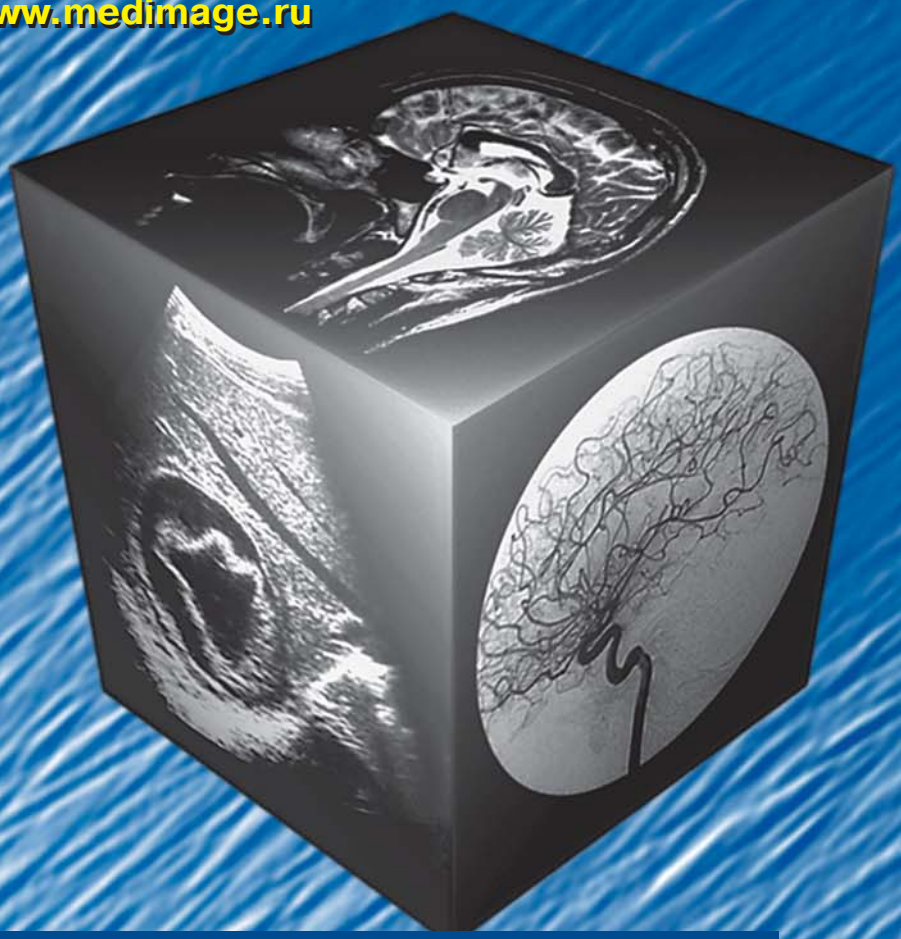
ISSN 1607-0763 (Print)
ISSN 2408-9516 (Online)

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Medical Visualization

Том 25 №2
Vol 25 N2
2021

www.vidar.ru
www.medvis.vidar.ru
www.medimage.ru



- Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19
- КТ-семиотика травматических и нетравматических повреждений селезенки
- Методика оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя методом MP-ASL-перфузии
- Мультипараметрическая МРТ и комбинированная биопсия предстательной железы: возможности, преимущества и недостатки

ВИДАР

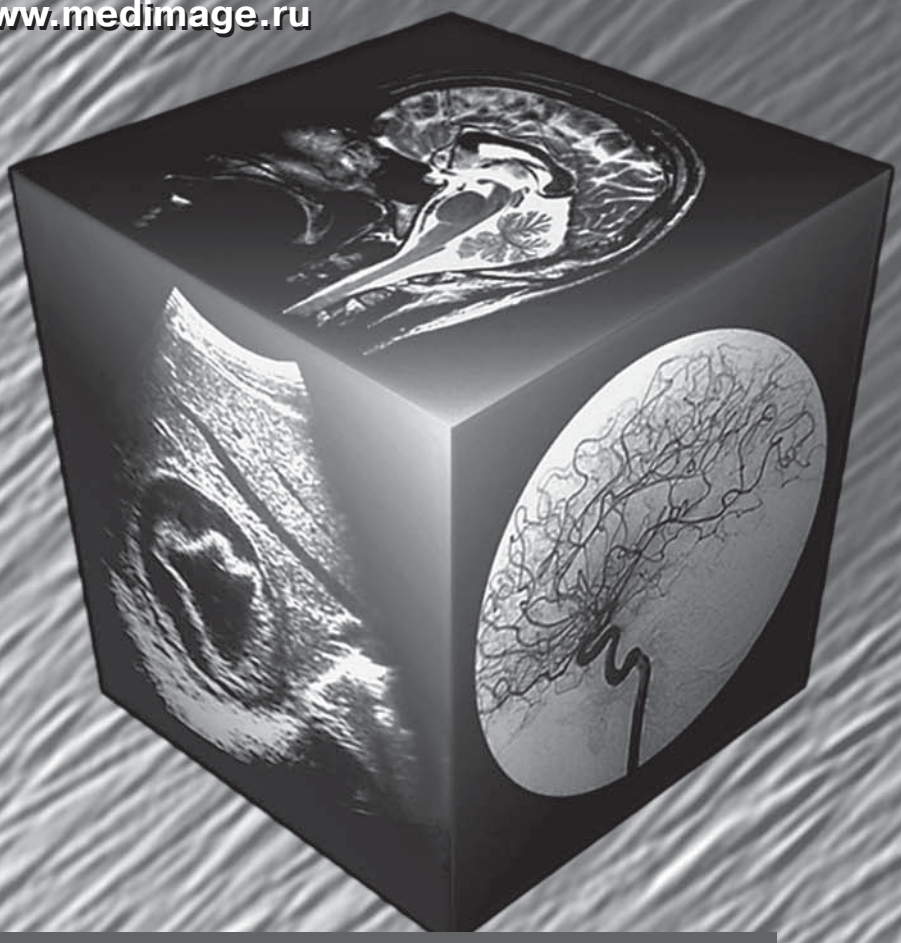
ISSN 1607-0763 (Print)
ISSN 2408-9516 (Online)

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Medical Visualization

Том 25 №2
Vol 25 N2
2021

www.vidar.ru
www.medvis.vidar.ru
www.medimage.ru



- Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19
- КТ-семиотика травматических и нетравматических повреждений селезенки
- Методика оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя методом MP-ASL-перфузии
- Мультипараметрическая МРТ и комбинированная биопсия предстательной железы: возможности, преимущества и недостатки

ВИДАР

DOI: 10.24835

ISSN 1607-0763 (Print)
ISSN 2408-9516 (Online)

МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

Medical Visualization

Meditsinskaya vizualizatsiya

2021 Том 25 №2

Научно-практический журнал. Основан в 1997 г.
Выходит 4 раза в год

Официальный печатный орган **Российского общества рентгенологов и радиологов** (129344, Москва, ул. Верхоянская, д. 18, корп. 2)
Общества специалистов по лучевой диагностике (119435, Москва, ул. Большая Пироговская, д. 6)
Московского регионального отделения Российского общества рентгенологов и радиологов (125040, Москва, ул. Расковой, д. 16/26, стр. 1)

