovsky S. Neural networks for information processing. Moscow. 2004. 343 p. (In Russian)].
 19. Попов ЭВ. Экспертные системы: Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ. М.: Наука. 1987. 287 с. [Popov EV. Expert systems: Solving non-formalized problems in a dialogue with a computer. Moscow. 1987. 287 p. (In Russian)].
 20. Усков АА, Кузьмин АВ. Интеллектуальные технологии управления. Искусственные нейронные сети и нечеткая логика. М.: Горячая линия – телеком. 2004. 143 с. [Uskov AA, Kuzmin AV. Intelligent control technologies. Artificial neural networks and fuzzy logic. Moscow. 2004. 143 p. (In Russian)].
 21. Устинов АГ, Ситарчук ВА, Корневский НА. Автоматизированные медико-технологические системы. Курск. 1995. 390 с. [Ustinov AG, Sitarchuk VA, Korenevsky NA. Automated medical and technological systems. Kursk. 1995. 390 p. (In Russian)].
 22. Яшин АА, Еськов ВМ, Агарков НМ и др. Информационные технологии в медицине. Тула, 2006. 272 с. [Yashin AA, Eskov VM, Agarkov NM et al. Information technologies in medicine. Tula. 2006. 272 p. (In Russian)].
 23. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс. 2-е изд, испр. Пер. с англ. М.: ООО «И.Д. Вильямс». 2006. 1104 с. [Khaykin S. Neural networks: A complete course. 2nd ed. Moscow. 2006. 1104 p. (In Russian)].
 24. Buchanan BG, Shorliff EN. Rule Expert Systems – The MYCIN Experiments of the Stanford Neuritic Programming Project. Addison Wesley. 1984.
 25. Korenevskiy NA, Gorbatenko SA, Krupchatnikov RA, Lukashov MI. Design of network-based fuzzy knowledge bases for medical decision-making support. Biomedical Engineering. 2009 Jul-Aug;(4):38-42. (In Russian)]. PMID: 19777975.
 26. Zadeh LA. Advances in Fuzzy Mathematics and Engineering: Fuzzy Sets and Fuzzy Information-Granulation Theory. Beijing. Beijing Normal University Press. 2005.
 27. Корневский НА. Метод синтеза гетерогенных нечетких правил для анализа и управления состоянием биотехнических систем. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2013(2):99-103. [Korenevsky NA. Method for the synthesis of heterogeneous fuzzy rules for the analysis and control of the state of biotechnical systems. Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, computer engineering, information science. Medical Instruments Engineering. 2013(2):99-103. (In Russian)].
 28. Корневский НА, Серебровский НА, Коптева ВИ и др. Прогнозирование и диагностика заболеваний, вызываемых вредными производственными и экологическими факторами на основе гетерогенных моделей. Курск: Изд-во Курск. гос. с.-х. ак. 2012. 231 с. [Korenevsky NA, Serebrovsky NA, Kopteva et al. Forecasting and diagnostics of diseases caused by harmful industrial and environmental factors on the basis of heterogeneous models. Kursk. 2012. 231 p. (In Russian)].
 29. Корневский НА, Разумова КВ. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем. Наукоемкие технологии. 2014;12(15):31-9. [Korenevskiy NA, Razumova KV. Synthesis collectives hybrid fuzzy evaluation model of the complex systems. Science intensive technologies. 2014;12(15):31-9. (In Russian)].
 30. Korenevskiy NA. Application of fuzzy logic for decision-making in medical expert systems. Biomedical engineering. 2015;49:46-9.
 31. Korenevskiy NA, Degtyarev SV, Seregin SP, Novikov AV. Use of an Interactive Method for Classification in Problems of Medical Diagnosis. Biomedical Engineering. 2013;47(4):169-72.
 32. Аабакен Л, Агапов МЮ, Артемьев АИ и др. ЭУСбука: Руководство по эндоскопической ультрасонографии. – Москва: ИД «практическая медицина», 2013. 399 с. [Aabaken L, Agapov MYu, Artemyev AI, et al. EUSbuka: Handbook of endoscopic ultrasonography. Moscow. 2013. 399 p. (In Russian)].
- Вклад авторов**
О.И. Охотников: редактирование, дизайн окончательного варианта статьи.
В.А. Белозеров: написание текста, обработка материала по солидным поражениям поджелудочной железы.
Н.А. Корневский: написание текста по методу синтеза гибридных нечетких решающих правил и созданию нечеткой гибридной модели дифференциальной диагностики хронического очагового панкреатита и протоковой аденокарциномы поджелудочной железы.
С.Н. Григорьев: написание и обработка текста и иллюстративного материала.
- Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Conflict of interests. Not declared.
- Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.
Financing. The study had no sponsorship.
- Сведения об авторах**
Белозеров Владимир Анатольевич — врач, кандидат медицинских наук. Персональный идентификатор в РИНЦ: 1106646
Охотников Олег Иванович — заведующий отделением РХМДЛ №2 КОКБ, доктор медицинских наук, профессор.
Корневский Николай Алексеевич — Юго-Западный государственный университет, заведующий кафедрой биомедицинской инженерии, доктор технических наук, профессор.
Григорьев Сергей Николаевич — заведующий отделением Гнойной хирургии КОКБ, кандидат медицинских наук.

Differential Diagnostics Focal Pancreatic Masses Based on the Analysis of the Echographic Texture of Endosonograms Using Fuzzy Mathematical Models

V.A. Belozеров¹, O.I. Ohotnikov¹, N.A. Korenevskij², S.N. Grigorev¹

¹ Kursk Regional Clinical Hospital; 35a Sumskaya str., Kursk, Russia 305004

² South-Western State University; 94, 50 Let Oktyabrya str., Kursk, Russia 305040.

Abstract

Relevance: Differential diagnosis of focal formations of the pancreas is particularly difficult due to the similarity of their echosemiotics. One of the ways to objectify and improve the accuracy of ultrasound data is to use artificial intelligence methods to interpret images.

Purpose: Improving the quality of diagnosis of focal pancreatic pathology according to endoscopic ultrasonography based on the analysis of the echographic texture using fuzzy mathematical models.

Material and methods: In the Kursk Regional Clinical Hospital, endoscopic ultrasonography was performed in 272 patients for pancreaticobiliary diseases. The endoscopic video system of the company Olympus EVIS EXERA II with the ultrasonic processor EU-ME1 was used. Solid tumors of the pancreas were detected in 109 (40.1 %) patients, focal pancreatic masses were diagnosed in 40 (14.7 %) patients. Based on the research results, the main types of reference endosonograms corresponding to differentiable pathology were identified. On the basis of endosonograms, using hybrid fuzzy mathematical decision rule, a fuzzy hybrid model of differential diagnosis of chronic focal pancreatitis and ductal adenocarcinoma of the pancreas was obtained.

Results: The selected source of information and the method of synthesis of hybrid fuzzy decision rules made it possible to obtain a fuzzy hybrid model of differential diagnosis of chronic focal pancreatitis and ductal adenocarcinoma of the pancreas. Based on the results of mathematical modeling and statistical tests on representative control samples, it was shown that the resulting model of differential diagnosis, using reference endosonograms reflecting the echographic texture of focal pancreatic masses, provides confidence in the desired diagnosis at the level of 0.6. The additional information used in the analysis of endosonograms increases the diagnostic confidence to a value of 0.9.

Conclusions: The resulting model of differential diagnosis of chronic focal pancreatitis and ductal adenocarcinoma of the pancreas provides confidence in decision-making no worse than 0.9, which is an acceptable quality indicator in clinical practice in conditions of insufficient statistics with poorly formalized data structure.

Key words: *pancreas, ductal adenocarcinoma, focal chronic pancreatitis, differential diagnosis, reference endosonogram, mathematical model, fuzzy decision rules*

For citation: Belozеров VA, Ohotnikov OI, Korenevskij NA, Grigorev SN. Differential Diagnostics Focal Pancreatic Masses Based on the Analysis of the Echographic Texture of Endosonograms Using Fuzzy Mathematical Models. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):64-73. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-64-73

Information about the authors:

Belozеров V.A. <https://orcid.org/0000-0003-2028-746X>

Ohotnikov O.I. <http://orcid.org/0000-0002-6685-3183>

Korenevskij N.A. <http://orcid.org/0000-0003-2048-0956>

Grigorev S.N. <http://orcid.org/0000-0002-6741-3358>

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ АББРЕВИАТУРЫ ПО МЕДИЦИНСКОЙ РАДИОЛОГИИ, МЕДИЦИНСКОЙ ФИЗИКЕ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕДИЦИНЕ

Б.Я. Наркевич^{1,2}, С.А. Рыжов^{1,3}, Т.Г. Ратнер^{1,2}, А.Н. Моисеев^{1,4}

¹ Ассоциация медицинских физиков России; 115478 Москва, Каширское шоссе, 23;

² Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава РФ; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24;

³ Национальный медицинский исследовательский центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева Минздрава РФ, Россия, 117198 Москва, ул. Саморы Машела, 1;

⁴ ООО «МедСкан», Москва.

Контакты: Наркевич Борис Ярославович narvik@yandex.ru

Реферат

Разработан словарь аббревиатур (сокращений), наиболее часто используемых в научных публикациях, методических рекомендациях, нормативной документации по медицинскому использованию источников ионизирующих излучений. Словарь содержит аббревиатуры на английском языке, которые обычно не расшифровываются в англоязычных публикациях, а также сокращения на русском языке с приведением, по возможности, соответствующих английских аббревиатур. Словарь предназначен для использования как в профессиональном образовании, в том числе и последипломном, так и облегчения взаимодействия медицинских физиков, врачей-рентгенологов, врачей-радиологов и радиационных онкологов, работающих в радиологических и онкологических медицинских организациях.

Ключевые слова: профессиональные аббревиатуры, словарь, медицинская радиология, медицинская физика, радиационная безопасность

Для цитирования: Наркевич Б.Я., Рыжов С.А., Ратнер Т.Г., Моисеев А.Н. Профессиональные аббревиатуры по медицинской радиологии, медицинской физике и радиационной безопасности в медицине. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):74-87.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-74-87

Введение

Система терминов и соответствующих понятий является одной из важнейших методологических основ в любой научной и практической деятельности. Особенно это относится к таким высоким медицинским технологиям, как лучевая терапия, ядерная медицина, лучевая диагностика, а также к обеспечивающим реализацию этих технологий медицинской физике и радиационной гигиене.

В свою очередь, неотъемлемой частью любой терминологической системы являются аббревиатуры (сокращения) наиболее часто употребляемых терминов. Они отвечают известному принципу речевой экономии и обеспечивают взаимопонимание между профессионалами в данной области науки и техники как при устном общении, так и при работе с литературными источниками.

Однако для студентов вузов и тех, кто получает последипломное профессиональное образование, а также для специалистов по смежным наукам многие такие аббревиатуры остаются непонятными и поэтому требуют обязательной расшифровки.

Кроме того, в научных публикациях, особенно англоязычных, авторы зачастую пренебрегают расшифровкой тех или иных используемых аббревиатур, считая их априорно известными для всех читателей своего научного труда. Но если они даже известны и понятны для профессионалов в той узкой области знаний, к которой относится данная публикация, это не означает, что они будут понятны более широкому кругу читателей и пользователей. В русскоязычных статьях и монографиях подобные небрежности встречаются реже, но все же они продолжают регулярно появляться.

Особенно недопустимой такая ситуация становится в публикациях большого объема, например в монографиях. Если авторы приводят отдельный список сокращений, то проблема понимания текста с аббревиатурами не возникает. Но когда такого списка нет, авторы часто расшифровывают аббревиатуру в месте ее первого появления, и тогда при работе с серединой или окончанием текста читателю приходится прилагать значительные усилия по поиску места расшифровки аббревиатуры. И, наконец, при отсутствии такой расшифровки

вообще читателю остается разгадывать смысл аббревиатуры по контексту и (или) использовать поисковые системы.

Учитывая все эти обстоятельства, авторы данной работы считают актуальным создание тематического словаря английских и русских аббревиатур, используемых в лучевой терапии, ядерной медицине, лучевой диагностике, медицинской физике и при обеспечении радиационной безопасности их применения в радиологических и онкологических клиниках.

Разработанный словарь содержит два раздела. В первом разделе собраны наиболее употребительные английские аббревиатуры с приведением полной расшифровки на английском языке и переводом на русский язык, но, как правило, без развернутых формулировок для разъяснения соответствующих понятий. Исключения сделаны лишь для некоторых методически наиболее сложных понятий, как правило, в области лучевой терапии. Во втором разделе приведены русские аббревиатуры с краткой расшифровкой на русском языке и с соответствующими английскими аббревиатурами, если только они вообще существуют в англоязычной литературе.

Тот же коллектив авторов, что и в настоящем словаре, разработал развернутый глоссарий терминов и аббревиатур по медицинской радиологии, медицинской физике и радиационной безопасности. Помимо двух указанных разделов с английскими и русскими аббревиатурами он содержит еще один раздел, в котором приведено свыше тысячи терминов в указанных областях науки и практики с полным переводом каждого термина на английский язык и с развернутыми формулировками соответствующих понятий. В настоящее время глоссарий готовится к печати в виде отдельного издания.

Авторы являются специалистами в области медицинского использования только источников ионизирующих излучений. Поэтому в представляемом словаре практически не приводятся аббревиатуры терминов по неионизирующим излучениям (лазеры, ультразвук, магнитный резонанс, электромагнитные поля). Почти так же не затронута и такая бурно развивающаяся синтетическая медицинская дисциплина, как интервенционная радиология.

Представляемый словарь будет полезен как для студентов, ординаторов и других участников профессионального образования, в том числе и последипломного, так и для медицинских физиков, лучевых диагностов, врачей-радиологов и радиационных онкологов, уже работающих в радиологических медицинских организациях.

Часть 1

1. **AAA** (Anisotropic Analytical Algorithm) — анизотропный аналитический алгоритм.
2. **AAPM** (American Association of Physicists in Medicine) — Американская ассоциация физиков в медицине.
3. **ABC** (Active Breathing Control) — активный контроль за дыханием при лучевой терапии или медицинской визуализации.
4. **AEC** (Automatic Exposure Control) — автоматический контроль экспозиции.
5. **Afterloading** — технология загрузки источника излучения после введения аппликатора при контактной лучевой терапии, при реализации которой в полость тела пациента сначала вводят аппликатор, после чего в него вводят закрытый радионуклидный источник. Транслитерированный перевод «афтерлодинг» не рекомендуется, поскольку звук «р» при воспроизведении английского слова afterloading не произносится.
6. **ALARA** (As Low As Reasonably Achievable) — «настолько безопасно, насколько это практически достижимо». Концепция ограничения дозы, базирующаяся на принципе минимизации уровня облучения с учетом экономической и социальной целесообразности. Другое определение — принцип оптимизации.
7. **ART** (Adaptive Radiation Therapy) — адаптированная лучевая терапия.
8. **AUC** (Area Under Curve) — площадь, ограниченная характеристической кривой (ROC-кривой) и осью доли ложноположительных классификаций. Чем выше показатель AUC, тем качественнее классификатор. Основной количественный показатель ROC-анализа результатов диагностических исследований.
9. **AVM** (ArterioVenous Malformation) — артериовенозная мальформация.
10. **BDAS** (Beam Data Acquisition System) — система получения данных о пучке излучения ускорителя. Водный фантом, снабженный сканирующим детектором (обычно с компьютерным контролем и выводом цифровых данных).
11. **BDR** (Basal Dose Rate) — базальная (основная) мощность дозы.
12. **BED** (Biologically Equivalent Dose) — биологически эквивалентная доза.
13. **BEIR** (Biological Effects of Ionizing Radiation) — Комитет по биологическому действию ионизирующего излучения при НКРЗ США.
14. **BGO** (Bismuth Germanate Oxide) — оксид германата висмута, используется в качестве сцинтиллятора в детекторных сборках ПЭТ-сканеров.