Издатель **ООО "Видар"** (109028, Москва, а/я 16)

Главный редактор

Кармазановский Григорий Григорьевич – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением рентгенологии и магнитно-резонансных исследований с кабинетом ультразвуковой диагностики ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского" Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики и терапии медико-биологического факультета ФГАОУ ВО РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России; Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Лауреат премии города Москвы в области медицины, Лауреат премии Ленинского комсомола, вице-президент Российского общества рентгенологов и радиологов, Москва, Россия.
E-mail: karmazanovsky@yandex.ru, karmazanovsky@ixv.ru. https://orcid.org/0000-0002-9357-0998. Scopus Author ID: 55944296600

Первый заместитель главного редактора

Нуднов Николай Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заслуженный врач Российской Федерации, заместитель директора по научной работе ФГБУ "Российский научный центр рентгенорадиологии" Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: nudnov@rncrr.ru
https://orcid.org/0000-0001-5994-0468. Scopus Author ID: 7004927053

Заместитель главного редактора

Громов Александр Игоревич – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением лучевой диагностики Клинической больницы №2 МЕДСИ, Москва, Россия. E-mail: gai8@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-9014-9022. Scopus Author ID: 7102053957

Научные консультанты

Пронин Игорь Николаевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГАУ "Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, профессор Научно-образовательного центра, Москва, Россия. Scopus Author ID: 7006011755

Ревишвили Амиран Шотаевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, директор ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского" Минздрава России; заведующий кафедрой ангиологии, сердечно-сосудистой, эндоваскулярной хирургии и аритмологии ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России; Президент Всероссийского научного общества аритмологов, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-1791-9163. Scopus Author ID: 7003940753

Schima Wolfgang – доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела диагностики и интервенционной радиологии Клиники Krankenhaus Gottlicher Heiland, Вена, Австрия. https://orcid.org/0000-0001-6054-4737. Scopus Author ID: 22956493100

Зав. редакцией

Юматова Елена Анатольевна – канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики и терапии ФГАОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Минздрава России, Москва, Россия. E-mail: yumatova_ea@mail.ru.
https://orcid.org/0000-0002-6020-9434

Груздев Иван Сергеевич – научный редактор переводов.

Редакционная коллегия

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий отделом лучевой диагностики ГБУЗ "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина" Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия. https://orcid.org/0000000308543598

Ахадов Толибджон Абдуллаевич – доктор мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, заслуженный врач Российской Федерации, руководитель отдела лучевых методов диагностики НИИ неотложной детской хирургии и травматологии Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Борсуков Алексей Васильевич – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры факультетской терапии ФГБОУ ВО "Смоленский государственный медицинский университет" Минздрава России; заведующий городским отделением диагностических и малоинвазивных технологий, руководитель Проблемной научно-исследовательской лаборатории "Диагностические исследования и малоинвазивные технологии" ОГБУЗ "Клиническая больница №1" г. Смоленска, Смоленск, Россия. https://orcid.org/0000-0003-4047-7252

Ветшева Наталья Николаевна – доктор мед. наук, заместитель директора по медицинской части, заведующая отделом ГБУЗ города Москвы "НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия. http://orcid.org/0000-0002-9017-9432. Scopus Author ID: 6176616600

Вишнякова Мария Валентиновна – доктор мед. наук, профессор, руководитель рентгенологического отдела, заведующая кафедрой лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей ГБУЗ Московской области "Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского", главный специалист по лучевой диагностике Минздрава Московской области, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-3838-636X

Гажонова Вероника Евгеньевна – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры лучевой диагностики ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" Управления делами Президента РФ, заведующая кабинетом ультразвуковой ангиографии, врач ультразвуковой диагностики ФГБУ "Объединенная больница с поликлиникой" Управления делами Президента РФ, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-4742-9157. Scopus Author ID: 8364969000

Зубарев Александр Васильевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики ФГБУ ДПО "Центральная государственная медицинская академия" Управления делами Президента Российской Федерации, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-9318-5010. Scopus Author ID: 39561660700

Игнатьев Юрий Тимофеевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии ФГБОУ ВО "Омская государственная медицинская академия" Минздрава России, Омск, Россия. Scopus Author ID: 57203357735

Котляров Петр Михайлович – доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела лучевой рентгеновской диагностики ФГБУ "Российский научный центр рентгенорадиологии" Минздрава России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-1940-9175. Scopus Author ID: 7003497625

Кротенкова Марина Викторовна – доктор мед. наук, руководитель отделения лучевой диагностики ФГБНУ "Научный центр неврологии", Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-3820-4554

Лукьянченко Александр Борисович – доктор мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник рентгенодиагностического отделения НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ "НМИЦ онкологии имени Н.Н. Блохина" Минздрава России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-7021-6419

Мищенко Андрей Владимирович – доктор мед. наук, доцент, ведущий научный сотрудник ФГБУ " Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Петрова" Минздрава России, профессор научно-клинического и образовательного центра "Лучевая диагностика и ядерная медицина" Института высоких медицинских технологий медицинского факультета ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет", Санкт-Петербург, Россия. Scopus Author ID: 55791087500

Морозов Сергей Павлович – доктор мед. наук, профессор, директор ГБУЗ города Москвы "НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0001-6545-6170. Scopus Author ID: 7102189637

Петряйкин Алексей Владимирович – канд. мед. наук, доцент, старший научный сотрудник отдела разработки средств контроля и технического мониторинга, врач-рентгенолог, эксперт учебно-консультативного отдела ГБУЗ города Москвы "НПКЦ диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-1694-4682. Scopus Author ID: 7801330975

Прокопенко Сергей Павлович – канд. мед. наук, заведующий отделением комплексной и интервенционной радиологии в маммологии Национального центра онкологии репродуктивных органов ФГБУ "Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена" – филиал ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр радиологии" Минздрава России; заведующий кафедрой клинической маммологии, лучевой диагностики, лучевой терапии факультета непрерывного медицинского образования РУДН, Москва, Россия. http://orcid.org/0000-0002-0369-5755. Scopus Author ID: 7004120546

Ростовцев Михаил Владиславович – доктор мед. наук, заведующий отделом лучевой диагностики ГБУЗ "Городская клиническая больница имени М.Е. Жадкевича Департамента здравоохранения города Москвы", Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-5032-4164

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики ФГБУ "Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена" – филиал ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр радиологии" Минздрава России, Москва, Россия. Scopus Author ID: 15844343600

Синицын Валентин Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор, руководитель курса лучевой диагностики факультета фундаментальной медицины МГУ имени М.В. Ломоносова, Президент Российского общества рентгенологов и радиологов, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-5649-2193. Scopus Author ID: 7102735724

Степанова Юлия Александровна – доктор мед. наук, Ученый секретарь ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии им. А.В. Вишневского" Минздрава России, Президент РОО "Общество рентгенологов, радиологов и специалистов ультразвуковой диагностики города Москвы", Москва, Россия. http://orcid.org/0000-0002-2348-4963

Терновой Сергей Константинович – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, лауреат премии РФ в области образования, руководитель отдела томографии Института клинической кардиологии имени А.Л. Мясникова ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии" Минздрава России; заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии ГБОУ ВПО "Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова" Минздрава России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-4374-1063. Scopus Author ID: 7005882661

Тимина Ирина Евгеньевна – доктор мед. наук, старший научный сотрудник отделения рентгенологии и магнитно-резонансных исследований с кабинетом ультразвуковой диагностики ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского" Минздрава России, Москва, Россия. Scopus Author ID: 24333032000

Троян Владимир Николаевич – доктор мед. наук, профессор, начальник центра лучевой диагностики ФГБУ "Главный военный клинический госпиталь имени академика Н.Н. Бурденко" Минобороны России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-8008-9660

Усов Владимир Юрьевич – доктор мед. наук, профессор, руководитель отделения рентгеновских и томографических методов диагностики НИИ кардиологии Томского национального исследовательского медицинского центра Российской Академии наук, Томск, Россия. https://orcid.org/0000-0002-7352-6068. Scopus Author ID: 16937595600

Фисенко Елена Полиектовна – доктор мед. наук, главный научный сотрудник лаборатории ультразвуковой диагностики отдела клинической физиологии, инструментальной и лучевой диагностики ФГБНУ "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского"; профессор кафедры функциональной и ультразвуковой диагностики ФГАОУ "Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова" Минздрава России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-4503-950X

Хохлов Александр Леонидович – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой клинической фармакологии с курсом ИПДО ФГБОУ ВО "Ярославский государственный медицинский университет" Минздрава России, Ярославль, Россия. http://orcid.org/0000-0002-0032-0341. Scopus Author ID: 7201745706

Шейх Жанна Владимировна – доктор мед. наук, профессор, врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГБУЗ "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина" Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-1334-6652

Щеголев Александр Иванович – доктор мед. наук, профессор, заведующий патологоанатомическим отделением ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова" Минздрава России, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0002-2111-1530. Scopus Author ID: 7003338835

Юдин Андрей Леонидович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики и терапии ФГБОУ ВО "Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова" Минздрава России, Москва, Россия.
http://orcid.org/0000-0002-0310-0889

Редакционный совет

Ахметов Ермек Абибуллаевич – доктор мед. наук, доцент, проректор по научной и клинической деятельности АО "Медицинский университет Астана", Астана, Казахстан.

Ашрафян Левон Андреевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заместитель директора ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова" Минздрава России, директор Института онкогинекологии и маммологии, Москва, Россия. Scopus Author ID: 57194173388

Nicholas C. Gourtsoyiannis – доктор мед. наук, профессор, заслуженный профессор в отставке Университета Крита; директор по научным исследованиям Европейской школы радиологии (ESOR), Афины, Греция. Scopus Author ID: 24369117700

Долгушин Борис Иванович – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, директор НИИ клинической и экспериментальной радиологии ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина" Минздрава России; профессор кафедры лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования" Минздрава России, Москва, Россия. Scopus Author ID: 6604000392

Икрамов Адхам Ильхамович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской радиологии Ташкентского института усовершенствования врачей Минздрава Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан. Scopus Author ID: 6603001286

Caseiro Alves Filipe – доктор мед. наук, профессор, профессор кафедры визуализации на медицинском факультете г. Коимбра, руководитель отдела медицинской визуализации в университетской клинике г. Коимбра, Португалия. http://orcid.org/0000-0001-9397-6149.
Scopus Author ID: 6602827278

Gabriel P. Krestin – доктор мед. наук, профессор, руководитель отделения и кафедры радиологии Erasmus MC Университетского медицинского центра г. Роттердам, Нидерланды. Scopus Author ID: 7007072461

Рахимжанова Раушан Ибжановна – доктор мед. наук, профессор, заведующая кафедрой радиологии №1 АО "Медицинский университет Астана", главный специалист по лучевой диагностике Минздрава Республики Казахстан, заслуженный деятель Республики Казахстан, академик Академии профилактической медицины Республики Казахстан, Астана, Казахстан. https://orcid.org/0000-0002-3490-6324.
Scopus Author ID: 55776205100

Rienmüller Rainer – иностранный член РАН, доктор мед. наук, профессор, профессор отделения общей радиологии Медицинского университета Грац, Грац, Австрия. Scopus Author ID: 7003654650

Рожкова Надежда Ивановна – доктор мед. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Совета Министров СССР, руководитель Национального центра онкологии репродуктивных органов МНИОИ имени П.А.Герцена – филиал ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр радиологии" Минздрава России, профессор кафедры клинической маммологии, лучевой диагностики, лучевой терапии факультета непрерывного медицинского образования РУДН, Москва, Россия. https://orcid.org/0000-0003-0920-1549. Scopus Author ID: 7006577356

Трофимова Татьяна Николаевна – доктор мед. наук, профессор, директор научно-клинического и образовательного центра "Лучевая диагностика и ядерная медицина" Института высоких медицинских технологий медицинского факультета ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет"; ведущий научный сотрудник отдела экологической физиологии ФГБНУ "Институт экспериментальной медицины", Санкт-Петербург, Россия. http://orcid.org/0000-0003-4871-2341. Scopus Author ID: 7006098439

Тюрин Игорь Евгеньевич – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии и медицинской физики ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования" Минздрава России, Москва, Россия.
https://orcid.org/0000-0003-3931-1431. Scopus Author ID: 6602519408

Ходжибеков Марат Худайкулович – доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой онкологии и лучевой диагностики Ташкентской медицинской академии, Ташкент, Узбекистан.

Цвиркун Виктор Викторович – доктор мед. наук, профессор, главный научный сотрудник Московского клинического научного центра имени А.С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия. http://orcid.org/0000-0001-5169-2199

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС-77-21017 от 12.05.05 г.

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук

Журнал включен в библиографическую и реферативную базу данных **Scopus**.

Адрес для корреспонденции: 117997, Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27. НМИЦ хирургии им. А.В. Вишневского (Григорий Григорьевич Кармазановский) **karmazanovsky@ixv.ru**. Тел.: 8-499-237-37-64, 237-04-54.

https://medvis.vidar.ru/jour/index

ООО "Видар" 109028, Москва, а/я 16. Контакты: (495) 768-04-34, (495) 589-86-60, http://www.vidar.ru

Подписаться на наш журнал вы можете в любом отделении связи (каталог Роспечати, раздел "Здравоохранение. Медицина"), а также в издательстве ООО "Видар"

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

Редактирование Т.И. Луковская
Художники О.А. Рыченкова, А.И. Морозова
Верстка Ю.А. Кушель

"МЕДИЦИНСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ"

© ООО "Видар", 2021.
Все права сохраняются.

Формат 60 × 90 1/8. Печ. л. 18. Тираж 1500 экз. Свободная цена.
Отпечатано в типографии Onebook.ru (ООО "СамПолиграфист"), www.onebook.ru
Подписано в печать 01.06.2021 г.