15. **BHCT** (Breath-Hold Computed Tomography) — компьютерная томография, выполненная при задержке дыхания пациента.
16. **BNCT** (Boron Neutron Capture Therapy) — нейтронно-захватная терапия на соединениях бора.
17. **BSS** (Basic Safety Standard) — основные стандарты (радиационной) безопасности.
18. **C-arm** — штатив типа С-дуга в рентгенодиагностических аппаратах для интервенционных радиологических процедур, например, ангиографии или для контроля положения интратратов при внутритростном облучении.
19. **CBCT** (Cone Beam Computed Tomography) — компьютерная томография с конусной геометрией пучка излучения.
20. **CD** (Charge Coupled Device) — прибор с зарядовой связью.
21. **CI** (Conformity Index) — индекс конформности.
22. **CL** (Confidence level) — доверительный интервал.
23. **CNR** (Contrast to Noise Ratio) — отношение контраст / шум.
24. **CPDE** (Charged-Particle DisEquilibrium) — отсутствие равновесия заряженных частиц.
25. **CPE** (Charged-Particle Equilibrium) — равновесие заряженных частиц.
26. **CR** (Computer Radiography) — компьютерная радиография.
27. **CRT** (Conformal Radiation Therapy) — конформная лучевая терапия.
28. **CSDA** (Continuous Slowing Down Approximation) — приближение непрерывного замедления. Упрощающее допущение при математическом моделировании процесса прохождения заряженных частиц через вещество.
29. **CT** (Computer Tomography) — компьютерная томография и МСКТ.
30. **CTDI** (Computed Tomography Dose Index) — компьютерно-томографический индекс дозы.
31. **CTV** (Clinical Target Volume) — объем клинический мишени. Он включает объем макроскопический опухоли и ткани, в которых имеется клинически значимая вероятность микроскопической инвазии опухоли.
32. **CZT** (Cadmium Zinc Telluride) — полупроводниковый детектор кадмий-цинк-теллур, используется в детекторных сборках ПЭТ-сканеров.
33. **DAC** (Derived Air Concentration) — активность допустимая объемная в воздухе.
34. **DAP** (Dose Area Product) — произведение доза × площадь.
35. **DDREF** (Dose and Dose Rate Effectiveness Factor) — фактор эффективности дозы и мощности дозы. Он определяется как фактор, с помощью которого следует снижать риски радиационно-индуцированного рака, наблюдаемые при больших острых дозах, когда излучение доводится с низкой мощностью дозы или серией малых дозовых фракций. Для общих целей радиационной защиты МКРЗ рекомендует фактор DDREF принимать равным 2 при дозах ниже 200 мЗв с любой мощностью дозы, а также для более высоких доз, если мощность дозы меньше 100 мЗв / ч.
36. **DICOM** (Digital Imaging and Communications in Medicine) — медицинский отраслевой стандарт создания, хранения, передачи и визуализации цифровых медицинских изображений и документов обследованных пациентов.
37. **DLP** (Dose — Length Product) — произведение доза × длина.
38. **DNA** (DeoxyriboNucleic Acid) — дезоксирибонуклеиновая кислота — генетический материал клеток; сложная молекула с высокой молекулярной массой, состоящая из дезоксирибозы, фосфорной кислоты и четырех оснований, которые расположены в виде двух длинных цепей, которые закручиваются друг вокруг друга с образованием двойной спирали, и соединенная водородными связями между комплементарными компонентами.
39. **DQE** (Detective Quantum Efficiency) — квантовая эффективность детектирования.
40. **DR** (Digital Radiography) — цифровая рентгенография.
41. **DRL** (Diagnostic Reference Level) — диагностический референсный уровень.
42. **DRR** (Digitally Reconstructed Radiograph) — цифровое изображение, рассчитанное на основе данных КТ, которое выглядит как диагностическое или мегавольтное изображение, полученное для той же геометрии пучка излучения и пациента.
43. **DRT** (Dose Rate Table) — таблица мощностей дозы.
44. **DSA** (Digital Subtraction Angiography) — цифровая разностная ангиография.
45. **DTA** (Distance-To-Agreement) — расстояние между одинаковыми изодозами при сравнении рассчитанных и измеренных дозовых полей.
46. **DTPA** (DiethyleneTriaminePentaacetic Acid) — диэтиленetriамин-пентауксусная кислота. Хелатирующее вещество, используемое для удаления токсичных металлов из организма. В радионуклидной диагностике ДТПА метят радионуклидом, например ^{99m}Tc или ^{111}In . ДТПА быстро выводится из организма почками.

47. **DXA** (Dual energy X ray Absorptiometry) — двух-энергетическая рентгеновская абсорбциометрия.
48. **DVH** (Dose Volume Histogram) — гистограмма доза — объем (ГДО), может быть дифференциальная (ДГДО) и интегральная (ИГДО) гистограмма. Объем представлен в относительных единицах объема рассматриваемой структуры или в абсолютных единицах; аналогично доза может быть представлена в процентах от предписанной или в абсолютных единицах.
49. **EANM** (European Association of Nuclear Medicine) — Европейская ассоциация ядерной медицины.
50. **EAR** (Excess Absolute Risk) — абсолютный радиационный риск.
51. **EBRT** (External Beam Radiotherapy) — совокупность технологий лучевой терапии, позволяющих выполнять дистанционное облучение пациентов.
52. **EDS** (Energy Dependence of Sensitivity) — энергетическая зависимость чувствительности (дозиметра или радиометра).
53. **EDTA** (EthyleneDiamineTetraacetic Acid) — этилендиамин-тетрауксусная кислота. Хелатирующее вещество, подобное диэтилентриаминпентауксусной кислоте (ДТРА — см.) в том, что оно связывает ионы металлов. ЭДТА быстро выводится из организма почками.
54. **EFOMP** (European Federation of Organisations for Medical Physics) — Европейская федерация организаций медицинской физики.
55. **EORG** (Endocrine Oncology Research Group) — Исследовательская группа эндокринологической онкологии.
56. **EORTC** (European Organisation for Research and Treatment of Cancer) — Европейская организация по исследованию и лечению рака.
57. **EPID** (Electronic Portal Imaging Device) — электронное устройство портальной визуализации (т.е. непосредственно в терапевтическом пучке).
58. **EPR** (Electron Paramagnetic Resonance) — электронный парамагнитный резонанс.
59. **EQD2** (Equivalent Total Dose in 2-Gy fraction) — эквивалентная общая доза в режиме фракционированного облучения с разовой дозой 2 Гр. Данная доза зависит от регистрируемого радиобиологического эффекта.
60. **ERPF** (Effective Renal Plasma Flow) — эффективный почечный плазмоток.
61. **ERR** (Excess Relative Risk) — относительный радиационный риск.
62. **ESTRO** (European Society for Radiotherapy and Oncology) — Европейское общество лучевых терапевтов и онкологов.
63. **Ex tempore** — без предварительной подготовки, сразу не откладывая и без задержки.
64. **Ex vivo** — проведение экспериментов в живой ткани, перенесенной из организма в искусственную внешнюю среду, например использование клеток, тканей или органов, извлеченных из интактных животных, для дальнейшего анализа (эксперимента).
65. **EUD** (Equivalent Uniform Dose) — эквивалент равномерной дозы, используемый для сравнения радиобиологического эффекта в одной и той же опухоли от двух дозовых распределений разной степени неоднородности. Сравнение производится из соображений TCP в соответствии с распределением Пуассона.
66. **FB** (Free-Breathing) — свободное дыхание.
67. **FDA** (Food and Drug Administration) — Управление по контролю за продуктами и лекарствами США.
68. **FDG** (FluoroDeoxyGlucose) — фтордезоксиглюкоза. При мечении ^{18}F получают радиофармпрепарат ^{18}F -ФДГ для ПЭТ.
69. **FFF** (Flattening-Filter Free) — [терапевтическое облучение на линейном ускорителе] без выравнивающего фильтра.
70. **FIGO** (International Federation of Gynaecology and Obstetrics) — Международная федерация гинекологии и акушерства.
71. **FOV** (Field Of View) — поле зрения (обзора) гамма-камеры.
72. **FWHM** (Full Width at Half Maximum) — полная ширина на уровне половины максимума. Представляет собой расстояние вдоль прямой, параллельной оси абсцисс, между точками, в которых функция распределения от линейного источника излучения равна половине ее максимального значения.
73. **gEUD** (Generalized Equivalent Uniform Dose) — обобщенный эквивалент равномерной дозы, расширение концепции EUD (см.) для нормальных тканей.
74. **GFR** (Glomerular Filtration Rate) — скорость клубочковой фильтрации в почках.
75. **GI** (Gastrointestinal) — желудочно-кишечный.
76. **GM** (Geiger — Müller) — [счетчик] Гейгера — Мюллера.
77. **GMP** (Good Manufacturing Practice) — правила, которые устанавливают требования к организации производства и контроля качества лекарственных средств для медицинского применения, в том числе для радиофармпрепаратов. В России регламентируются соответствующим ГОСТом.

78. **GSR** (Gamma Stereotactic Radiosurgery) — стереотаксическая радиохирургия пучком гамма-излучения.
79. **GTV** (Gross Tumor Volume) — объем макроскопической опухоли. Он представляет собой пальпируемый или визуализируемый инструментально объем опухоли. Макроскопический объем может состоять из первичной опухоли, метастазов в лимфатических узлах или других метастазов. Если опухоль непосредственно перед лучевой терапией была удалена радикально, данный объем не вводится.
80. **HDR** (High Dose Rate) — высокая мощность дозы. Пример — HDR-брахитерапия. К сожалению, соответствующая русская общеупотребительная аббревиатура отсутствует, хотя иногда применяют аббревиатуру ВМД.
81. **HI** (Homogeneity Index) — индекс гомогенности.
82. **HIS** (Hospital Information System) — информационная система клиники (госпиталя, больницы).
83. **HU** (Hounsfield Units) — единицы Хаунсфилда.
84. **HVL** (Half Value Layer) — слой половинного ослабления.
85. **IAEA** (International Atomic Energy Agency) — Международное агентство по атомной энергии.
86. **ICRP** (International Commission on Radiological Protection) — Международная комиссия по радиационной (но не по радиологической!) защите (МКРЗ).
87. **ICRU** (International Commission on Radiation Units and Measurements) — Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям.
88. **IEC** (International Electrotechnical Commission) — Международная электротехническая комиссия.
89. **IGRT** (Image Guided Radiation Therapy) — лучевая терапия с контролем по изображениям (ЛТКИ) или лучевая терапия с контролем методами средств визуализации (ЛТБК).
90. **IMAT** (Intensity Modulated Arc Therapy) — дуговая лучевая терапия с модуляцией интенсивности (флюенса) пучка излучения при движении источника по дуге.
91. **IMPT** (Intensity Modulated Proton Therapy) — лучевая терапия с модуляцией интенсивности пучка протонов. Частный случай более общего понятия IMRT.
92. **IMRT** (Intensity Modulated Radiation Therapy) — лучевая терапия с модуляцией интенсивности пучка излучения (ЛТМИ). Если термин «интенсивность» здесь понимать в соответствии с ГОСТ 15484–81 как плотность потока энергии, то нужно помнить, что в практике лучевой терапии подобная модуляция производится путем изменения не энергии пучка излучения, а мощности его флюенса (плотности потока), т.е. числа частиц (фотонов) за единицу времени.
93. **IMPT** (Intensity Modulated Proton Therapy) — протонная лучевая терапия с модуляцией интенсивности пучка. Частный случай более общего понятия IMRT.
94. **In situ** — объект, ограниченный местом происхождения, не проникает в прилегающие ткани и не дает метастазов в другие части тела (например, внутривидовый).
95. **In utero** — в матке; относится к плоду или эмбриону.
96. **In vitro** — технология выполнения экспериментов, когда опыты проводятся «в пробирке» — вне живого организма. В общем смысле этот термин противопоставляется термину *in vivo*.
97. **In vivo** — исследования на живом организме.
98. **IOMP** (International Organization for Medical Physics) — Международная организация медицинской физики.
99. **IORT** (IntraOperative Radiation Therapy) — интраоперационная лучевая терапия (ИОЛТ). Доза при ИОЛТ доставляется однократно на ложе непосредственно после хирургического удаления опухоли. Как правило, при ИОЛТ используется специализированное оборудование (интраоперационные ускорители электронов, рентгеновские трубки или аппараты для брахитерапии).
100. **IPSS** (International Prostatic Symptom Score) — международная шкала оценки простатических симптомов.
101. **ITV** (Internal Tumor Volume) — внутренний объем (объем внутреннего движения) опухолевой мишени.
102. **ISO** (International Organization for Standardization) — Международная организация стандартизации.
103. **IV** (Irradiated Volume) — облучаемый объем. Это объем тканей, к которому подводится доза, которая может считаться клинически значимой для нормальных тканей. Выбор параметров облучения проводится с учетом уровней толерантности окружающих нормальных тканей.
104. **KAP** (Air Kerma-Area Product) — произведение воздушная керма × площадь.
105. **KLP** (Kerma-Length Product) — произведение керма × длина.
106. **LAN** (Local Area Network) — сеть, которая связывает компьютеры на относительно небольшой территории. Типичным определяющим свойством LAN является то, что управление сетью обычно такое же, как и у компьютеров, которые к ней подключаются. Она также может иметь высокую скорость передачи данных.

107. **LDR** (Low Dose Rate) — низкая мощность дозы. Пример — LDR-брахитерапия. К сожалению, соответствующая общепотребительная русская аббревиатура отсутствует, хотя иногда используется аббревиатура НМД.
108. **LET** (Linear Energy Transfer) — линейная передача энергии (ЛПЭ).
109. **Linac** (LInear ACcelerator) — линейный ускоритель.
110. **LQM** (Linear-Quadratic Model) — линейно-квадратичная модель зависимости радиационного эффекта (в частности, выживаемости опухолевых клеток) от дозы.
111. **LSA** (Leaf-Sequencing Algorithm) — алгоритм расчета последовательности положений пластин многолепесткового (многопластинчатого) коллиматора.
112. **LSF** (Line Spread Function) — функция линейного источника гамма-камеры.
113. **LSO** (Lutetium OxyorthoSilicate) — ортосиликат лютеция, используется в качестве сцинтиллятора в детекторных сборках ПЭТ-сканеров.
114. **MC** (Monte Carlo) — Монте-Карло [в контексте расчетного метода моделирования или алгоритма планирования дистанционной, контактной или радионуклидной лучевой терапии].
115. **MDCT** (MultiDetector Computed Tomography) — мультidetекторная компьютерная томография.
116. **MLC** (MultiLeaf Collimator) — многолепестковый коллиматор.
117. **MIBG** (Meta-IodoBenzylGuanidine) — метайодбензилгуанидин. Используется для радионуклидной диагностики и радионуклидной терапии нейроэндокринных опухолей и нейробластом при мечении радиоизотопами ^{123}I и ^{131}I соответственно.
118. **MIRD Committee** — Комитет MIRD (Medical Internal Radiation Dose), Комитет по дозам внутреннего облучения Общества ядерной медицины США.
119. **MLEM** (Maximum Likelihood Expectation Maximization) — алгоритм максимизации математического ожидания функции максимума правдоподобия.
120. **MLQ** (Modified Linear-Quadratic model) — модифицированная линейно-квадратичная модель.
121. **MOSFET** (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) — полупроводниковый полевой транзистор на основе оксида металла.
122. **MRI** (Magnetic Resonance Imaging) — магнитно-резонансная томография.
123. **MSCT** (MultiSlice Computed Tomography) — многосрезовая компьютерная томография. К сожалению, практически во всех русскоязычных публикациях эту аббревиатуру неправильно расшифровывают как «мультиспиральная компьютерная томография» (см. МСКТ во втором разделе словаря).
124. **MTF** (Modulation Transfer Function) — функция передачи модуляции.
125. **MU** (Monitor Unit) — мониторная единица.
126. **MUGA scan** (MUltiGated Acquisition scan) — многоканальное сканирование (также называемое равновесной радионуклидной ангиографией или сканированием пула крови) — это неинвазивный диагностический тест, используемый для оценки насосной функции желудочков сердца в режиме динамической сцинтиграфии на гамма-камере.
127. **NCRP** (National Council on Radiation Protection and Measurements) — Национальный совет по радиационной защите и измерениям США.
128. **Near-miss** — потенциально значимое событие, которое могло произойти в результате последовательности реальных событий, но не произошло из-за условий, преобладающих в то время. Данное понятие чаще всего используется в лучевой терапии для идентификации радиационной аварии, которая могла бы произойти, но была вовремя предотвращена.
129. **NECR** (Noise Equivalent Count Rate) — эквивалентная по шуму скорость счета при ПЭТ, представляющая собой скорость счета, которая возникла бы при том же отношении сигнал/шум для проекционных данных в случае отсутствия событий случайных и рассеянных совпадений. Она всегда меньше, чем наблюдаемая скорость счета.
130. **NEMA** (National Electrical Manufacturers Association) — Национальная ассоциация изготовителей электрической продукции США.
131. **NTCP** (Normal Tissue Complication Probability) — вероятность возникновения осложнений в нормальных тканях пациента при лучевой терапии.
132. **OAR** — 1) Off-Axis Ratio — внеосевое отношение. Синоним профиля пучка; 2) Organ At Risk — орган риска, то же самое, что и критический орган.
133. **OD** (Optical Density) — оптическая плотность.
134. **OER** (Oxygen Enhancement Ratio) — коэффициент кислородного усиления.
135. **OSEM** (Ordered Subsets Expectation Maximization) — алгоритм максимизации математического ожидания функции максимума правдоподобия по упорядоченным подсистемам проекционных данных.
136. **OSLD** (Optically Stimulated Luminescence Dosimetry) — оптически стимулированная люминесцентная дозиметрия.
137. **PACS** (Picture Archiving and Communication System) — система архивирования и передачи