DOI: 10.24835

ISSN 1607-0763 (Print)
ISSN 2408-9516 (Online)

MEDICAL VISUALIZATION

Медицинская визуализация

Meditsinskaya vizualizatsiya

2021 V. 25 N2

Quarterly Scientific and Practical Journal
Est. 1997

Official press organ of the
Russian Society of Roentgenologists and Radiologists (18-2, Verkhoyanskaya str., 129344, Moscow, Russian Federation)
Society of specialists in X-ray diagnostics (6, Bo'shaya Pirogovskaya str., 119435, Moscow, Russian Federation)
Moscow regional department of of the Russian Society of Roentgenologists and Radiologists
(16/26, bld.1, Raskovoi str., 125040, Moscow, Russian Federation)

Is published by Vidar Ltd. (p/b 16, 109028, Moscow, Russian Federation)

Editor-in-Chief

Grigory G. Karmazanovsky – corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Diagnostic Radiology department "A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation; Professor of radiology department N.I. Pirogov Russian national research medical university. Honored Scientist of Russian Federation, Laureate of the RF Government Prize in the field of science and technology, Laureate of the Moscow City Prize in the field of medicine, Lenin Komsomol Prize Laureate, Vice President of the Russian Society of Radiologists and Radiologists. Moscow, Russian Federation.E-mail: karmazanovsky@yandex.ru, karmazanovsky@ixv.ru. https://orcid.org/0000-0002-9357-0998. Scopus Author ID: 55944296600

First Deputy Editor

Nikolay V. Nudnov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Deputy Director for the scientific work of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation. E-mail: nudnov@rncrr.ru https://orcid.org/0000-0001-5994-0468. Scopus Author ID: 7004927053

Deputy Chief Editor

Alexander I. Gromov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology Department of Clinical hospital No.2 of "Medsi group" Joint Stock Company, Moscow, Russian Federation. E-mail: gai8@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-9014-9022. Scopus Author ID: 7102053957

Scientific consultants

Igor N. Pronin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Deputy Director for the scientific work of the N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery, Moscow, Russian Federation. Scopus Author ID: 7006011755

Amiran Sh. Revishvili – Academician of the Russian Academy of Science, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Director of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; Head of Angiology, Cardiovascular, Endovascular Surgery and Arrhythmology Department of Russian Medical Academy of Continuing Professional Education of Ministry of Health of Russia; President of the All-Russian Scientific Society of Arrhythmologists Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-1791-9163. Scopus Author ID: 7003940753

Schima Wolfgang – Ph.D. in Medicine, Professor, Head of the Riagnostics and interventional radiology Department at Clinic Krankenhaus Gottlicher Heiland, Vienna, Austria. https://orcid.org/0000-0001-6054-4737. Scopus Author ID: 22956493100

Chief of office

Elena A. Yumatova – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Radiology department, N.I.Pirogov Russian national research medical university, Moscow, Russian Federation. E-mail: yumatova_ea@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-6020-9434

Ivan S. Gruzdev – scientific translation editor.

Editorial board

Andrey V. Arablinskiy – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology department, S.P. Botkin City Clinical Hospital; Professor, Department of Radiology, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Tolibdzhon A. Akhadov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of Russian Federation, Honored Doctor of the Russian Federation, Head of radiology department, Clinical and Research Institute of Emergency Pediatric Surgery and Trauma, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-3235-8854

Alexey V. Borsukov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor Chair of Intermediate Level Therapy of Smolensk State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. Head of the municipal diagnostic and minimally invasive technologies department, Head of the Problem Research Laboratory "Diagnostic and minimally invasive technologies" Smolensk Clinical Hospital №1. Smolensk, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-4047-7252

Natalia N. Vetsheva – Dr. of Sci. (Med.), Deputy Director for Medical, Head of the Department, Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation. http://orcid.org/0000-0002-9017-9432. Scopus Author ID: 6176616600

Mariya V. Vishnyakova – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology Department, M.F. Vladimirsky Moscow Regional Clinical and Research Institute (MONIKI), Chief specialist in radiatiological diagnostics, Ministry of Health of Moscow Region, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-3838-636X

Veronika E. Gazhonova – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Professor of Radiology department of postgraduate professional education "Central State Medical Academy" management department of the President of Russian Federation; Head of US-angiography of "United hospital and policlinic" Administrative Directorate of the President of the Russian Federation, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-4742-9157. Scopus Author ID: 8364969000

Aleksandr V. Zubarev – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology Department of the Central State Medical Academy of Department of Presidential Affairs, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-9318-5010. Scopus Author ID: 39561660700

Yury T. Ignat'ev – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology Department, Omsk State Medical Academy, Omsk, Russian Federation. Scopus Author ID: 57203357735

Peter M. Kotlyarov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the radiation X-ray diagnostics Department of the Federal state budgetary institution "Russian Scientific Center of Roentgenoradiology", Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-1940-9175. Scopus Author ID: 7003497625

Marina V. Krotenkova – Dr. of Sci. (Med.), Head of Radiology Department of the Scientific Center of Neurology, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-3820-4554

Alexander B. Lukianchenko – Dr. of Sci. (Med.), Professor, leading researcher of the diagnostic radiology department, National medical research center of oncology of N.N. Blokhin, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-7021-6419

Andrei V. Mishchenko – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, leading researcher, N.N. Petrov National Medical Research Oncology Center, Saint Petersburg, Russian Federation. Scopus Author ID: 55791087500

Sergey P. Morozov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Director of the Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0001-6545-6170. Scopus Author ID: 7102189637

Alexey V. Petraikin – Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Senior Researcher of the Scientific and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-1694-4682. Scopus Author ID: 7801330975

Sergey P. Prokopenko – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Comprehensive and Interventional Radiology in Mammology, National Center for Reproductive Organs Oncology, FSBI "P.A. Herzen Moscow Oncological Research Institute of Oncology" branch of the Federal State Budgetary Institution "National Medical Research Center of Radiology "of the Ministry of Health of Russia; Head of the Department of Clinical Mammology, Radiatiological Diagnostics, Radiatiological Therapy, Faculty of Continuing Medical Education, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation. http://orcid.org/0000-0002-0369-5755. Scopus Author ID: 7004120546

Mikhail V. Rostovtsev – Dr. of Sci. (Med.), Head of Radiology department of the City clinical hospital them M.E. Zhadkevich (GKB № 71), Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-5032-4164

Natalia A. Rubtsova – Dr. of Sci. (Med.), Head of Radiology department of P.A. Herzen Moscow Research Oncology Institute – branch of "National Medical Research Center of Radiology" of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russian Federation. Scopus Author ID: 15844343600

Valentin E. Sinitsyn – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the radiology center of the FSU "Medical rehabilitation center of the Ministry of health of Russia", President Of the Russian Society of Radiology, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-5649-2193. Scopus Author ID: 7102735724

Yulia A. Stepanova – Doct. of Sci. (Med.), Academic Secretary of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; President of RPO "Society of Radiologists and Ultrasound Diagnostic Specialists of Moscow", Moscow, Russia. http://orcid.org/0000-0002-2348-4963

Sergey K. Ternovoy – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of Russian Federation, Laureate of the USSR Government Award, Laureate of the Russian Federation Government Award in the field of Education; Head of the Radiology department I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Head of the Tomography Department, A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-4374-1063. Scopus Author ID: 7005882661

Irina E. Thimina – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Senior Researcher of Diagnostic Radiology department of A.V. Vishnevsky Institute of Surgery, Moscow, Russian Federation. Scopus Author ID: 24333032000

Vladimir N. Troyan – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology Department of the FGBU "Main Military Clinical Hospital named after N.N. Burdenko" of the Ministry of Defense of Russia, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-8008-9660

Wladimir Yu. Ussov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of X-ray and Tomographic Methods of Diagnosis, Research Institute of Cardiology of the Tomsk National medical Research Center, Tomsk, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-7352-6068. Scopus Author ID: 16937595600

Elena P. Fisenko – Dr. of Sci. (Med.), Chief Researcher of Ultrasound Diagnostics Department, B.V. Petrovsky Russian Research Surgery Center; Professor, Diagnostic Ultrasound Division, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-4503-950X

Alexsandr L. Khokhlov – corresponding member of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Clinical Pharmacology with an Institute of Postgraduate Education course Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation. http://orcid.org/0000-0002-0032-0341. Scopus Author ID: 7201745706

Zhanna V. Sheikh – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Computed Tomography Department of S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0003-1334-6652

Alexander I. Shchegolev – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the anatomic pathology Department at the Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology of the Russian Ministry of Healthcare, Moscow, Russian Federation. https://orcid.org/0000-0002-2111-1530. Scopus Author ID: 7003338835

Andrey L. Yudin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology department, N.I. Pirogov Russian national research medical university, Moscow, Russian Federation. http://orcid.org/0000-0002-0310-0889

Editorial Coucil

Yermek A. Akhmetov – Dr. of Sci. (Med.), Associate Professor, Director of the Department of strategic development and international relations of JSC "Astana Medical University", Astana, Kazakhstan.

Levon A. Ashrafian – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor, Director of the Institute of Oncogynecology and Mammology, Deputy Director of the Research Center for Obstetrics, Gynecology and Perinatology, Moscow, Russia. Scopus Author ID: 57194173388

Nicholas C. Gourtsoyiannis – M.D., Ph.D., Professor, Division of Vascular Surgery, University Hospital of Heraklion, Medical School of Heraklion, Crete, Greece, Crete, Greece. Scopus Author ID: 24369117700

Boris I. Dolgushin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.), Professor; Deputy director of N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Radiology and Medical Physics Department of Russian Medical Academy of Post-Graduate Education, Moscow, Russian Federation. Scopus Author ID: 6604000392

Adkham I. Ikramov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of Medical Radiology Department of Tashkent Institute of Postgraduate Medical Education, Tashkent, Uzbekistan. Scopus Author ID: 6603001286

Caseiro Alves Filipe – Ph.D. in Medicine, Professor. Professor of the Imaging Department at the medical faculty of Coimbra. Head of medical imaging Department at the University Hospital of Coimbra., Coimbra, Portugal. http://orcid.org/0000-0001-9397-6149. Scopus Author ID: 6602827278

Gabriel P. Krestin – Ph.D. in Medicine, Professor. Head of the Radiology Department and Division, Erasmus MC, University Medical Center in Rotterdam, the Netherlands. Scopus Author ID: 7007072461

Raushan I. Rakhimzhanova – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Radiology, Astana Medical University, chief specialist in radiatiological diagnostics of the Ministry of Health of the Republic of Kazakhstan, Honored Worker of the Republic of Kazakhstan, Academician of the Academy of Preventive Medicine of the Republic of Kazakhstan, Astana, Kazakhstan. https://orcid.org/0000-0002-3490-6324.
Scopus Author ID: 55776205100

Rainer Rienmüller – M.D., Ph.D., Professor, Ordinarius for Radiology, Head of the Department of General Diagnostic Radiology of the Medical University Graz, Graz, Austria. Scopus Author ID: 7003654650

Nadezhda I. Rozhkova – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Laureate of the Prize of the Council of Ministers of the USSR, Clinical Mammology and Radiology Department, Advanced Training Faculty, Peoples' Friendship University of Russia, Head of the National Reproductive organs Oncology Center, P.A. Herzen Moscow Research Institute of Oncology, Moscow, Russian Federation.
https://orcid.org/0000-0003-0920-1549. Scopus Author ID: 7006577356

Tat'yana N. Trofimova – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher, Institute of the Human Brain n.a. N.P. Behtereva RAS, Professor-consultant in St. Petersburg Center for Control of AIDS and Infectious Diseases, Head of the Medical imaging educational course, Saint Petersburg State Medical Academy, St. Petersburg, Russian Federation. http://orcid.org/0000-0003-4871-2341. Scopus Author ID: 7006098439

Igor E. Tyurin – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Radiology and Medical Physics Department of Russian Medical Academy of Post-Graduate Education, Senior researcher at Department of Radiology, N.N. Blokhin Russian Cancer Research Center, Moscow, Russian Federation.
https://orcid.org/0000-0003-3931-1431. Scopus Author ID: 6602519408

Marat Kh. Khodzhibekov – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Oncology and Radiology, Tashkent Medical Academy, Tashkent, Uzbekistan.

Viktor V. Tsvirkun – Dr. of Sci. (Med.), Professor, Chief Researcher of the Loginov Moscow Clinical Research Center, Moscow, Russian Federation.
http://orcid.org/0000-0001-5169-2199

Reg. № ПИ № ФС-77-21017, 12.05.05.

The Journal is included in the "List of leading peer-reviewed editions, recommended for publication of Candidate's and Doctor's degree theses main results" approved by Higher Attestation Commission (VAK) RF.

The Journal is included in the **Scopus** bibliographic and abstract database.

For inquiries relating to the publication, please contact: **karmazanovsky@ixv.ru**
27, Bol'shaya Serpukhovskaia str., 117997, Moscow, Russian Federation.
A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery. Grigory G. Karmazanovsky
Phone: +7 (499) 237-37-64, 237-04-54,

https://medvis.vidar.ru/jour/index

Vidar Ltd. p/b 16, 109028, Moscow, Russian Federation Phone: +7 (495) 768-04-34, +7 (495) 589-86-60, http://www.vidar.ru

You can subscribe to the journal at any post office (Rospechat catalogue , section "Public Health. Medicine") and in the publishing house "Vidar" Ltd.

Editing T.I. Lukovskaya
Designer O.A. Rychenkova, A.I. Morosova
Prepress Yu.A. Kushel

No part of this copyrighted work may be reproduced, modified or distributed, without the prior written permission

"MEDICAL VISUALIZATION"
© Vidar Ltd., 2021
All rights reserved

Format 60 × 90 1/8. 18 printer's sheet. Circulation: 1500 ex. Free price.
Printed at Onebook.ru (OOO "SamPoligrafist"), www.onebook.ru
Signed for printing: 01.06.2021

Содержание

COVID-19

12 Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19
Литвиненко Е.А., Еровенко М.М., Бурова И.В.