- (медицинских) изображений (САПИ). К сожалению, в русскоязычной литературе гораздо чаще используют английскую аббревиатуру, но не русскую.
138. **PDD** (Percentage Depth Dose) — процентная глубинная доза.
139. **PDR** (Pulsed Dose Rate) — мощность дозы импульсного [излучения].
140. **PET** (Positron Emission Tomography) — позитронная эмиссионная томография.
141. **PET/CT** (Positron-Emission Tomography combined with Computed Tomography) — позитронная эмиссионная томография, совмещенная с [рентгеновской] компьютерной томографией.
142. **PET/MRI** (Positron-Emission Tomography combined with Magnetic Resonance Tomography) — позитронная эмиссионная томография, совмещенная с магнитно-резонансной томографией.
143. **PMMA** (PolyMethyl MethAcrylate, Perspex, Lucite) — полиметилметакрилат, плексиглас, органическое стекло.
144. **PMT** (PhotoMultiplier Tube) — фотоэлектронный умножитель.
145. **PRRT** (Peptide Receptor Radionuclide Therapy) — пептидно-рецепторная радионуклидная терапия.
146. **PRV** (Planning Organ at Risk Volume) — объем критического органа для планирования. По сути — расширение концепции PTV (введение дополнительного отступа для учета неопределенностей) на критические органы.
147. **PSD** (Plastic Scintillation Dosimeter) — дозиметр с пластическим сцинтиллятором.
148. **PSF 1** (Point Source Function) — функция точечного источника гамма-камеры; 2) (Peak Scatter Factor) — пиковый фактор рассеяния.
149. **PTCA** (Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty) — чрескожная транслюминальная ангиопластика коронарной артерии.
150. **PTV** (Planning Target Volume) — объем мишени для планирования. Он включает объем клинической мишени (CTV) с добавлением дополнительного отступа, что связано с возможным изменением положения органов при дыхании, подвижностью определенных органов (желудок и др.), особенностями оборудования (в частности, отсутствием возможности жесткой фиксации пациента) и погрешностями при позиционировании пациента перед сеансом облучения.
151. **QA** (Quality Assurance) — гарантия качества.
152. **QC** (Quality Control) — контроль качества.
153. **QUANTEC** (QUantitative Analysis of Normal-Tissue Effects in the Clinic) — количественный анализ клинических эффектов в нормальных тканях.
154. **QUATRO** (Quality Assurance Team for Radiation Oncology) — Группа обеспечения качества радиационной онкологии.
155. **RBE** (Relative Biological Effectiveness) — относительная биологическая эффективность (ОБЭ).
156. **RC** (Recovery Coefficient) — коэффициент восстановления.
157. **RF** (RadioFrequency) — радиочастота.
158. **RECIST** (Response Evaluation Criteria in Solid Tumours) — набор стандартизованных правил, которые определяют, когда опухоли у онкологических больных улучшаются (реагируют), остаются неизменными (стабилизируются) или ухудшаются (прогрессируют) во время лечения.
159. **RIS** (Radiology Information System) — радиологическая информационная система.
160. **RIT** (RadioImmunoTherapy) — радиоиммунотерапия.
161. **RLT** (Radioligand Therapy) — радиолигандная терапия.
162. **ROC** (Receiver Operating Characteristic) — график, позволяющий оценить качество бинарной классификации, отображает соотношение между долей объектов от общего количества носителей признака, верно классифицированных как несущие признак, и долей объектов от общего количества объектов, не несущих признака, ошибочно классифицированных как несущие признак, при варьировании порога решающего правила. Характеризует соотношение между истинно положительными и ложноположительными классификациями.
163. **ROI** (Region Of Interest) — область интереса.
164. **RRR** (Relative Radiation Risk) — относительный радиационный риск.
165. **RTOG** (Radiation Therapy Oncology Group) — Радиационно-терапевтическая группа в онкологии.
166. **RTT** (Radiation Therapy Technologist) — радиационный технолог.
167. **RVR** (Remaining Volume at Risk) — оставшийся объем риска. При дозиметрическом планировании лучевой терапии определяется как всё оставшееся пространство внутри тела за вычетом OAR (см.) и объемов мишеней.
168. **S** (S-factor) — средняя поглощенная доза внутреннего облучения в органе-мишени на единицу кумулятивной активности в органе-источнике. Используется при определении накопленной дозы облучения в органе-мишени в рамках формализма MIRD.

169. **SABR** (Stereotactic Ablative Radiation Therapy) — то же самое, что и SBRT.
170. **SAD** (Source Axis Distance) — расстояние источник — ось вращения гантри (РИО).
171. **SAFRON** (Safety in Radiation Oncology) — радиационная безопасность в онкологии. Международный сайт для регистрации и анализа инцидентов и радиационных аварий в лучевой терапии.
172. **SAR** (Scatter-Air Ratio) — отношение рассеяние — воздух.
173. **SBRT** (Stereotactic Body Radiation Therapy) — то же самое, что и SRS (см.), но для мишеней, расположенных вне головы.
174. **SCD** (Source Chamber Distance) — расстояние между источником и [ионизационной] камерой.
175. **SD** (Standard Deviation) — стандартное отклонение.
176. **SDD** (Source-Detector Distance) — расстояние источник — детектор. Иногда используется в контексте расстояния между источником и изоцентром облучения.
177. **SF** (Surviving Fraction) — доля выживших клоногенных клеток.
178. **SI** (Système Internationale) — Международная Система научных единиц, разработанная для обеспечения единообразия в измерениях. В медицинской радиологии, медицинской физике и радиационной гигиене единицы СИ беккерель, грей и зиверт заменили обычные единицы кюри, рад и бэр.
179. **SLD** (Sublethal Cellular Damage) — сублетальные клеточные повреждения.
180. **SLN** (Sentinel Lymph Node) — сторожевой лимфатический узел.
181. **SNR** (Signal to Noise Ratio) — отношение сигнал / шум.
182. **SPECT** (Single Photon Emission Computed Tomography) — однофотонная эмиссионная компьютерная томография.
183. **SRS** (Stereotactic Radiosurgery) — стереотаксическая радиохирurgia.
184. **SRT** (Stereotactic Radiotherapy) — стереотаксическая радиотерапия — собирательное понятие, объединяющее SRS и SBRT (см.).
185. **SSD** (Source-Surface Distance) — расстояние источник — поверхность (РИП). Иногда используется в контексте расстояния между источником и изоцентром облучения.
186. **SSB** (Single-Strand (DNA) Break) — двунитевые разрывы ДНК.
187. **SUV** (Standard Uptake Value) — стандартизованный показатель накопления (СПН) в ПЭТ. К сожалению, в русскоязычной литературе чаще всего используется английская аббревиатура SUV, физический смысл которой, как правило, не расшифровывается.
188. **TAC** (Time-Activity Curve) — кривая время — активность. Является одним из основных результатов динамической сцинтиграфии.
189. **TAR** (Tissue-Air Ratio) — отношение ткань — воздух (ОТВ); это отношение дозы D_d в водном фантоме на оси пучка на глубине d к дозе D_{air} в небольшой массе воды, находящейся в воздухе в той же точке: $TAR(d) = D_d / D_{air}$.
190. **TBE** (Tumor Bed Effect) — подавление роста опухоли после облучения, обусловленное повреждением стромы «опухолевого ложа» в результате облучения.
191. **TBI** (Total Body Irradiation) — облучение всего тела с терапевтической целью.
192. **TCP** (Tumor Control Probability) — вероятность локального контроля над опухолью при лучевой терапии (в смысле подавления роста опухоли или резорбции самой опухоли).
193. **TCPE** (Transient Charged-Particle Equilibrium) — преходящее (неустойчивое) равновесие заряженных частиц.
194. **TLD** (Thermoluminescent Dosimeter/Dosimetry) — термолуминесцентный дозиметр/термолуминесцентная дозиметрия.
195. **TMI** (Total Marrow Irradiation) — выборочное облучение всего красного костного мозга, альтернатива TBI при пересадке красного костного мозга.
196. **TMR** (Tissue-Maximum Ratio) — отношение дозы в заданной точке фантома к дозе в той же точке на опорной глубине, соответствующей максимальной дозе (частный случай TRP).
197. **TNM** (Tumor-Node-Metastasis) — классификация опухолей по распространенности патологического процесса.
198. **TOF** (Time Of Flight) — время пролета.
199. **TMR** (Tissue-Maximum Ratio) — отношение дозы в заданной точке фантома к дозе в той же точке на опорной глубине, соответствующей максимальной дозе (частный случай TRP).
200. **TPS** (Treatment Planning System) — система дозиметрического планирования терапевтического облучения.
201. **TSEI** (Total Skin Electron Irradiation) — облучение всей поверхности кожи электронами, часто ошибочно называют TBI, что неверно. Несмотря на то, что облучается весь человек, доза сосредоточена на коже, что не приводит к тем же эффектам, что TBI.

202. **TV** (Treated Volume) — объем, подвергаемый лечебному воздействию. Он определяется как объемом, ограниченный изодозной кривой (или поверхностью) с предписанной дозой. В идеале TV должен быть идентичен PTV, что иногда трактуют как меру конформности облучения.
203. **TVL** (Tenfold Value Layer) — слой десятикратного ослабления.
204. **UICC** (Union for International Cancer Control) — Международный союз по борьбе с раком.
205. **UNSCEAR** (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) — Научный комитет по действию атомной радиации при Организации объединенных наций.
206. **USC** (Universal Survival Curve) — универсальная кривая выживаемости.
207. **VMAT** (Volumetric Modulated Arc Therapy) — ротационное облучение с объемной модуляцией интенсивности (пучка излучения) — один из вариантов лучевой терапии с модуляцией интенсивности (IMRT). Дословный перевод расшифрованной аббревиатуры не соответствует реальному содержанию данного понятия. Конъюнктурный термин, к сожалению, повсеместно заменивший более правильный термин IMAT.
208. **WARMTH** (World Association of Radiopharmaceutical and Molecular Therapy) — Всемирная ассоциация радиофармацевтической и молекулярной терапии.
209. **WBS** (Whole-Body Scanning) — сканирование всего тела.
210. **WF** (Wedge Factor) — краевой фактор, коэффициент клина.
211. **WFF** (With Flattening Filter) — [терапевтическое облучение на линейном ускорителе] с выравнивающим фильтром.
212. **WHO** (World Health Organization) — Всемирная организация здравоохранения.
213. **3DCRT** — трехмерная конформная лучевая терапия. Представляет собой метод облучения с применением для планирования трёхмерных КТ-изображений тела пациента. В узком смысле — использование полей без модуляции интенсивности (флюенса), в тех случаях, когда противопоставляется IMRT.
214. **4DCT** — рентгеновская компьютерная томография с разрешением по времени. Обычно означает КТ пациента во всех фазах его дыхания по отдельности (обычно разбивается на 10 фаз дыхательного цикла).
215. **4DPET/CT** — 4-мерная позитронная эмиссионная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией.
216. **4DRT** — лучевая терапия с синхронизацией по дыхательному циклу пациента, при которой автоматически выполняется соответствующая коррекция параметров облучения, в отличие от других технологий с контролем дыхания, таких как снижение амплитуды дыхания или блокировки пучка (облучения в окне дыхательного цикла).

Часть 2

217. **ААМФ** (AAPM) — Американская ассоциация медицинских физиков.
218. **ААИ** — анализатор амплитуд импульсов.
219. **АВМ** (AVM) — артерио-венозная мальформация.
220. **АГ** — артериальная гипертензия.
221. **АД** — артериальное давление.
222. **АЛАРА** (ALARA) — настолько ниже, насколько это приемлемо.
223. **АМАД** — активностный медианный аэродинамический диаметр.
224. **АМФР** — Ассоциация медицинских физиков России.
225. **АРМ** — автоматизированное рабочее место (рентгенолога).
226. **АРР** (EAR) — абсолютный радиационный риск.
227. **АЦК** — аналого-цифровой конвертер (преобразователь).
228. **АЭС** (NPP) — атомная электростанция.
229. **БАД** — биологически активная добавка.
230. **БИС** (HIS) — больничная информационная система.
231. **Бк** (Bq) — беккерель.
232. **БТ** — брахитерапия.
233. **БЦФ** — биологическая целевая функция.
234. **БЭД** (BED) — биологически эквивалентная доза.
235. **ВДФ** — время-доза-фракция.
236. **в/а** — внутриартериально.
237. **в/в** — внутривенно.
238. **в/к** — внутрикжно.
239. **в/м** — внутримышечно.
240. **ВЖЭХ** — высокоэффективная жидкостная хроматография.
241. **ВОЗ** (WHO) — Всемирная организация здравоохранения.
242. **ВОО** (OAR) — внеосевое отношение.
243. **ВЧ** — высокочастотный.
244. **ГДО** (DVH) — гистограмма доза — объем.

245. **ГИ** — гамма-индекс.
246. **ГК** — 1) гамма-камера; 2) гипертонический криз; 3) (QA) — гарантия качества.
247. **ГМ** — головной мозг.
248. **Гр** (Gy) — грей.
249. **ГЭБ** — гематоэнцефалический барьер.
250. **ГТА** — гамма-терапевтический аппарат.
251. **ДГДО** — дифференциальная гистограмма доза — объем.
252. **ДГПЖ** — доброкачественная гиперплазия предстательной железы.
253. **ДИ** (CL) — доверительный интервал.
254. **ДК** — дозиметрический контроль.
255. **ДЛТ** — дистанционная лучевая терапия. Аббревиатура методологически неправильного термина, поскольку любая лучевая терапия не сводится только к тому или иному облучению пациента. Правильнее говорить о дистанционном облучении.
256. **ДНК** (DNA) — дезоксирибонуклеиновая кислота.
257. **ДО** — дыхательный объем.
258. **ДОА** (DAC) — активность допустимая объемная в воздухе.
259. **ДП** — дозиметрический план.
260. **ДРА** (DXA) — двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия.
261. **ДТЛ** — дифференциальный тонкий луч.
262. **ДТПК** (DTPA) — диэтилентриамин-пентауксусная кислота (см. — DTPA).
263. **ЕРФ** — естественный радиационный фон.
264. **ЕСТРО** — Европейский союз терапевтических радиационных онкологов.
265. **ЖЕЛ** — жизненная емкость легких.
266. **ЖРО** — жидкие радиоактивные отходы.
267. **ЖКТ** (GI) — желудочно-кишечный тракт.
268. **ЗАТО** — закрытое административно-территориальное образование.
269. **Зв** (Sv) — зиверт.
270. **ИБС** — ишемическая болезнь сердца.
271. **ИВЛ** — искусственная вентиляция легких.
272. **ИГ** (HI) — индекс гомогенности.
273. **ИГДО** — интегральная гистограмма доза — объем.
274. **ИД** — индивидуальная дозиметрия.
275. **ИДК** — индивидуальный дозиметрический контроль.
276. **ИИИ** — источник ионизирующего излучения.
277. **ИК** — 1) ионизационная камера; 2) инфракрасный.
278. **ИМ** — инфаркт миокарда.
279. **ИМТ** — индекс массы тела.
280. **ИОЛТ** — интраоперационная лучевая терапия.
281. **ИР** — интервенционная радиология.
282. **ИРА** — иммуннордиометрический анализ.
283. **КВ** — контрастирующее вещество.
284. **Ки** (Ci) — кюри.
285. **КК** — 1) коэффициент качества (излучения); 2) контроль качества.
286. **ККМ** — красный костный мозг.
287. **ККУ** (OER) — коэффициент кислородного усиления.
288. **КЛТ** — 1) контактная лучевая терапия. Синоним брахитерапии (БТ). Аббревиатура методологически неправильного термина, поскольку любая лучевая терапия не сводится только к тому или иному облучению пациента. Правильнее говорить о контактном облучении. 2) конформная лучевая терапия.
289. **КТ** (PKT) (СТ) — (рентгеновская) компьютерная томография.
290. **КТДИ** (CTDI) — компьютерно-томографический индекс дозы.
291. **КФ** — клиновидный фильтр.
292. **КЭД** (DQE) — квантовая эффективность детектирования.
293. **ЛБК** — линейная беспороговая концепция (радиационно-индуцированных эффектов).
294. **ЛД** — лучевая диагностика.
295. **ЛЖ** — левый желудочек (миокарда).
296. **ЛКМ** (LQM) — линейно-квадратичная модель.
297. **ЛОР** — ларингооторинология.
298. **ЛПУ** — лечебно-профилактическое учреждение.
299. **ЛПЭ** (LET) — линейная потеря энергии.
300. **ЛТ** — лучевая терапия.
301. **ЛТКИ** (IGRT) — лучевая терапия под контролем по изображениям.
302. **ЛТМИ** (IMRT) — лучевая терапия с модуляцией интенсивности.
303. **ЛУ** (Linac) — линейный ускоритель.
304. **ЛУЭ** — линейный ускоритель электронов.
305. **ЛХ** — лимфома Ходжкина.