От приглашенного редактора

19 Андрей Владимирович Араблинский – редактор раздела

21 Лучевая диагностика заболеваний надпочечников – современный взгляд на проблему
Араблинский А.В., Румер В.Б.

42 Лечебно-диагностический алгоритм лечения лимфоцеле у реципиентов почечного трансплантата
Шабунин А.В., Араблинский А.В., Дроздов П.А., Нестеренко И.В., Макеев Д.А., Румер В.Б., Журавель О.С.

50 КТ-семиотика травматических и нетравматических повреждений селезенки
Румер В.Б., Араблинский А.В.

63 Компьютерная томография – метод обоснования минимально инвазивного подхода в лечении повреждений пищевода и их осложнений
Бармина Т.Г., Даниелян Ш.Н., Коков Л.С., Шарифуллин Ф.А.-К., Забавская О.А., Попова И.Е., Рабаданов К.М., Гасанов М.А.

Брюшная полость

74 Артериальное кровоснабжение печени, целиако-мезентериальный бассейн (обзор литературы)
Рубцова Н.А., Федулеев М.Н., Нерестюк Я.И., Хамидов Д.Х., Сидоров Д.В., Ложкин М.В., Каприн А.Д.

84 Значение методов лучевой диагностики в условиях современного подхода к выявлению воспалительных заболеваний кишечника
Дуброва С.Э.

90 Комбинированная гибридная радионуклидная визуализация метастатической нейроэндокринной опухоли желудочно-кишечного тракта без выявленного первичного очага с использованием ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (клиническое наблюдение и обзор литературы)
Леонтьев А.В., Рубцова Н.А., Халимон А.И., Антоневская Т.Л., Кулиев М.Т., Левшакова А.В., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Каприн А.Д.

98 Клиническое наблюдение ганглионевромы у пациента с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта
Варламова Н.Н., Зиновьева Е.Н.

Голова

102 Методика оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя методом MP-ASL-перфузии
Шульгина А.А., Лукшин В.А., Шульц Е.И., Баталов А.И., Пронин И.Н., Усачев Д.Ю.

116 Рентгенологическое исследование глотки при орофарингеальной дисфагии у пациента с дерматомиозитом (клиническое наблюдение)
Ковалева Н.В., Хелковская-Сергеева А.Н., Ушакова М.А.

Грудная полость

124 Распространенный рак легкого в сочетании с эхинококкозом печени
Егоркина А.Б., Степанова Ю.А., Кармазановский Г.Г., Калинин Д.В., Чжао А.В.

133 ОФЭК-КТ в диагностике эктопированной аденомы паращитовидной железы (случай из практики)
Каралкин А.В., Ипполитов Л.И., Паша С.П.

Малый таз

138 Мультипараметрическая МРТ и комбинированная биопсия предстательной железы: возможности, преимущества и недостатки
Гулин Г.А., Зырянов А.В., Рубцова Н.А., Артемов В.М., Замятин А.В., Гребенев Е.А.

Contents

COVID-19

12 X-ray study as an alternative method for visualizing changes in lungs, with infection caused by COVID-19
Elena A. Litvinenko, Maria M. Erovenko, Ilona V. Burova

From guest editor

19 Andrey V. Arablinskiy – editor of the issue

21 Adrenal radiology diagnostics – modern review
Andrey V. Arablinskiy, Veronika B. Rumer

42 Therapeutic and diagnostic algorithm for the treatment of lymphocele in renal transplant recipients
Aleksey V. Shabunin, Andrey V. Arablinskiy, Pavel A. Drozdov, Igor V. Nesterenko, Dmitry A. Makeev, Veronika B. Rumer, Olesya S. Zhuravel

50 CT semiotics of traumatic and bon-traumatic spleen injures
Veronika B. Rumer, Andrey V. Arablinskiy

63 Computed tomography as a method of substantiating a minimally invasive approach in the treatment of esophageal injuries and their complications
Tatyana G. Barmina, Shagen N. Danielyan, Leonid S. Kokov, Faat A-K. Sharifullin, Olga A. Zabavskaya, Irina E. Popova, Kadi M. Rabadanov, Murad A. Gasanov

Abdomen

74 Arterial blood supply to the liver, celiac and mesenteric pool (literature review)
Natalia A. Rubtsova, Mikhail N. Pheduleev, Yaroslav I. Nerestyuk, Daler K. Khamidov, Dmitriy V. Sidorov, Mikhail V. Lozhkin, Andrey D. Kaprin

84 Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in Differential Diagnosis of Focal Liver Lesions
Sofya E. Dubrova

90 Dual tracer hybrid radionuclide imaging of a metastatic gastrointestinal neuroendocrine tumor with unknown primary site using ^{18}F-FDG PET/CT and ^{99m}Tc-HYNIC-TOC SPECT/CT (case report and literature review)
Alexey V. Leontyev, Natalia A. Rubtsova, Alexander I. Khalimon, Tamara L. Antonevskaya, Magomed T. Kuliev, Antonina V. Levshakova, Irina V. Pylova, Tatyana N. Lazutina, Andrey D. Kaprin

98 A case of ganglioneuroma in a patient with the pathology of the upper gastrointestinal tract
Natalia N. Varlamova, Eugenia N. Zinovyeva

Head

102 Assessment of cerebrovascular insufficiency with MR-ASL perfusion in patients with moyamoya angiopathy
Anna A. Shulgina, Vasily A. Lukshin, Eugeny I. Shults, Artem I. Batalov, Igor N. Pronin, Dmitry Yu. Usachev

116 Radiologic examination of pharynx for oropharyngeal dysphagia in a patient with dermatomyositis (clinical observation)
Nataliya V. Kovaleva, Anna N. Khelkovskaya-Sergeeva, Maria A. Ushakova

Thorax

124 Advanced lung cancer in combination with liver echinococcosis
Alina B. Egorkina, Yulia A. Stepanova, Grigory G. Karmazanovsky, Dmitry V. Kalinin, Alexey V. Zhao

133 SPECT-CT in the diagnosis of ectopic parathyroid adenoma (case report)
Anatoly V. Karalkin, Leonid I. Ippolitov, Sergey P. Pasha

Small pelvis

138 Multiparametric magnetic resonance imaging and combined prostate biopsy: opportunities, advantages and pitfalls
Georgy A. Gulin, Alexander V. Zyryanov, Natalia A. Rubtsova, Viktor M. Artyemov, Aleksander V. Zamyatin, Evgeny A. Grebenev

COVID-19

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024

Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19

© **Литвиненко Е.А., Еровенко М.М., Бурова И.В.***

ГБУЗ "Краевая клиническая больница № 2" Министерства здравоохранения Краснодарского края;
350012 Краснодар, ул. Красных Партизан, д. 6/2, Российская Федерация

Введение. Несмотря на наличие общепринятых протоколов диагностики, при подозрении на наличие новой коронавирусной инфекции в ряде случаев все чаще отмечаются трудности своевременного выявления изменений в легочной ткани ввиду большой загруженности основного метода лучевой диагностики – компьютерной томографии.