306. **МАЭД** — мощность амбиентного эквивалента дозы.
307. **МДА** — минимально детектируемая активность.
308. **МДКТ** (MDCT) — мультidetекторная компьютерная томография.
309. **МЕ** (MU) — мониторная единица.
310. **МЗ РФ** — Министерство здравоохранения Российской Федерации.
311. **МЗА** — минимально значимая активность.
312. **МЗУА** — минимально значимая удельная активность.
313. **МИБГ** (MIBG) — метайодбензилгуанидин.
314. **МКБ-10** — Международная классификация болезней 10-го издания.
315. **МЛА** — минимальная лицензируемая активность.
316. **МЛК** (MLC) — многолепестковый (многопластинчатый) коллиматор.
317. **МКРЕ** (ICRU) — Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям.
318. **МКРЗ** (ICRP) — Международная комиссия по радиационной защите.
319. **МНИОИ** — Московский научно-исследовательский онкологический институт им. П.А. Герцена Минздрава России.
320. **МО** — медицинская организация.
321. **МОС** (ISO) — 1) Международная организация стандартизации; 2) минутный объем сердца.
322. **МР** — методические рекомендации.
323. **МРС** — магнитно-резонансная спектрометрия (спектроскопия).
324. **МРТ** (MRI) — магнитно-резонансная томография.
325. **МСК** — мезенхимальные стволовые клетки.
326. **МСКТ** (MSCT) — многосрезовая компьютерная томография. В большинстве русскоязычных публикаций данная аббревиатура неправильно расшифровывается как «мультиспиральная компьютерная томография». Это не соответствует существу термина, поскольку траектория перемещения жестко связанной системы излучатель — детектор в таких КТ-сканерах представляет собой единственную спираль, но с одновременной регистрацией проекционных данных по нескольким срезам. Для такой регистрации используют несколько детекторных сборок, расположенных рядом друг с другом, в связи с чем в англоязычной литературе иногда используют термин multidetector CT, для которого допустим дословный перевод (см. MDCT).
327. **МТЗ** — медико-техническое задание.
328. **МТТ** — медико-технические требования.
329. **МУ** — методические указания.
330. **МЭК** (IEC) — Международная электротехническая комиссия.
331. **НАА** — нейтронно-активационный анализ.
332. **НЗТ** — нейтронно-захватная терапия. Иногда используется аббревиатура БНЗТ (BNCT) — нейтронно-захватная терапия на соединениях бора.
333. **НИИ** — научно-исследовательский институт.
334. **НКДАР ООН** (UNSCEAR) — Научный комитет по действию атомной радиации при Организации объединенных наций.
335. **НКРЗ** — Национальная комиссия по радиационной защите Минздрава РФ.
336. **НМИЦ** — Национальный медицинский исследовательский центр (онкологии, радиологии, кардиологии, эндокринологии и т.п.) Минздрава России.
337. **НМРЛ** — немелкоклеточный рак легких.
338. **НПВ** — нижняя полая вена.
339. **НПВП** — нестероидные противовоспалительные препараты.
340. **НРБ** (BSS) — Нормы радиационной безопасности.
341. **НТ** — нейтронная терапия.
342. **ОБЭ** (RBE) — относительная биологическая эффективность.
343. **ОВТ** (TBI) — облучение всего тела с терапевтической целью.
344. **ОИ** (ROI) — область интереса.
345. **ОРВ** (SAR) — отношение рассеяние-воздух.
346. **ОРВИ** — острая респираторная вирусная инфекция.
347. **ОРЗ** — острое респираторное заболевание.
348. **ОРИТ** — отделение реанимации и интенсивной терапии.
349. **ОРМ** (SMR) — отношение рассеяние-максимум.
350. **ОРР** (RRR) — относительный радиационный риск.
351. **ОСПОРБ** — Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности.
352. **ОТВ** (TAR) — отношение ткань — воздух.
353. **ОТМ** (TMR) — отношение ткань — максимум.
354. **ОТФ** (TPR) — отношение ткань — фантом.
355. **ОЦК** — объем циркулирующей крови.
356. **ОФЭКТ** (SPECT) — однофотонная эмиссионная компьютерная томография.

357. **ОФЭКТ/КТ** (SPECT/CT) — однофотонная эмиссионная компьютерная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией.
358. **ОЯТ** — отработанное ядерное топливо (но не отработавшее — топливо не является одушевленным объектом).
359. **ПВХ** — пункт временного хранения (радиоактивных отходов).
360. **ПГД** — процентная доза глубинная.
361. **ПГП** — предел годового поступления.
362. **ПД** — предел дозы.
363. **ПДД** — 1) (DLP) — произведение доза × длина; 2) предельно-допустимая доза.
364. **ПДП** (DAP) — произведение доза × площадь.
365. **ПЗС** — прибор с зарядовой связью. Пример — детекторная ПЗС-матрица.
366. **п/к** — подкожно.
367. **ПО** — программное обеспечение.
368. **п/о** — перорально.
369. **ППД** — 1) полупроводниковый детектор (дозиметр); 2) плато с повышенной дозой.
370. **ПЛТ** — протонная лучевая терапия.
371. **ППК** — плоскопараллельный коллиматор.
372. **ПС** — планарная сцинтиграфия.
373. **ПСА** — простат-специфический антиген.
374. **ПФР** (PSF) — пиковый фактор рассеяния.
375. **ПХТ** — полихимиотерапия.
376. **ПЧД** — позиционно-чувствительный детектор.
377. **ПЭТ** (PET) — позитронная эмиссионная томография.
378. **ПЭТ/КТ** (PET/CT) — позитронная эмиссионная томография, совмещенная с рентгеновской компьютерной томографией.
379. **ПЭТ/МРТ** (PET/MRI) — позитронная эмиссионная томография, совмещенная с магнитно-резонансной томографией.
380. **РА** — радиационная авария.
381. **РАН** — Российская академия наук.
382. **РАО** — радиоактивные отходы.
383. **РБ** — радиационная безопасность.
384. **РВ** — радиоактивное вещество.
385. **РГ** — рентгенография.
386. **РГМ** — радиационно-гигиенический мониторинг (окружающей среды).
387. **РДУ** (DRL) — референсный диагностический уровень.
388. **РИА** — радиоиммунный анализ.
389. **РЙТ** — радиойодная терапия.
390. **РИО** (SAD) — расстояние источник–ось вращения гантри.
391. **РИП** (SSD) — расстояние источник–поверхность.
392. **РИС** (RIS) — радиологическая информационная система.
393. **РК** — радиационный контроль.
394. **РЛ** — рак легких.
395. **РМАНПО** — Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России.
396. **РМЖ** — рак молочной железы.
397. **РНД** — радионуклидная диагностика.
398. **РНКРЗ** — Российская научная комиссия по радиационной защите Минздрава РФ.
399. **РНТ** — радионуклидная терапия.
400. **РНЦРХТ** — Российский научный центр радиологии и хирургических технологий им. академика А.М. Гранова Минздрава России.
401. **РНЦРР** — Российский научный центр рентгенодиагностики Минздрава России.
402. **РОД** — разовая очаговая доза, то есть доза на одну фракцию терапевтического облучения.
403. **РПЖ** — 1) рак предстательной железы; 2) рак поджелудочной железы.
404. **РС** — рентгеноскопия.
405. **РТА** — радиационно-терапевтический аппарат.
406. **РФП** — радиофармпрепарат. Теперь все чаще стали использовать аббревиатуру РФЛП — радиофармацевтический лекарственный препарат.
407. **РЧА** — радиочастотная абляция.
408. **РЭА** — раковый эмбриональный антиген.
409. **СанПиН** — Санитарные Правила и Нормы.
410. **САПИ** (PACS) — система архивирования и передачи изображений.
411. **СВЧ** — сверхвысокочастотный, сверхвысокая частота.
412. **СДП** (TPS) — система дозиметрического планирования лучевой терапии.
413. **СЗЗ** — санитарно-защитная зона.
414. **СИ** (SI) — Международная Система научных единиц.
415. **СИЗ** — средства индивидуальной защиты.

416. **СИЧ** — спектрометр (счетчик) излучения человека.
417. **СКК** — стволовые клетки крови.
418. **СКФ** (GFR) — скорость клубочковой фильтрации.
419. **СЛТ** (SRT) — стереотаксическая лучевая терапия.
420. **СЛУ** (SNL) — сторожевой лимфатический узел.
421. **СНиП** — строительные нормы и правила.
422. **СО** (SD) — стандартное отклонение; иногда используют аббревиатуру СКО или греческую букву σ .
423. **СОД** — суммарная очаговая доза; иногда эту аббревиатуру используют в сокращенном варианте — СД.
424. **СОЭ** — скорость оседания эритроцитов.
425. **СПН** (SUV) — стандартизованный показатель накопления.
426. **СПО** (HVL) — слой половинного ослабления.
427. **СПОРО** — санитарные правила обращения с радиоактивными отходами.
428. **СРБ** — служба радиационной безопасности.
429. **СРХ** (SRS) — стереотаксическая радиохирurgia.
430. **ССС** — сердечно-сосудистая система.
431. **ТБН** — терапия быстрыми нейтронами.
432. **ТГ** — тиреоглобулин.
433. **ТКТ** — трансмиссионная компьютерная томография.
434. **ТЛ** — тонкий луч.
435. **ТЛД** (TLD) — термолюминесцентная дозиметрия/дозиметр.
436. **ТМЕ** — тотальная мезумректумэктомия.
437. **ТРО** — твердые радиоактивные отходы (см. РАО).
438. **ТРУЗИ** — трансректальное ультразвуковое исследование.
439. **ТТГ** — тиреотропный гормон.
440. **ТЗ** — трийодтиронин.
441. **Т4** — тироксин.
442. **ТУР** — трансуретральная резекция.
443. **ТЭЛА** — тромбоэмболия легочной артерии.
444. **УВ** — уровень вмешательства.
445. **УЗИ** — ультразвуковое исследование.
446. **УРИ** — усилитель рентгеновского изображения.
447. **УФ** — ультрафиолетовый.
448. **ФВЛЖ** — фракция выброса левого желудочка (сердца).
449. **ФДГ** (FDG) — фтордезоксиглюкоза.
450. **ФИД** — фактор изменения дозы.
451. **ФМБА** — Федеральное медико-биологическое агентство России.
452. **ФМБЦ** — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна ФМБА России.
453. **ФОР** — фактор обратного рассеяния.
454. **ФПМ** (MTF) — функция передачи модуляции.
455. **ФУД** — фактор уменьшения дозы.
456. **ФЦФ** — физическая целевая функция.
457. **ФЭГДС** — фиброэзофагогастродуоденоскопия.
458. **ФЭУ** (PMT) — фотоэлектронный умножитель.
459. **ХЛТ** — химиолучевая терапия.
460. **ХОБЛ** — хроническая обструктивная болезнь легких.
461. **ХТ** — химиотерапия.
462. **ЦНС** — центральная нервная система.
463. **ЦРА** (DSA) — цифровая разностная ангиография.
464. **ЦРИ** (DRR) — цифровые реконструированные изображения.
465. **ЧЛС** — чашечно-лоханочная система (почки).
466. **ЧСС** — частота сердечных сокращений.
467. **ЭД** — 1) эквивалентная доза; 2) эффективная доза.
468. **ЭКГ** — электрокардиография.
469. **ЭКТ** — эмиссионная компьютерная томография.
470. **ЭЛТ** — 1) электронно-лучевая трубка; 2) электронно-лучевая (компьютерная) томография.
471. **ЭМИ** — электромагнитное излучение.
472. **ЭМП** — электромагнитное поле.
473. **ЭОП** — электронно-оптический преобразователь.
474. **ЭПП** (ERPF) — эффективный почечный плазмоток.
475. **ЭПР** (EPR) — электронный парамагнитный резонанс.
476. **ЭРОА** — эквивалентная равновесная объемная активность (радона в воздухе).
477. **ЭхоКГ** — эхокардиография.
478. **ЭЭГ** — электроэнцефалография.

479. **ЭЭД** — эффективная эквивалентная доза; устаревший аналог эффективной дозы, в настоящее время не применяется.

480. **ЯМ** — ядерная медицина.

481. **ЯМР** (NMR) — ядерный магнитный резонанс.

482. **ЯЭУ** — ядерная энергетическая установка.

483. **3D-КЛТ** — 3-мерная конформная лучевая терапия.

484. **5ФУ** — 5-фторурацил.

Вклад авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Contributions. Article was prepared with equal participation of the authors.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Сведения об авторах

Наркевич Борис Ярославович — доктор технических наук, кандидат физико-математических наук, научный консультант, проф., SPIN-код: 4931-8394, AuthorID: 600790.

Рызов Сергей Анатольевич — заведующий отделом радиационной безопасности, SPIN-код: 6595-4011, AuthorID: 813698.

Ратнер Татьяна Григорьевна — кандидат технических наук, научный консультант отдела радиационной онкологии.

Моисеев Алексей Николаевич — кандидат физико-математических наук, заведующий отделением медицинской физики, SPIN-код: 6312-9169, AuthorID: 622115.

PROFESSIONAL EDUCATION

Professional Abbreviations in Medical Radiology, Medical Physics and Radiation Safety

B.Ya. Narkevich^{1,2}, S.A. Ryzhov^{1,3}, T.G. Ratner^{1,2}, A.N. Moiseev^{1,4}

¹ Association of Medical Physicists of Russia; 23 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia;

² N.N. Blokhin National Medical Research Center for Oncology; 24 Kashirskoe Shosse, Moscow 115478, Russia;

³ Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology, 1 Samora Mashela, Moscow 117198, Russia;

⁴ LLC “Medscan”, Moscow, Russia.

Abstract

A dictionary of abbreviations (abbreviations), most often used in scientific publications, methodological recommendations, regulatory documents on the medical use of sources of ionizing radiation, has been developed. The dictionary contains abbreviations in English, which are usually not deciphered in English-language publications, as well as abbreviations in Russian with the reduction, if possible, of the corresponding English abbreviations. The dictionary is intended for use both in professional education, including postgraduate education, and to facilitate the interaction of medical physicists, radiologists, radiologists and radiation oncologists working in radiological and oncological medical organizations.

Key words: *professional abbreviations, dictionary, medical radiology, medical physics, radiation safety*

For citation: Narkevich BYa, Ryzhov SA, Ratner TG, Moiseev AN. Professional Abbreviations in Medical Radiology, Medical Physics and Radiation Safety. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):74-87. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-74-87

Information about the authors:

B.Ya. Narkevich <https://orcid.org/0000-0002-4293-7358>

S.A. Ryzhov <https://orcid.org/0000-0002-0640-7368>

МРТ В ДИАГНОСТИКЕ СИНДРОМА ВНУТРИЧЕРЕПНОЙ ГИПОТЕНЗИИ. КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

А.Н. Федотов¹, Д.В. Сашин², А.И. Пронин², А.А. Семенова², Е.А. Кобякова², Н.В. Гаранина²

¹ Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России; Россия, 125993 Москва, ул. Баррикадная, 2/1, стр. 1;

² Национальный медицинский исследовательский центр онкологии им. Н.Н. Блохина Минздрава России; Россия, 115478 Москва, Каширское шоссе, 24.

Контакты: Алексей Николаевич Федотов Wolvervilla@mail.ru

Реферат

Внутричерепная гипотензия (ВГ) — это клиничко-рентгенологический синдром, проявляющийся снижением объема или давления ликвора, вызванный различными причинами. Одним из основных клинических проявлений синдрома являются ортостатические головные боли, а «золотым стандартом» лучевой диагностики считается магнитно-резонансная томография (МРТ). Повышение информированности врачей-рентгенологов о данной патологии позволит чаще диагностировать ВГ и своевременно реагировать, определяя дальнейшую тактику ведения пациента.

В настоящей публикации представлено собственное клиническое наблюдение пациента с развившимся синдромом внутричерепной гипотензии, МРТ-картина и спектр клинических проявлений, приведены основные данные об этиологии и патогенетических механизмах описываемого патологического процесса.

Ключевые слова: синдром внутричерепной гипотензии, магнитно-резонансная томография (МРТ), диагностика, ортостатическая головная боль

Для цитирования: Федотов А.Н., Сашин Д.В., Пронин А.И., Семенова А.А., Кобякова Е.А., Гаранина Н.В. МРТ в диагностике синдрома внутричерепной гипотензии. Клиническое наблюдение. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):88-93.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-88-93

Введение

Под синдромом внутричерепной гипотензии (ВГ) понимают группу патологических состояний, объединенных на основе ведущего патогенетического фактора — снижения давления ликвора ниже 50 мм вод. ст., однако более корректно было бы считать, что ведущим фактором в развитии синдрома ВГ выступает не абсолютное снижение давления, а скорость изменения объема ликвора [1, 2].

Выделяют два основных вида ВГ — вторичную и первичную, так называемую спонтанную ВГ. Первичная ВГ встречается чаще у женщин в возрасте 35–50 лет. Соотношение частоты встречаемости первичной ВГ у женщин/мужчин — 2:1. По данным доступной литературы, информация о частоте встречаемости вторичной ВГ отсутствует [1]. Причиной развития вторичной ВГ чаще являются травмы, ятрогенное воздействие (люмбальные пункции), системная дегидратация (вследствие сепсиса, уремии) [3]. В зарубежной литературе описаны редкие случаи развития дефекта твердой мозговой оболочки (ТМО) вследствие сильного кашля, чихания или физических нагрузок [4]. Причины развития первичной ВГ чаще остаются не распознанными, часть из этих пациентов в анамнезе не имеют травм, хирургического или диагностического вмешательства. По данным Wouter I. et al, до 36 % пациентов со спонтанной ВГ имели

нарушения структуры соединительной ткани, в том числе твердой мозговой оболочки, что располагало к ее разрывам. Эти нарушения возникают, в частности, при синдроме Марфана, синдроме Элерса—Данлоса II типа, нейрофиброматозе [3, 5]. Некоторые авторы указывают на условный характер выделения этой формы ВГ, поэтому такой диагноз, скорее, следует считать исключением [6].

Ведущую роль в правильной постановке диагноза играет выполнение МРТ головного мозга с внутривенным введением МР-контрастного вещества [7].

Представляем собственное клиническое наблюдение синдрома внутричерепной гипотензии, развившегося у мужчины 36 лет, страдающего лимфомой Беркитта.

Клиническое наблюдение

Пациент К., мужчина, 36 лет. Дебют заболевания в марте 2020 г., когда им впервые было отмечено увеличение лимфатических узлов в левой подмышечной области. За медицинской помощью не обращался. В апреле почувствовал боль в левой половине лица, установлен диагноз невралгии тройничного нерва, получал симптоматическую терапию без эффекта. При дальнейшем обследовании в поликлинике по месту жительства диагностировано:

- по данным рентгеновской компьютерной томографии органов грудной полости — конгломерат увеличенных лимфатических узлов в левой подмышечной области 51×69×93 мм;
- по данным МРТ головного мозга — образование левого кавернозного синуса с распространением на основание черепа с инфильтрацией тройничного нерва и крыловидных мышц (29×36 мм).

В мае 2020 г. стали отмечаться жалобы на двоение (диплопию) и болезненность в левом глазном яблоке. Заподозрено лимфоопролиферативное заболевание. Госпитализирован в отделение химиотерапии гемобластозов НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина для диагностики и начала специфической терапии. Выполнена экцизионная биопсия подмышечного лимфатического узла. По данным комплексного обследования, включающего иммуногистохимическое, молекулярно-генетическое исследование опухолевой ткани, установлен диагноз — лимфома Беркитта. Учитывая высокий риск развития синдрома лизиса опухоли, в июне 2020 г. проведена неoadъювантная терапия в объеме: дексаметазон 5 мг/м² внутривенно день 1–2, с дальнейшей эскалацией дозы до 10 мг/м² день 3–5; циклофосфамид 200 мг/м² внутривенно капельно день 3–5. Выполнена люмбальная пункция. Ликвор прозрачный, вытекает с нормальной скоростью. Цитоз 100 клеток (99 % бластные клетки, при иммунофенотипировании CD19+, CD20+, CD10+). Иммунологические и клинические данные соответствуют нейролейкемии при лимфоме Беркитта. Проведена санация ликвора путем интратекального введения: метотрексата 15 мг, цитозара 30 мг, дексаметазона 4 мг через день. Суммарно выполнено 4 люмбальные пункции. Клинически — уменьшение диплопии и болезненности в левом глазном яблоке.

Согласно принятому в отделении химиотерапии гемобластозов НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина протоколу лечения пациентов с впервые диагностируемой лимфомой Беркитта, объем противоопухолевой терапии включает 2 блока R-CODOX-M/R-IVAC с люмбальными пункциями.

В июне 2020 г. проведен первый курс R-CODOX-M (ритуксимаб 375 мг/м² D0; 1, 3 циклы: циклофосфамид 800 мг/м² D1; винкристин 1,5 мг/м² D1, 8; доксорубицин 40 мг/м² D1; циклофосфамид 200 мг/м² D2–5; метотрексат 300 мг/м² в течение 1 ч, далее 2700 мг/м² в течение 23 ч). Продолжены люмбальные пункции (№ 3) с интратекальным введением цитозара 30 мг, метотрексата 15 мг, дексаметазона 4 мг. Цитоз в пределах нормальных значений. Отмечена полная нормализация зрения, купирование болевого синдрома в левом глазном яблоке. Лечение осложнилось развитием миелотоксической аплазией кроветворения (Gr IV),

двухсторонней полисегментарной вирусной пневмонией (высокого риска COVID-19). Проводилась сопроводительная терапия в полном объеме с положительной динамикой. После купирования признаков инфекционных осложнений, в августе 2020 г. продолжена специфическая терапия — второй курс R-IVAC (ритуксимаб 375 мг/м²; 2, 4 циклы: этопозид 60 мг/м² D1–5; ифосфамид 1,5 г/м² D1–5; цитарабин 2 г/м² D1–2) с двумя люмбальными пункциями. Продолжены интратекальные введения цитозара 30 мг, метотрексата 15 мг, дексаметазона 4 мг. Без признаков нейролейкемии. Осложнение: миелотоксическая аплазия кроветворения (Gr IV), фебрильная нейтропения, энтеропатия (Gr II).

В августе 2020 г. проведен второй курс по схеме R-CODOX-M в исходных дозах с тремя люмбальными пункциями (отмечено снижение скорости вытекания ликвора, цитоз в пределах нормальных значений, белковый и клеточный состав без изменений). Отмечено резкое нарастание головных болей с усилением болевого синдрома при «вертикализации» больного. С целью исключения прогрессирования основного заболевания выполнена контрольная МРТ головного мозга.

При МРТ-исследовании с внутривенным контрастным усилением на высокопольном магнитно — резонансном томографе Magnetom Skyra (Siemens) с магнитной индукцией 3,0 Тл отмечается положительная динамика изменений, связанных с основным заболеванием. Однако на серии МР-изображений стали визуализироваться диффузное равномерное утолщение мозговых оболочек во всех отделах головного мозга и интенсивное накопление ими контрастного вещества, двусторонние субдуральные гигромы (в конвекситальных отделах лобно-теменных областей), желудочки головного мозга щелевидной формы, полнокровие вен и синусов твердой мозговой оболочки (рис. 1). Дополнительно определяются увеличение вертикального размера гипофиза, уменьшение мамиллопонтинного расстояния, межжирового и понтomezенцефального углов, а также угла, образованного веной Галена и прямым синусом (рис. 2). Учитывая полученные данные МРТ, характерную клиническую картину и указание в анамнезе на люмбальные пункции, был установлен диагноз синдрома внутричерепной гипотензии.

Обсуждение

Синдром внутричерепной гипотензии является актуальной неврологической проблемой для многих пациентов, в том числе перенесших люмбальные пункции, имеет большое клиническое значение вследствие значительного дискомфорта и ухудшения качества жизни пациентов. Но в то же время ВГ представляет собой доброкачественный

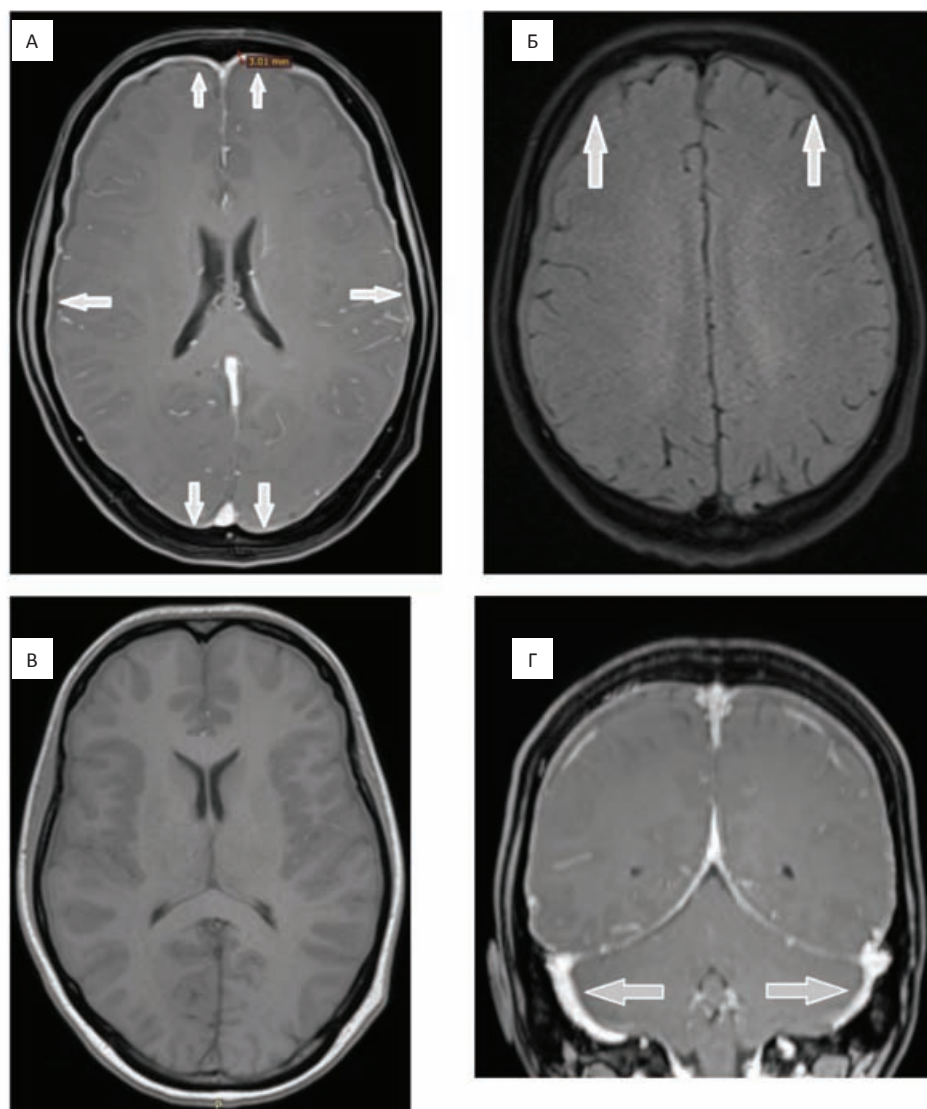


Рис. 1. Пациент К., 36 лет. МРТ головного мозга в режимах T_1+C (А), T_2 FS (Б), T_1 (В) в аксиальной проекции и режиме T_1+C в корональной проекции (Г). Отмечается диффузное утолщение мозговых оболочек до 3,0 мм с повышенным накоплением МР-контрастного вещества (А), наличие серповидных скоплений жидкости в лобно-теменных областях (Б) в сочетании с щелевидной деформацией III желудочка (В) и расширением сигмовидных синусов (Г) (изменения указаны стрелками)

Fig. 1. Patient K., 36 years old. MRI of the brain in the modes T_1+C (A), T_2 FS (B), T_1 (C) in the axial projection and T_1+C mode in the coronal projection (D). There is a diffuse thickening of the meninges up to 3.0 mm with an increased accumulation of MR-contrast agent (A), the presence of sickle-shaped fluid accumulations in the frontal-parietal regions (B) in combination with a slit-like deformation of the III ventricle (C) and the expansion of the sigmoid sinuses (D) (changes are indicated by arrows)

процесс, в большинстве случаев не требующий специальных лечебных мероприятий, склонный к самостоятельному разрешению [8].

Наиболее часто выявляемым симптомом ВГ является ортостатическая головная боль, носящая локальный или разлитой характер. Однако головная боль не всегда интенсивная и зависит от положения тела. В ряде случаев у пожилых пациентов боль может не наблюдаться [6]. Описаны случаи развития нарушений зрения, ограничение движений глазных яблок кнаружи (за счет вовлечения отводящих нервов), изменения сознания, эпилептические припадки [2, 9]. Для диагностики ВГ по-

мимо клинической симптоматики необходимыми являются данные лучевых методов, в частности, МРТ-исследование, а также микроскопическое исследование ликвора, его белковый и клеточный состав. Чаще всего клеточный состав ликвора не имеет специфических изменений. При проведении люмбальной пункции давление ликвора почти у всех пациентов с ВГ ниже 50 мм вод. ст. [2].

В основе патофизиологических механизмов ВГ, несмотря на название, ключевую роль играет не собственно снижение внутричерепного давления, а скорость изменения объема ликвора, поэтому отвергать диагноз ВГ при нормальном

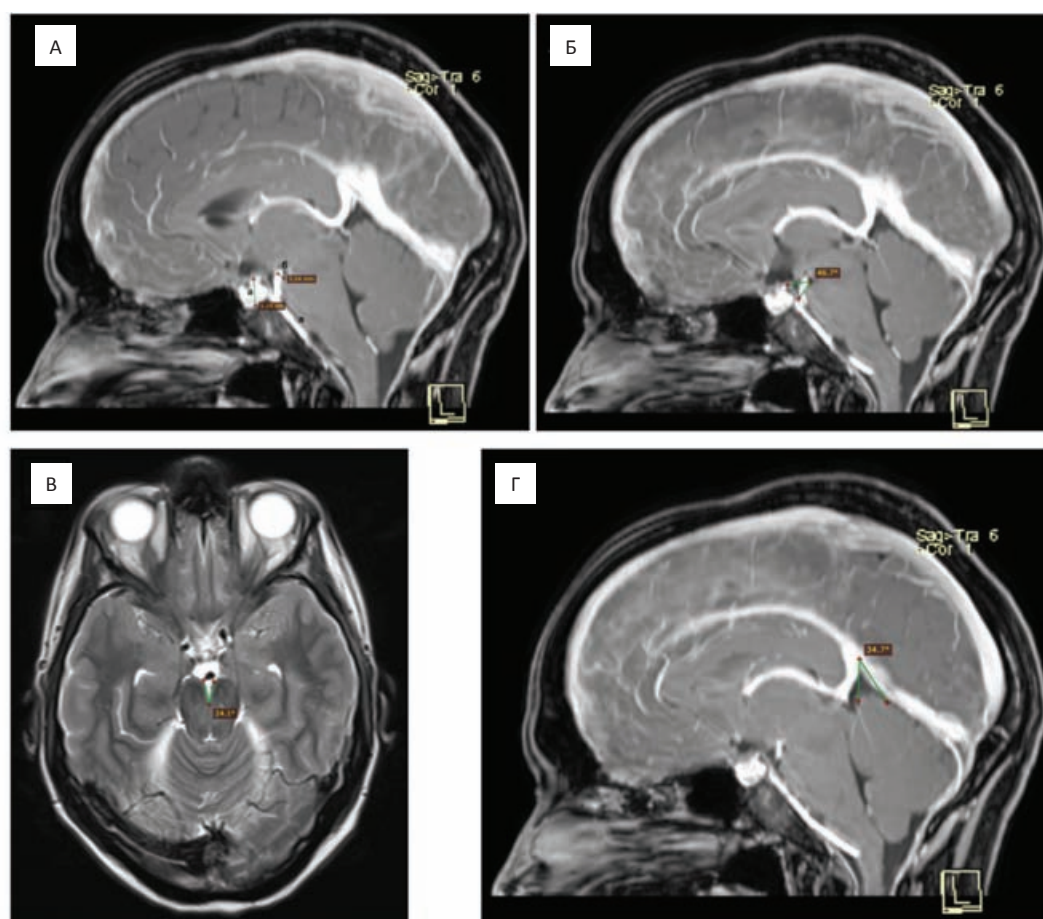


Рис. 2. Пациент К., 36 лет. МРТ головного мозга в режиме T_1+C (А), (Б), (Г) в сагиттальной проекции и T_2 в аксиальной проекции (В). Отмечается уплощение вентральной поверхности варолиева моста, увеличение вертикального размера гипофиза до 1,2 см, мамиллопонтинного расстояния до 3,2 мм (А), межножкового угла до $24,1^\circ$ (Б), понтomezенцефального угла до $46,7^\circ$ (Б). На изображении (Г) угол, образованный веней Галена и прямым синусом, равен $34,7^\circ$, что ниже его нормальных значений

Fig. 2. Patient K., 36 years old. MRI of the brain in the mode T_1+C (A), (B), (Г) in the sagittal projection and T_2 in the axial projection (B). There is a flattening of the ventral surface of the pons Varolii, an increase in the vertical size of the pituitary gland to 1.2 cm, the mamillopontine distance to 3.2 mm (A), the inter-leg angle to 24.1° (B), the pontomesencephalic angle to 46.7° (B). In the image (Г), the angle formed by the vein of Galen and the sinus rectus is 34.7° , which is lower than its normal values

внутричерепном давлении не является корректным. При уменьшении объема ликвора головной мозг «провисает» в полости черепа, что вызывает сдавление нервов, иннервирующих мозговые оболочки (менингеальные ветви тройничного и блуждающего нервов, верхние шейные спинномозговые нервы), и вен варолиева моста, что приводит к головным болям. В вертикальном положении тела — напряжение на мозговые оболочки увеличивается по сравнению с положением лежа и, соответственно, усиливается головная боль [10].