Цель исследования: определить эффективность назначения рентгенологического обследования, а также провести сравнительный анализ применения методов лучевой диагностики – компьютерной томографии и рентгенографии в отношении диагностической чувствительности к изменению легочной ткани при инфицировании человека вирусом SARS-COV-2.

Материал и методы. Было обследовано 150 пациентов (63,0 ± 8,4 года) с подтвержденной коронавирусной инфекцией. Каждому из участников были проведены рентгенологическое обследование и компьютерная томография органов грудной клетки. Был определен процент исследуемых по каждой из степеней тяжести поражения легких для выявления доли вовлечения легочной ткани в патологический процесс у основной массы обследуемых лиц.

Результаты. Из 150 пациентов изменения легочной ткани при проведении рентгенографии грудной клетки были обнаружены у 97 (65%), соответственно у 53 (35%) человек патологические преобразования в легких не визуализировались. При обследовании больных методом компьютерной томографии изменения в легких были выявлены у 143 (95%) пациентов, рентген-морфологических изменений не было обнаружено у 7 (5%) обследуемых. При выявлении объема поражения легких выяснилось, что основной массе обследуемых – 86 (57%) была установлена степень поражения КТ-2. Степень КТ-1 и КТ-3 определили у 26 (17%) и 25 (17%) пациентов соответственно. КТ-4 наблюдалась у 6 (4%) больных, и в 5% случаев КТ не удалось определить патологических изменений в легочной ткани, была установлена степень КТ-0.

Заключение. В оценке вирусного поражения легких рентгенография занимает существенное место, но в 35% случаев при рентгенографическом исследовании не удалось идентифицировать имевшиеся патологические изменения. КТ органов грудной клетки подтверждает свое значение "золотого стандарта" при исследовании легочной патологии при коронавирусной инфекции, однако при невозможности ее выполнения допускается проведение рентгенографии.

Ключевые слова: коронавирусная пневмония, Covid-19, диагностическая чувствительность рентгенографии, диагностическая чувствительность КТ, методы визуализации, лучевая диагностика

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Литвиненко Е.А., Еровенко М.М., Бурова И.В. Рентгенологическое исследование как альтернативный метод визуализации изменений в легких при инфекции, вызванной Covid-19. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 12–18. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024

Поступила в редакцию: 09.04.21. **Принята к печати:** 06.05.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

X-ray study as an alternative method for visualizing changes in lungs, with infection caused by COVID-19

© **Elena A. Litvinenko, Maria M. Erovenko, Ilona V. Burova***

Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region; 6/2, Red Partizan str., Krasnodar, 350012, Russian Federation

Introduction. Despite the existence of generally accepted diagnostic protocols, when a new coronavirus infection is suspected, in some cases, it is increasingly difficult to detect changes in the lung tissue in a timely manner due to the heavy workload of the main method of radiation diagnostics – computed tomography.

Purpose of the study. To determine the effectiveness of the appointment of an X-ray examination as first-line metgod, as well as to carry out a comparative analysis of the use of radiation diagnostics methods – computed tomography and radiography in relation to the diagnostic sensitivity to changes in lung tissue when a person is infected with the SARS-COV-2 virus.

Materials and methods. 150 patients (63.0 ± 8.4 years) with confirmed coronavirus infection were examined. Each of the participants underwent X-ray examination and computed tomography of the chest organs. The percentage of subjects studied for each of the degrees of severity of lung damage was determined to identify the proportion of involvement of lung tissue in the pathological process in the bulk of the examined individuals.

Results. Of the 150 patients, changes in the lung tissue during chest X-ray were detected in 97 (65%), respectively, in 53 (35%), pathological changes in the lungs were not visualized. When examining patients by computed tomography, changes in the lungs were detected in 143 patients (95%), X-ray morphological changes were not detected in 7 subjects (5%). When detecting the volume of lung damage, it turned out that the majority of the subjects – 86 people (57%) – had the degree of damage CT-2. The degree of CT-1 and CT-3 was determined in 26 (17%) and 25 (17%) patients, respectively. CT-4 was observed in 6 patients (4%), and in 5% of cases, CT was not able to detect pathological changes in the lung tissue, the degree of CT-0 was established.

Conclusion. In the assessment of viral lung damage, radiography takes a significant place, but in 35% of cases, radiographic examination failed to identify the existing pathological changes. CT of the chest organs confirms its value as the "gold standard" in the study of pulmonary pathology in coronavirus infection, but if it is impossible to perform it, radiography is recommended.

Keywords: coronavirus pneumonia, COVID-19, radiography sensitivity, CT sensitivity, imaging methods, radiation diagnostics

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Litvinenko E.A., ErovenkoM.M., Burova I.V. X-ray study as an alternative method for visualizing changes in lungs, with infection caused by COVID-19. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 12–18. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1024

Received: 09.04.21. **Accepted for publication:** 06.05.21. **Published online:** 01.06.21.

Несмотря на наличие общепринятых протоколов диагностики, при подозрении на наличие новой коронавирусной инфекции зачастую отмечаются трудности своевременного выявления изменений в легочной ткани ввиду большой загруженности рентгеновских томографов, осуществляющих выполнение основного метода лучевой диагностики – компьютерной томографии (КТ).

Актуальность темы нашего исследования обусловлена рядом факторов :

– пандемией – вспышкой коронавирусной инфекции на начало 2020 г. и высокими показателями смертности вследствие осложнений при инфицировании человека вирусом Sars-Cov-2 [1];

– появлением ложноотрицательных результатов при проведении основного метода лабораторной диагностики – обратной транскрипции полимеразной цепной реакции (ОТ-ПЦР), ввиду возможной низкой вирусной нагрузки, присутствующей в тестовых образцах при вероятном неправильном клиническом отборе проб [2].

Цель исследования

При подозрении на наличие у пациентов Covid-19 определить диагностическую эффективность назначения рентгенологического обследования, а также установить степень чувствительности лучевых методов диагностики, прогностической ценности при проведении рентгенологического исследования и КТ грудной клетки в условиях подтвержденной легочной инфекции, вызванной вирусом Sars-Cov-2.

Задача исследования – сравнительный анализ применения методов лучевой диагностики (рент-

генологического и КТ) для определения изменений легочной ткани при обнаружении коронавирусной инфекции

Материал и методы

Была сформирована выборка из пациентов с подтвержденным результатом Covid+, находившихся на стационарном лечении в COVID-госпитале, организованном на базе ГБУЗ ККБ № 2 Краснодара. Для сбора информации использовались протоколы обследования, заключения врачей -рентгенологов, результаты КТ и рентгенографии. Исследование носило пилотный характер и проводилось на материале пациентов, госпитализированных в сроки с 1 мая по 31 декабря 2020 г. В частности, была ретроспективно отобрана когорта пациентов численностью 150 человек. Средний возраст обследуемых составил 63,0 ± 8,4 года. Критерии включения в исследуемую группу составили в частности:

• наличие у пациента подтвержденной коронавирусной инфекции, выявленной посредством проведения ОТ-ПЦР;

• проведенное рентгенологическое обследование органов грудной клетки;

• проведение КТ органов грудной клетки пациенту также в сроки менее 2 дней.