Магнитно-резонансная томография является «золотым стандартом» в лучевой диагностике ВГ — наиболее часто встречающимся и типичным симптомом считают диффузное пахименингеальное (дуральное) контрастное усиление без лептоменингеального вовлечения. Этот признак почти всегда сопровождается расширением синусов и вен

твёрдой мозговой оболочки [7]. Утолщение мозговых оболочек, визуализируемое на МРТ в результате снижения объема ликвора, может объяснить теория Монро—Келли, согласно которой объём вещества мозга, включая артериальный и венозный, а также объём ликвора в полости черепа постоянны в единицу времени. При изменении объема одного из перечисленных компонентов, в частности, ликвора, происходят компенсаторные изменения в остальных (происходит расширение мозговых оболочек и сосудов). Уменьшение объёма ликвора компенсируется увеличением внутричерепного сосудистого объёма, в большей степени в венозной системе (вследствие более низкого давления и большей внутричерепной венозной ёмкости), что является одной из причин ортостатической головной боли [1, 6, 11]. Также часто встречаются субдуральные гигромы — причиной этих скоплений

жидкости является транссудация плазмы из расширенных вен ТМО, которая скапливается в слое «дуральных пограничных клеток», состоящих из рыхло расположенных фибробластов с крупными межклеточными пространствами, бедных коллагеновыми волокнами и содержащими тонкие кровеносные сосуды, на границе твердой и паутинной мозговых оболочек. Иногда в этих гигромах отмечается примесь крови, ещё реже — формируются субдуральные гематомы [11].

Описанные выше симптомы встречаются часто, но не всегда. Вместе с этим существует комплекс других проявлений, также указывающих на ВГ. В зарубежной литературе их принято разделять на качественные (выражающиеся нечисловыми значениями, определяющие наличие и выраженность признака на серии МРТ-изображений) и количественные (выраженные в числовой форме) [7]. И те, и другие важны для правильной постановки диагноза. Наиболее часто встречающиеся качественные МР-признаки:

- утолщение оболочек головного и спинного мозга;
- увеличение вертикального размера гипофиза [7];
- сужение желудочковой системы, в частности, шелевидный третий желудочек, часто деформированный за счёт уменьшения объёма ликвора;
- пролабирование миндалин мозжечка в большое затылочное отверстие [9];
- уплощение вентральной поверхности варолиевого моста [12].

Также в зарубежной литературе нами были найдены гораздо реже встречающиеся признаки, такие как уменьшение количества ликвора в субарахноидальном пространстве зрительных нервов и дилатация нижнего межпещеристого синуса [13, 14].

К количественным МРТ-признакам ВГ относят:

- мамиллопонтинное расстояние менее 5,5 мм;
- понтomezенцефальный угол не более 50° [12];
- уменьшение угла, образованного веной Галена и прямым синусом, при ВГ его значения варьируют в диапазоне $40,7^\circ \pm 12,8^\circ$ [15];
- межжировой угол менее $40,5^\circ$, измеряется в аксиальной плоскости на уровне или непосредственно ниже уровня сосцевидных тел (достаточно новый количественный признак, но обладающий высокой чувствительностью и специфичностью 80 % и 96,7 % соответственно) [16].

Помимо МРТ головного мозга, для диагностики ВГ могут применяться МРТ позвоночника, МРТ-миелография или использоваться данные радионуклидной цистернографии, благодаря им можно обнаружить дефект ТМО, через который происходит утечка ликвора, если при клиническом осмотре не выявлено ринореи или оторреи.

При анализе в динамике данных МРТ головного мозга у пациентов с ранее выявленным синдромом ВГ как правило происходит регресс

МРТ-проявлений — в первую очередь регрессирует дислокация миндалин мозжечка, затем уменьшаются субдуральные гигромы, наиболее стойким изменением является пахименингеальное контрастное усиление (сохраняется от 1 мес до 1 г) [6].

Schievink I. W. et al признают, что на сегодняшний день для постановки диагноза ВГ достаточно сочетания клинических и МРТ-признаков этого синдрома, без необходимости проведения инвазивных манипуляций [17, 18]. В представленном клиническом наблюдении были визуализированы вышеописанные качественные (рис. 1) и количественные МРТ-признаки ВГ (рис. 2), и на основании клинко-рентгенологических данных был установлен диагноз синдрома внутричерепной гипотензии. Это позволило избежать дальнейших инвазивных диагностических процедур, ограничить двигательную активность пациента, сориентировать на соблюдение постельного режима, провести инфузионную терапию и, как следствие, нивелировать клинические проявления ВГ в течение 7 дней.

Заключение

Таким образом, магнитно-резонансная томография головного мозга занимает важнейшее место в диагностике внутричерепной гипотензии, позволяет выявить характерные признаки патологического процесса и, соответственно, определиться с дальнейшей тактикой лечения.

Список литературы / References

1. Christoforidis GA, Mehta BA, Landi JL, et al. Spontaneous intracranial hypotension report of four cases and review of the literature. *Neuroradiology*. 1998 Oct;40(10):636-43. DOI: 10.1007/s002340050655.
2. Mokri B, Piegras DG, Miller MG. Syndrome of orthostatic headaches and diffuse pachymeningeal gadolinium enhancement. *Mayo Clin Proc*. 1997;72(5):400-13. DOI: 10.4065/72.5.400.
3. Mokri B. Spontaneous cerebrospinal fluid leaks: from intracranial hypotension to cerebrospinal fluid hypovolemia – evolution of a concept. *Mayo Clin Proc*. 1999;74(11):1113-23. DOI: 10.4065/74.11.1113.
4. Bai J, Yokoyama K, Kinuya S, et al. Radionuclide cisternography in intracranial hypotension syndrome. *Ann Nucl Med*. 2002;16(1):75-8. DOI: 10.1007/BF02995297.
5. Schievink WI, Gordon OK, Tourje J. Connective tissue disorders with spontaneous spinal cerebrospinal fluid leaks and intracranial hypotension: a prospective study. *Neurosurgery*. 2004;54(1):65-70; Discussion 70-1. DOI: 10.1227/01.neu.0000097200.18478.7b.
6. Spelle L, Boulin A, Tainturier C, et al. Neuroimaging features of spontaneous intracranial hypotension. *Neuroradiology*. 2001;43(8):622-7. DOI: 10.1007/s002340000529.
7. Dobrocky T, Grunder L, Breiding PS, et al. Assessing spinal cerebrospinal fluid leaks in spontaneous intracranial hypotension with a scoring system based on brain magnetic resonance imaging findings. *JAMA Neurol*. 2019;76(5):580-7. DOI: 10.1001/jamaneurol.2018.4921.
8. Pannullo SC, Reich JB, Krol G, et al. MRI changes in intracranial hypotension. *Neurology*. 1993;43(5):919-26. DOI: 10.1212/wnl.43.5.919.
9. Schapira A, Rowland L. Clinical cases in neurology. Oxford. 2001. P. 77-88. DOI: 10.1002/mus.10009.

10. Horton JC, Fishman RA. Neurovisual findings in the syndrome of spontaneous intracranial hypotension from dural cerebrospinal fluid leak. *Ophthalmology*. 1994 Feb;101(2):244-51. DOI: 10.1016/S0161-6420(94)31340-6.
11. Tosaka M, Sato N, Fujimaki H, et al. Diffuse pachymeningeal hyperintensity and subdural effusion/hematoma detected by fluid-attenuated inversion recovery MR imaging in patients with spontaneous intracranial hypotension. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008 Jun;29(6):1164-70. DOI: 10.3174/ajnr.A1041.
12. Argyropoulou P, Kapsas G, Mavraki E, et al. Intracranial hypotension syndrome: spectrum of imaging findings and indicators of poor prognosis. In: Educational Exhibit. ECR 2015/C-0720. DOI: 10.1594/ecr2015/C-0720.
13. Alcaide-Leon P, López-Rueda A, Coblenz A, et al. Prominent inferior intercavernous sinus on sagittal T₁-weighted images: a sign of intracranial hypotension. *Am J Roentgenol*. 2016 Apr;206(4):817-22. DOI: 10.2214/AJR.15.14872.
14. Rohr A, Jensen U, Riedel C, et al. MR imaging of the optic nerve sheath in patients with craniocervical hypotension. *Am J Roentgenol*. 2010;31(9):1752-7. DOI: 10.3174/ajnr.A2120.
15. Savoiardo M, Minati L, Farina L, et al. Spontaneous intracranial hypotension with deep brain swelling. *Brain*. 2007;130 (Pt):1884-93. DOI: 10.1093/brain/awm101.
16. Wang DJ, Pandey SK, Lee DH, et al. The interpeduncular angle: a practical and objective marker for the detection and diagnosis of intracranial hypotension on brain MRI. *Am J Neuroradiol*. 2019 Aug;40(8):1299-303. DOI: 10.3174/ajnr.A6120.
17. Watanabe A, Horikoshi T, Uchida M, et al. *Am J Neuroradiol*. 2009 Jan;30(1):147-51. DOI: 10.3174/ajnr.A1277.
18. Schievink WI. Spontaneous spinal cerebrospinal fluid leaks and intracranial hypotension. *JAMA*. 2006;295(19):2286-96. DOI:10.1001/jama.295.19.2286.

Вклад авторов

А.Н. Федотов: написание текста статьи, обзор публикаций по теме статьи.

Д.В. Сашин: научное редактирование статьи.

А.И. Пронин: научное редактирование статьи.

А.А. Семенова: научное редактирование статьи.

Е.А. Кобякова: научное редактирование статьи.

Н.В. Гаранина: подготовка иллюстративного материала, проведение диагностического исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Сведения об авторах

Федотов Алексей Николаевич — клинический ординатор, кафедра рентгенологии и радиологии.

Сашин Денис Вячеславович — врач-рентгенолог, научный сотрудник рентгенодиагностического отделения.

Пронин Артем Игоревич — кандидат медицинских наук, врач-радиолог, заведующий отделением позитронной эмиссионной томографии.

Семенова Анастасия Александровна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения химиотерапии гемобластозов.

Кобякова Екатерина Алексеевна — главный врач НИИ КиЭР, научный сотрудник рентгенодиагностического отделения.

Гаранина Наталья Валерьевна — врач-рентгенолог.

CLINICAL CASES

MRI Diagnostics of Intracranial hypotension Syndrome on the Example of Clinical Observation

A.N. Fedotov¹, D.V. Sashin², A.I. Pronin², A.A. Semenova², E.A. Kobyakova², N.V. Garanina²

¹ Russian Medical Academy of Postgraduate Education; Build.1, 2/1 Barrikadnaya St., Moscow, Russia 125993;

² N.N. Blokhin National Medical Research Center of Oncology; 24 Kashirskoye Highway, Moscow, Russia 115478.

Abstract

Intracranial hypotension is a clinical and radiological syndrome, manifested by a decrease in the volume or pressure of the cerebrospinal fluid caused by various reasons, one of the main clinical manifestations of which are orthostatic headaches. The gold standard in the radiation diagnosis of this condition is magnetic resonance imaging (MRI). Increasing the awareness of radiologists about this pathology, its manifestations on MRI, will allow more often to diagnose this syndrome and choose the tactics of further treatment. This publication presents its own clinical observation — a patient with intracranial hypotension syndrome, on his example, MR and clinical manifestations are considered, and some data on the etiology and pathogenetic mechanisms of the described pathological process are also given.

Key words: intracranial hypotension syndrome, magnetic resonance imaging (MRI), diagnostic, orthostatic headache

For citation: Fedotov AN, Sashin DV, Pronin AI, Semenova AA, Kobyakova EA, Garanina NV. MRI Diagnostics of Intracranial hypotension Syndrome on the Example of Clinical Observation. *Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2021;4(3):88-93. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-88-93

Information about the authors:

Fedotov A.N. <http://orcid.org/0000-0001-6327-3258>

Pronin A.I. <http://orcid.org/0000-0003-1632-351X>

Kobyakova E.A. <http://orcid.org/0000-0001-8347-1243>

Sashin D.V. <http://orcid.org/0000-0003-0431-2610>

Semenova A.A. <http://orcid.org/0000-0003-4951-3053>

Garanina N.V. <http://orcid.org/0000-0002-3036-2753>

СЛОЖНОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ ГЮРТЛЕ-КЛЕТОЧНОЙ ОПУХОЛИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Т.Ю. Данзанова^{1,2}, Е.А. Гудилина¹, А.А. Калинина¹, П.И. Лепэдату¹, Г.Т. Синюкова¹

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

² Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Минздрава России; Россия, 117997 Москва, ул. Островитянова, д. 1.

Контакты: Гудилина Елена Анатольевна goodilinaea@gmail.com

Реферат

Цель: Оценка возможностей ультразвукового метода в диагностике редкой Гюртле-клеточной опухоли щитовидной железы (ЩЖ) на примере клинического случая пациента со злокачественными новообразованиями самостоятельных первично-множественных локализаций в сравнении с другими методами исследования.

Материал и методы: Комплексное изучение материалов истории болезни, результатов клинических, лабораторных, инструментальных, морфологических методов исследования и сравнение их с диагностическими случаями из литературных источников.

Результаты: Несмотря на проведение полного комплексного обследования пациента — УЗИ, МРТ, ПЭТ/КТ, пункционная биопсия под контролем УЗИ, поставить правильный диагноз до операции так и не удалось. Свою роль сыграло наличие в анамнезе пациента других злокачественных заболеваний, наличие измененных паратрахеальных узлов в той же зоне, редкая встречаемость Гюртле-опухоли ЩЖ.

Заключение: Гюртле-клеточные опухоли ЩЖ являются редкими заболеваниями, но его всегда необходимо учитывать в диагностическом поиске, так как даже доброкачественные Гюртле-опухоли имеют высокий риск малигнизации и распространения отдаленных метастазов.

Ключевые слова: Гюртле-клетки, опухоль щитовидной железы, лимфатический узел, лимфома, ультразвуковая диагностика

Для цитирования: Данзанова Т.Ю., Гудилина Е.А., Калинина А.А., Лепэдату П.И., Синюкова Г.Т. Сложности дифференциальной диагностики Гюртле-клеточной опухоли щитовидной железы. Онкологический журнал: лучевая диагностика, лучевая терапия. 2021;4(3):94–100.

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-94-100

Введение

Гюртле-клеточные опухоли — это одна из редких форм рака щитовидной железы (ЩЖ). На них приходится лишь 5 % всех форм узловых образований ЩЖ, из которых 2 % имеют злокачественную природу. Гюртле-клеточный рак — заболевание с агрессивным течением, но с хорошим прогнозом выживаемости в случае раннего выявления и эффективного лечения в виде тиреоидэктомии.

Гюртле-клеточные опухоли формируются из В-клеток ЩЖ. Избыточная активность клеток Гюртле под воздействием различных эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) неблагоприятных факторов провоцирует их повышенную способность к делению как у опухолей. За это они и получили название онкоцитов. В-клетки ЩЖ (фолликулярные клетки) располагаются в центре фолликулов, среди А-клеток или между фолликулами. Фолликулярные клетки имеют несколько названий: клетки Ашкенази, Гюртле, Ашкенази-Гюртле, онкоциты, оксифильные клетки. Свое название они получили в честь открывшего их

в XIX веке ученого Ашкенази и подробно их изучившего ученого Карла Гюртле. Роль В-клеток при патологии ЩЖ до конца не изучена. Клетки Гюртле характеризуются наличием обильной эозинофильной зернистости цитоплазмы, в которой содержится большое количество митохондрий. Данные клетки не закладываются от рождения, а появляются с началом полового созревания в небольшом количестве в результате трансформации железистых клеток. Число их постепенно увеличивается и достигает максимума после 50 лет [1]. Появление оксифильных клеток рассматривают как феномен метаплазии, возникающий при хроническом воспалении (тиреоидит) или в результате изменений митохондриальной или ядерной ДНК, приводящих к накоплению дефектных митохондрий со сниженной функцией [2, 3].

Онкоциты могут встречаться в любых опухолях ЩЖ. Если они преобладают и составляют более 75 % опухолевых клеток, то такие новообразования относят к онкоцитомам, которые могут быть доброкачественными (онкоцитарная аденома) или злокачественными (онкоцитарный рак)

[4]. Точная причина развития Гюртле-клеточного рака щитовидной железы неизвестна, хотя исследователи связывают это заболевание с генетическими нарушениями, в том числе и с процессом старения, а также с воздействием облучения [1, 2].

Долгое время Гюртле-клеточные опухоли относили к фолликулярным опухолям, так как течение заболеваний очень похоже, и фолликулярные клетки являются предшественниками онкоцитарных клеток. Однако с 2017 г. принята новая классификация ВОЗ, в которой Гюртле-клеточные опухоли выдели в отдельную группу: Гюртле-клеточная аденома и Гюртле-клеточная карцинома. Ранее эти виды были классифицированы как онкоцитарный вариант фолликулярной аденомы и карциномы. В отдельную группу данные опухоли выделены вследствие наличия специфических морфологических характеристик и особенностей прогноза [5]. Кроме того, средне-статистический возраст пациента с таким диагнозом будет на 10 лет выше, нежели у больных с фолликулярным видом карциномы. Гюртле-клеточные карциномы, в отличие от фолликулярного рака, чаще дают отдаленные метастазы (в легкие, в кости), чем в регионарные лимфатические узлы. Помимо этого, Гюртле-клеточная форма злокачественной онкологии в большинстве своем диагностируется у пожилых пациентов и во врачебной практике считается весьма опасной формой. Пациенты моложе 45 лет при должном лечении могут рассчитывать на успешное лечение [6].

Факторами риска возникновения Гюртле-клеточного рака щитовидной железы могут быть женский пол, пожилой возраст, лучевая терапия в области головы или шеи (стимулирует деление клеток) [1, 2].

Проявления Гюртле-клеточного рака могут включать: быстрорастущую опухоль на шее, сразу под кадыком (самый частый клинический признак этой формы рака), боль в области шеи или горле, которая иногда распространяется в уши, охриплость или другие изменения голоса, одышка, затруднение глотания, продолжительный кашель без каких-либо респираторных заболеваний. Все эти признаки могут встречаться как при злокачественных, так и при доброкачественных заболеваниях щитовидной железы, а могут и совсем отсутствовать [2].

Общепринятые дифференциально-диагностические признаки цитогрaмм при онкоцитарно-клеточном раке и онкоцитарно-клеточной аденоме ЩЖ недостаточны для классификации опухоли на злокачественную и доброкачественную формы. Это связано с совпадением значительного числа качественных признаков атипии клеток Гюртле при обоих заболеваниях. Главным

дифференциально-диагностическим признаком отличия онкоцитарного рака от аденомы является инвазия в капсулу (минимальная инвазия) или в окружающую ткань ЩЖ (обширная инвазия), а также сосудистая инвазия. Поэтому различие между аденомой и карциномой, как правило, может быть окончательно установлено только при гистологическом исследовании резецированного образца [1, 4].

Карциномы Гюртле ведут себя достаточно агрессивно. Пациенты с этой разновидностью патологии находятся в зоне высокого риска рецидива и метастазов. Опухоли чаще всего не накапливают радиоактивный йод, тем самым исключая диагностические и терапевтические преимущества, которые свойственны папиллярному и фолликулярному раку ЩЖ.

Большинство хирургов принимают только радикальный подход к лечению этих опухолей. Пациенты с диагнозом опухоли Гюртле, как правило, переживают иссечение перешейка ЩЖ. Полученные срезы удаленных новообразований отправляют на гистологическое исследование с целью выявления выраженной инвазии в сосуды и лимфатические русла, а также в капсулы узлов и самой ЩЖ. Если по результатам гистологии подтверждается злокачественный характер опухоли, хирургическое вмешательство повторяется, на этот раз — с целью тиреоидэктомии. При наличии опухолей размерами более 5 см или при появлении активных лимфатических метастазов в области шеи проводится общая тиреоидэктомия в сочетании с удалением пораженных лимфатических узлов во время начальной операции. Лучевая терапия и химиотерапия также могут быть применены для лечения метастатического заболевания [3].

Клинический случай

Пациент Р., мужчина 69 лет, находился на лечении в НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина с диагнозом: злокачественное новообразование самостоятельных (первичных) множественных локализаций: 1) Центральный рак нижней доли левого легкого, метастатическое поражение лимфатических узлов (ЛУ) аортального окна, $pT_3N_2M_0$. Комбинированное лечение в 2014 г. (пневмонэктомия слева + 4 курса адъювантной полихимиотерапии (ПХТ)). Прогрессирование с 06.2015 г.: метастазы в правое легкое. Состояние после ПХТ 1-й линии. Прогрессирование с 03.2016 г.: рост очагов в легких. Состояние после иммунотерапии (ИТ) 2-й линии. Прогрессирование с 03.2018 г. — рост ЛУ паратрахеальной группы. Состояние после курса дистанционной лучевой терапии (ДЛТ) на область паратрахеальной группы ЛУ. 2) Рак толстой кишки *in situ* (в полипе).

В феврале 2014 г. при плановой рентгеновской компьютерной томографии (РКТ) по поводу контроля прохождения лечения рака левого легкого обнаружено увеличение в размерах ЩЖ. Выполнена пункционная тонкоигольная биопсия, получено цитологическое заключение: клетки тиреоидного эпителия (тиреоидит?). Пациент оставлен под наблюдением, клинических симптомов не было.

13.03.2017 в связи с жалобами пациента на затрудненное дыхание и наличие объемного образования на шее проведено радиоизотопное исследование ЩЖ: в проекции щитовидной железы определяется массивное многоузловое объемное образование с признаками распространения за грудину, с нечеткими контурами и низкими включениями радиофармпрепарата.

Так как ранее было выявлено еще и увеличение ЛУ паратрахеальной группы, пациенту был проведен курс ДЛТ на пораженные ЛУ паратрахеальной группы. При дальнейшем наблюдении по данным РКТ от 08.06.2018 и от 01.11.2018 отмечается уменьшение размеров ЛУ паратрахеальной группы, но образование ЩЖ остается без динамики, размерами до 9,0×8,5 см. Так как лечение в отношении образования в ЩЖ оказалось неэффективным, больной 17.06.2019 поступил в НМИЦ онкологии им. И.М. Блохина в хирургическое отделение №11 отдела опухолей головы и шеи. При обследовании: ультразвуковое исследование ЩЖ от 20.02.2019: в правой доле ЩЖ визуализируется узловое образование солидной структуры, распространяющееся за капсулу ЩЖ, уходящее за грудину, общим размером до 9,5×9,0 см, с активным кровотоком — образование ЩЖ вероятнее, злокачественное (рис. 1, 2).

МРТ от 23.01.2019 — опухоль ЩЖ увеличилась в размерах с 9,0×8,6 см до 10,0×9,1 см, капсула не изменена (рис. 3).

08.02.2019 выполнена пункционная тонкоигольная биопсия ЩЖ под контролем УЗИ, цитологическое заключение — найденные изменения соответствуют гиперплазии тиреоидного эпителия с онкоцитарной метаплазией, возможна фолликулярная опухоль. По итогам обследования больному поставлен диагноз рак щитовидной железы T₃N₀M₀, показано хирургическое лечение в объеме тиреоидэктомии с центральной лимфодиссекцией. Позитронно-эмиссионная томография с РКТ (ПЭТ/КТ) подтвердила наличие активной специфической ткани в паратрахеальных ЛУ и в кистозно-солидной трансформации щитовидной железы. Пациенту проведена тиреоидэктомия. Гистологическое заключение: Гюртле-клеточная аденома (онкоцитарная аденома) щитовидной железы. Элементов злокачественного роста не обнаружено.

Обсуждение

В современных условиях, несмотря на наличие в арсенале высокоинформативных инструментальных методов исследования, диагноз опухоли Гюртле ЩЖ крайне сложно поставить, хотя применяют стандартные методики: УЗИ, скintiграфию, РКТ, ПЭТ/КТ, МРТ, тонкоигольную аспирационную пункционную биопсию, гистологическое исследование.

УЗИ ЩЖ позволяет установить размеры железы, а также выявить наличие узловых образований, их локализацию и величину. Основные ультразвуковые признаки по классификации TI-RADS, чаще всего определяющие злокачественность образования, это: гипоехогенная структура, наличие микрокальцинатов, вертикальная направленность, гиперваскуляризация [7]. РКТ и МРТ проводят в случае неинформативности УЗИ при атипичном загрудинном расположении ЩЖ, для определения распространенности процесса. Тонкоигольная аспирационная пункционная биопсия под контролем УЗИ с применением световых и цитохимических методов исследования для установления цитологического диагноза не позволяет различать клетки аденомы и карциномы Гюртле, потому что эти различия зависят от демонстрации капсульной и/или сосудистой инвазии гистопатологического исследования. Только тщательное гистологическое исследование биопсийного или послеоперационного материала дает возможность поставить диагноз рака Гюртле ЩЖ [1].

Были значительные споры в литературе о сфере распространения злокачественного новообразования Гюртле. Некоторые авторы упоминают, что более 80 % из этих поражений являются доброкачественными (особенно при аденоматозных узлах из клеток Гюртле), в то время как другие считали, что все новообразования клеток Гюртле являются злокачественными. Первоначальные исследования на опухолях клеток Гюртле показали, что повреждения, которые были изначально диагностированы как доброкачественные, имели злокачественную тенденцию, также и наоборот. На протяжении многих лет, несмотря на последующие тщательные исследования и усовершенствование критериев малигнизации инкапсулированных новообразований ЩЖ, таких как капсульная и/или сосудистая инвазии, а также введение молекулярных методов, которые позволяют выявлять онкоцитарные фолликулярные варианты папиллярного рака, было четко установлено, что существуют новообразования из клеток Гюртле, которые имеют как доброкачественную, так и злокачественную природу. Эта ассоциация привела к предположению, что новообразования из клеток Гюртле могут вести себя

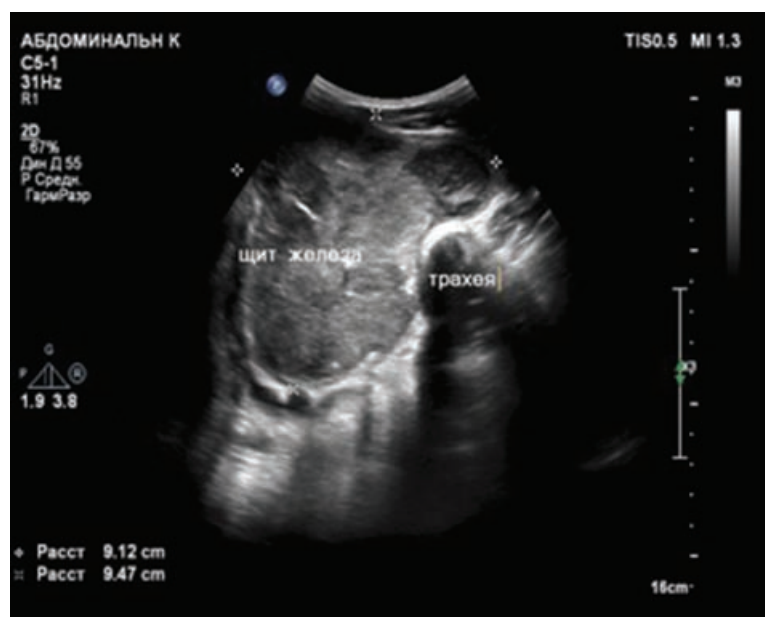


Рис. 1. Узловое образование правой доли ЩЖ, пациент Р., 69 лет. В-режим

Fig. 1. Nodular formation of the right lobe of the thyroid gland, patient R., 69 years old. B-mode

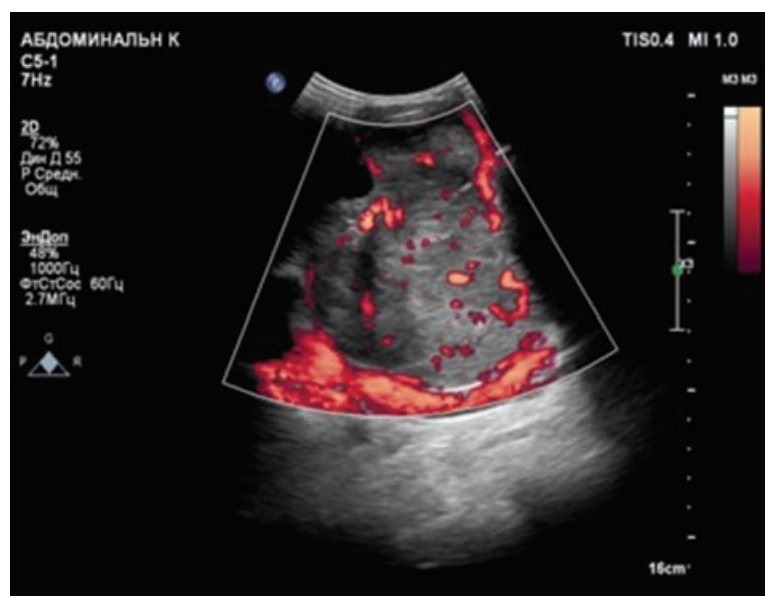


Рис. 2. Узловое образование правой доли ЩЖ, пациент Р., 69 лет. Режим цветового доплеровского картирования

Fig. 2. Nodular formation of the right lobe of the thyroid gland, patient R., 69 years old. Mode of color Doppler mapping

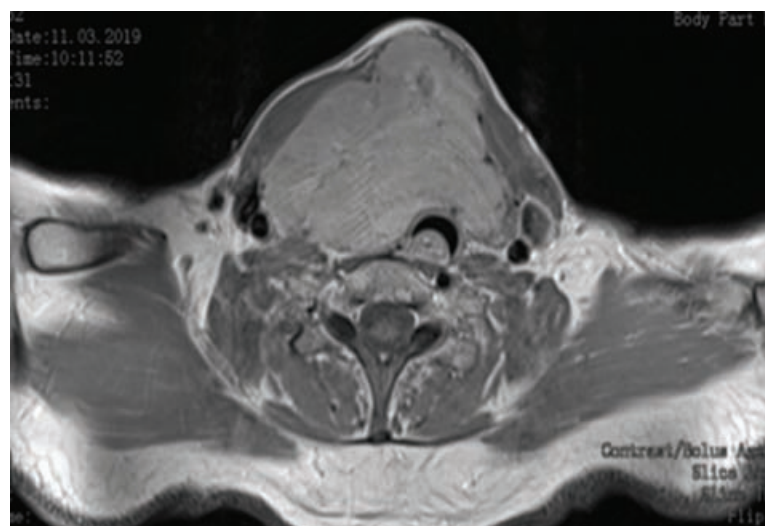


Рис. 3. Образование щитовидной железы, пациент Р., 69 лет

Fig. 3. Thyroid formation, patient R., 69 years old



Рис. 4. Злокачественная лимфома верхнего средостения с распространением в паренхиму щитовидной железы.

Гистологически — лимфома крупноклеточная В-клеточная [8]

Fig. 4. Malignant lymphoma of the upper mediastinum with spreading to the parenchyma of the thyroid gland. Gistol. — large-cell B-cell lymphoma [8]

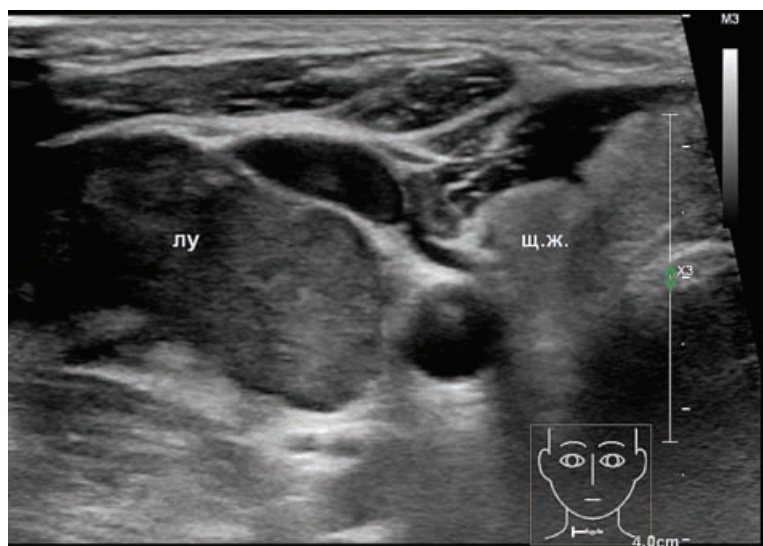


Рис. 5. Лимфопролиферативное поражение лимфатического узла в надключичной области справа, В-режим

Fig. 5. Lymphoproliferative lesion of the lymph node in the supraclavicular region on the right, B-mode

аналогично низкодифференцированному папиллярному и фолликулярному раку, то есть они могут превращаться в полноценные злокачественные новообразования. Частота таких случаев неизвестна, и трансформация чаще наблюдается в периоды рецидивирования и метастазирования, чем в первичных опухолях [2].

На этапе первичной диагностики при УЗИ ЩЖ выявленное одиночное узловое образование приходится дифференцировать также с измененными ЛУ, которые могут тесно прилежать и даже прорасти в паренхиму ЩЖ (рис. 4).

Для злокачественных лимфом отличительными признаками являются разнообразие форм узлов, их множественность (более 5 в большинстве случаев) и наличие жидкостных включений в структуру опухоли [8].

По данным НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, информативность мультипараметрического ультразвукового исследования не уступает

другим методам лучевой визуализации в постановке диагноза лимфопролиферативного заболевания. Показатели информативности для мультипараметрического ультразвукового исследования: чувствительность 95,4 %, специфичность 91,7 %; для РКТ — чувствительность 93,0 %, специфичность 100,0 %; для ПЭТ/КТ — чувствительность 97,3 %, специфичность 100,0 %; для МРТ — чувствительность 87,5 %, специфичность 100,0 % [9]. При ультразвуковом исследовании измененных периферических ЛУ в В-режиме и при цветовом доплеровском картировании выявлено, что для лимфопролиферативного процесса характерна множественность поражения периферических ЛУ с преимущественным вовлечением надключичных областей (рис. 5).

Также ЛУ при лимфомах обладают округлой или неправильной формой с диффузным линейным усилением кровотока [10].

Заключение

Гюртле-клеточные опухоли являются редким заболеванием, но его возможность всегда необходимо учитывать в диагностическом поиске, особенно если визуализируется одиночное узловое образование ЩЖ больших размеров, распространенное за грудину. Доброкачественные Гюртле-опухоли имеют высокий риск малигнизации и распространения отдаленных метастазов. И, как представлено на примере, никакие виды диагностики не позволили точно определить природу опухоли. Поэтому таким пациентам показано своевременное хирургическое лечение. Единственным эффективным методом диагностики Гюртле-клеточных опухолей щитовидной железы является гистологическое исследование после оперативного лечения.

Список литературы / References

1. Straccia P. Hurthle cell in thyroid diseases. *Histology, Cytology and Embryology*. 2017;1(4):1-3. DOI: 10.15761/HCE.1000119.
2. Козыкенова ЖУ, Жетписбаев БА, Токтабаева БЖ и др. Онкоцитарный вариант фолликулярных опухолей щитовидной железы (обзор литературы). *Medicine (Almaty)*. 2016;11(173):60-4. [Kozykenova ZhU, Zhetpisbaev BA, Toktabaeva BZh, et al. Oncocytic variant of thyroid follicular tumors (literature review). *Medicine (Almaty)*. 2016;11(173):60-4. (In Russian)].
3. Северская НВ, Ильин АА, Чеботарева ИВ и др. Оксифильноклеточные опухоли щитовидной железы. Проблемы эндокринологии. 2008;54(4):21-7. [Severskaya NV, Ilyin AA, Chebotareva IV, et al. Oxyphil-cell tumors of the thyroid. *Problems of Endocrinology*. 2008;54(4):21-7. (In Russian)]. DOI:10.14341/probl20085442127.
4. Asa SL. My approach to oncocytic tumours of the thyroid. *J Clinical Pathol*. 2004;57(3):225-32. DOI: 10.1136/jcp.2003.008474.
5. Понкина ОН. Классификация опухолей щитовидной железы (ВОЗ, 2017): Акцент на прогноз. *Инновационная медицина Кубани*. 2017;8(4):53-9. [Ponkina ON. Classification for Thyroid Gland Tumors (WHO, 2017): Attention to Prognostic Factors. *Innovative Medicine of Kuban*. 2017;8(4):53-9. (In Russian)].
6. Абросимов АЮ. Новая международная гистологическая классификация опухолей щитовидной железы. *Архив патологии*. 2018;80(1):37-45. [Abrosimov AYU. The new international histological classification of thyroid tumors. *Archive of Pathology*. 2018;80(1):37-45. (In Russian)]. DOI: 10.17116/ptol201880137-45.
7. Фисенко ЕП, Сыч НВ, Заболотская НВ и др. Классификация TI-RADS в оценке степени злокачественности узлов щитовидной железы. Методическое пособие для врачей ультразвуковой диагностики. М.: ООО «Фирма СТРОМ», 2020. 56 с. [Fisenko EP, Sych NV, Zabolotskaya NV, et al. Classification of TI-RADS in assessing the degree of malignancy of thyroid nodules. *Methodical guide for doctors of ultrasound diagnostics*. Moscow. 2020. 56 p. (In Russian)].
8. Гудилина ЕА. Возможности ультразвуковой томографии и доплерографии в диагностике новообразований грудной стенки, плевры, легких, средостения. Дис. канд. мед. наук. М. 2003, 148 с. [Gudilina EA. Possibilities of ultrasound tomography and dopplerography in the diagnosis of neoplasms of the chest wall, pleura, lungs, mediastinum. PhD Med. Moscow. 2003. 148 p. (In Russian)].
9. Ковалева ЕВ, Данзанова ТЮ, Синюкова ГТ и др. Мультипараметрическая ультразвуковая диагностика измененных

лимфатических узлов при первично-множественных злокачественных опухолях, включающих рак молочной железы и лимфому. Злокачественные опухоли. 2018;8(4):37-44. [Kovaleva EV, Danzanova TYu, Sinyukova GT, et al. Multiparametric ultrasound diagnosis of metastatic and lymphoproliferative changes in lymph nodes in primary-multiple malignant tumors, including breast cancer and lymphoma. *Malignant Tumours*. 2018;8(4):37-44. (In Russian)]. DOI: 10.18027/2224-5057-2018-8-4-37-44.

10. Ковалева ЕВ, Данзанова ТЮ, Синюкова ГТ и др. Успешный опыт применения ультразвуковой эластографии в подходе к предварительной промежуточной оценке эффективности лечения больных лимфомой Ходжкина. *Онкогематология*. 2019;14(4):40-6. [Kovaleva EV, Danzanova TYu, Sinyukova GT, et al. Successful experience in the use of ultrasound elastography in the approach to preliminary intermediate assessment of the effectiveness of treatment of patients with Hodgkin's lymphoma. *Oncohematology*. 2019;14(4):40-6. (In Russian)]. DOI: 10.17650/1818-8346-2019-14-4-40-46.

Вклад авторов

Т.Ю. Данзанова: разработка дизайна исследования, редактирование текста, анализ полученных данных.

Е.А. Гудилина: написание текста рукописи, анализ полученных данных, перевод текста.

А.А. Калинина: написание текста рукописи, обзор публикаций по теме статьи.

П.И. Лепэдату: анализ полученных данных, редактирование текста.

Г.Т. Синюкова: редактирование текста, консультативная помощь.

Сведения об авторах

Данзанова Татьяна Юрьевна — доктор медицинских наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, доцент кафедры ультразвуковой диагностики факультета дополнительного профессионального образования ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, Scopus Author ID P57208257176, WOS Research ID L-6226-2013.

Гудилина Елена Анатольевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P57189469727, WOS Research ID B-8914-2019, SPIN-код 6595-9440.

Калинина Анна Андреевна — ординатор отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России.

Лепэдату Павел Иванович — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отделения ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P6507607271.

Синюкова Галина Тимофеевна — доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением ультразвуковой диагностики НИИ КиЭР ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина» Минздрава России, Scopus Author ID P57189470240.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. Not declared.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study had no sponsorship.

Информированное согласие. Пациент подписал информированное согласие на публикацию своих данных.

Informed consent. All patients signed informed consent to participate in the study.

CLINICAL CASES

Difficulties of Differential Diagnosis of Hurthle Cell Thyroid Tumor**T.Yu. Danzanova^{1,2}, E.A. Gudilina¹, A.A. Kalinina¹, P.I. Lepedatu¹, G.T. Sinyukova¹**

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

² N.I. Pirogov Russian National Research Medical University;
1 Ostrovityanov St., Moscow, Russia 117997.

Abstract

Purpose: Assessment of the capabilities of the ultrasound method in the diagnostics of a rare Hurthle-cell tumor of the thyroid gland on the example of a clinical case of a patient with malignant neoplasms of independent primary multiple localizations in comparison with other research methods.

Material and methods: A comprehensive study of materials from the history of the disease, the results of clinical, laboratory, instrumental, morphological research methods and their comparison with diagnostic cases from literature data.

Results: Despite the full comprehensive examination of the patient, including ultrasound, MRI, PET/CT, puncture biopsy under ultrasound control, it was not possible to make the correct diagnosis before the operation. The presence of other malignant diseases in the patient's history, the presence of altered paratracheal nodes in the same zone, and the rare occurrence of Hurthle thyroid tumors played a role.

Conclusions: Hurthle-thyroid cell tumors are a rare disease, but it must always be taken into account in the diagnostic search, since even benign Hurthle tumors have a high risk of malignancy and spreading of distant metastases.

Key words: *hurthle-cells, tumor of the thyroid gland, lymph node, lymphoma, ultrasound diagnostics*

For citation: Danzanova TYu, Gudilina EA, Kalinina AA, Lepedatu PI, Sinyukova GT. Difficulties of Differential Diagnosis of Hurthle Cell Thyroid Tumor. Journal of Oncology: Diagnostic Radiology and Radiotherapy. 2021;4(3):94-100. (In Russian).

DOI: 10.37174/2587-7593-2021-4-3-94-100

Information about the authors:

Gudilina E.A. <https://orcid.org/0000-0003-0653-3820>

Danzanova T.Yu. <https://orcid.org/0000-0002-6171-6796>

Sinyukova G.T. <https://orcid.org/0000-0002-5697-9268>

Lepedatu P.I. <https://orcid.org/0000-0001-7846-1788>



Макроциклический Кларискан

Гадотеровая кислота



Гадотеровая кислота + Опыт GE Healthcare = Макроциклический Кларискан

Доказанная диагностическая эффективность¹

По результатам 51 клинического исследования с участием 2867 пациентов и 9 пострегистрационных наблюдательных исследований².

Безопасность

Наиболее высокий показатель термодинамической и кинетической стабильности среди всех ГСКС^{2,3}.

Широкий спектр показаний

МРТ головного и спинного мозга, окружающих тканей (с 0 лет); МРТ всего тела (с 6 месяцев); МР-ангиография при поражениях и стенозах не коронарных артерий (с 18 лет)⁴.

Все этапы
производства
осуществля-
ются GE⁵

В РФ
зарегистри-
рован
с 2020 г.⁵

Опыт
применения
в мире —
3 года⁶



КРАТКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО МЕДИЦИНСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА КЛАРИСКАН. Регистрационный номер: ЛП-006111 от 21.02.2020. **МНН:** гадотеровая кислота. **Лекарственная форма:** раствор для внутривенного введения. **Показания к применению:** предназначен только для диагностических целей. Кларискан — это КС, используемое для повышения контрастности при проведении МРТ с целью улучшения визуализации/повышения четкости границ на изображении. Взрослые и дети (в возрасте 0—18 лет): заболевания головного мозга, спинного мозга и окружающих тканей, МРТ всего тела. Не рекомендуется использовать препарат для проведения МРТ всего тела у детей младше 6 мес. Только взрослые: поражения или стенозы не коронарных артерий (требующие проведения МР-ангиографии). **Противопоказания:** гиперчувствительность к гадотеровой кислоте, мегломину, любому вспомогательному веществу препарата или любым другим лекарственным препаратам, содержащим гадолиний. Не рекомендуется для проведения ангиографии у детей до 18 лет, в связи с недостаточными данными об эффективности и безопасности. **С осторожностью:** у пациентов с БА, аллергией, реакциями гиперчувствительности на КС в анамнезе; принимающих β -адреноблокаторы (в т.ч., с БА), т.к. они могут быть рефрактерными к стандартной терапии реакций гиперчувствительности β -агонистами; с тяжелой степенью почечной недостаточности (СКФ < 30 мл/мин/1,73 м²) и пациентов в периоперационный период пересадки печени только после тщательной оценки соотношения риск/польза и в случае того, если информация, полученная при проведении МРТ с контрастным усилением, имеет решающее диагностическое значение и недоступна при проведении МРТ без контрастирования; у пожилых пациентов, в частности у пациентов 65 лет и старше; при заболеваниях ЦНС, сопровождающихся снижением порога судорожной готовности. **Побочное действие:** нежелательные побочные реакции, связанные с использованием гадотеровой кислоты, обычно легкой или умеренной интенсивности и носят преходящий характер. Чаще всего наблюдались ощущение тепла, холода и/или боль в месте инъекции. В ходе проведения клинических исследований наблюдались головная боль и парестезии (очень часто: > 1/10), частыми реакциями были тошнота, рвота и кожные реакции, такие как эритематозная сыпь и зуд (часто: > 1/100 и < 1/10). Для ознакомления с полной версией данного раздела смотрите полную версию инструкции по медицинскому применению. **Держатель регистрационного удостоверения/производитель:** ДжиИ Хэлскеа АС, Норвегия. **Отпускается по рецепту врача.**

ССЫЛКИ. 1. Maravilla K.R. et al. AJNR Am J Neuroradiology 2017. 2. Guerbet LLC, Advisory Committee Briefing Document, 14th February 2013. 3. Tweedle M.F. et al. Applied Radiology (Suppl.): 1-11 2014. 4. Инструкция по медицинскому применению препарата Кларискан, Февраль 2020 г. 5. По данным государственного реестра лекарственных средств 2020 года. 6. По данным компании GE Healthcare 2020.

ООО «ДжиИ Хэлскеа Фарма»

123317 г. Москва, Пресненская наб., 10
Тел.: (495) 411 9806, факс: (495) 739 6932

gehealthcare.ru

ПРИМЕЧАНИЯ. Информация для работников здравоохранения. Перед назначением препарата ознакомьтесь с полной версией инструкции по медицинскому применению. ГСКС — гадолиний-содержащее контрастное средство; МРТИ — магнитно-резонансная (томография); МНН — международное непатентованное или группировочное наименование; КС — контрастное средство; БА — бронхиальная астма; ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания; СКФ — скорость клубочковой фильтрации; ЦНС — центральная нервная система.

© Компания General Electric, 2020. На правах рекламы. JB00055RU