Все пациенты были проанализированы и сгруппированы в зависимости от дня проведения обследования компьютерной томографией либо рентгенографией с момента их госпитализации. Далее было определено количество человек по каждому дню отдельно, которым в этот день проводилось обследование одним из лучевых методов диагностики (КТ, рентгенография). Таким образом оказалось 26 групп.

Для определения чувствительности каждого из этих методов все обследуемые также были распределены на две подгруппы в системе каждого из исследований в соответствии с наличием либо отсутствием характерных изменений легочной системы при коронавирусной пневмонии. Дни, в которые какое-либо из обследований не проводилось, не были приняты в расчеты ввиду нерепрезентативной рациональности включения их в статистическое исследование.

Далее был определен процент исследуемых по каждому из степеней тяжести поражения (КТ-1; КТ-2; КТ-3; КТ-4) для выявления процентного соотношения объема вовлечения легких в патологический процесс у основной массы обследуемых лиц.

Достоверным методом определения эффективности назначения рентгенографии предполагался сравнительный анализ полученных результатов рентгенологического метода с результатами КТ [1]. При проведении компьютерной КТ ретроспективно рассчитывали объем области воспалительных изменений в легочной системе [3] при помощи программного обеспечения рабочей станции компьютерного томографа, а также провели анализ серии аксиальных срезов грудной клетки и реконструкций на прямой топограмме. Сканирование проводилось на 32-срезовом томографе Aquilion 32 Toshiba Medical (Япония) с толщиной среза 1,0 мм. Область сканирования – от уровня верхней апертуры грудной клетки до уровня задних реберно-диафрагмальных синусов.

Результаты

Всем исследуемым проведено рентгенологическое обследование органов грудной клетки с последующей интерпретацией результатов, в ходе которого были обнаружены [4]:

– усиление легочного рисунка;

– деформация легочного рисунка за счет перибронхиальных изменений либо сосудистого компонента;

– участки очаговой инфильтрации без четких контуров;

– двусторонние полисегментарные инфильтративные изменения;

– признаки венозного застоя по малом кругу кровообращения.

Вышеупомянутое соответствует рентгеновской картине при вирусной пневмонии и может указывать на инфицирование человека коронавирусной инфекцией [1].

При проведении КТ удалось идентифицировать наличие типичных признаков, характерных для вирусной пневмонии, ассоциированной с Sars-Cov-2, таких как:

– многочисленные уплотнения ткани легких по типу “матового стекла” периферической или мультилобарной локализации, преимущественно с двусторонней локализацией процесса [5];

– линейные уплотнения;

– утолщение междолькового интерстиция – симптом булыжной мостовой[6];

– участки консолидации [7].

Из 150 пациентов изменения легочной ткани посредством проведения рентгенологического исследования были обнаружены у 97 (65%) исследуемых, соответственно у 53 (35%) человек патологические изменения в легких не визуализировались. При обследовании больных методом КТ изменения в легких были выявлены у 143 (95%) пациентов. Несмотря на положительные тесты на наличие вируса Sars-Cov-2, морфологических изменений не было обнаружено у 7 (5%) обследуемых. Распределение количества пациентов

Таблица 1. Распределение количества пациентов в зависимости от срока госпитализации и проведения лучевого метода диагностики

Table 1. Patients distribution depending on the period of hospitalization and the radiological method of diagnostics.

День обследования от момента госпитализации **Examination day from the moment of hospitalization**	**Метод обследования / Survey method**		
	рентгенография / X-ray		**КТ / CT scan**
	заключение о поражении легких / lung involvement conclusioun		
	+	–	+
1	22	8	96
2	6	0	20
3	1	0	5
4	4	0	3
5	4	2	1
6	16	10	2
7	6	6	4
8	5	6	1
9	9	6	3
10	5	0	1
11	5	1	1
12	1	6	1
13	2	2	0
14	0	0	1
15	1	1	0
16	1	1	1
17	3	0	1
18	0	1	2
19	1	2	0
20	2	1	0
21	0	0	0
22	1	0	0
23	0	0	0
24	1	0	0
25	0	0	0
26	1	0	0
Итого	97	53	143
Всего	150		150

в зависимости от дня госпитализации и проведения лучевого метода диагностики представлено в табл. 1.

В статистические расчеты здесь были включены данные только первичных результатов КТ и рентгенографии. С клинической точки зрения отметим, что при отрицательных результатах лучевых методов исследования при госпитализации они были проведены затем и повторно, в ходе чего были выявлены изменения легочной ткани, однако здесь мы анализировали только первичные исследования. При этом для уточнения диагноза при рентгенографическом исследовании, при отсутствии рентгеноморфологических изменений на изображениях, в кратчайшие сроки была проведена КТ, как общепризнанно более чувствительный и специфичный метод диагностики. В процессе интерпретации результатов КТ были обнаружены изменения легочной структуры, что позволяет дополнительно судить о диагностической ценности методов на ранних сроках [8]. Отметим здесь, что специфичность не была рассчитана ввиду отсутствия истинно отрицательных результатов.

При расчетах объема поражения легких выяснилось, что в основной массе обследуемых – у 86 (57%) человек была установлена степень поражения КТ-2. Степень КТ-1 и КТ-3 определили у 26 (17%) и 25 (17%) пациентов соответственно. КТ-4 наблюдалась у 6 (4%) больных, и в 5% случаев КТ не удалось определить патологических изменений в легочной системе, была установлена степень КТ-0 (табл. 2).

Таблица 2. Объем поражения легких в зависимости от дня госпитализации
Table 2. Lung lesions volume depending on the day of hospitalization

День обследования от момента госпитализации / Examination day from the moment of hospitalization	Степень тяжести / Severity			
	КТ-0 / CT-0	КТ-1 / CT-1	КТ-2 / CT-2	КТ-3 / CT-3
1	6	14	66	13
2	0	5	11	3
3	0	1	2	2
4	0	1	0	2
5	0	0	1	0
6	1	1	1	0
7	0	3	1	0
8	0	0	0	0
9	0	0	1	2
10	0	0	0	0
11	0	0	0	1
12	0	0	1	0
13	0	0	0	0
14	0	0	1	0
15	0	0	0	0
16	0	0	0	1
17	0	1	0	0
18	0	0	1	1
19	0	0	0	0
20	0	0	0	0
21	0	0	0	0
22	0	0	0	0
23	0	0	0	0
24	0	0	0	0
25	0	0	0	0
26	0	0	0	0
Итого	7	26	86	25
Всего	150			

Обсуждение

Для определения возможностей рентгенологического исследования были сопоставлены результаты изменений легочной ткани при проведенном рентгенологическом и КТ-исследовании. В результате при КТ грудной клетки были обнаружены характерные изменения для коронавирусной инфекции в 95% случаев. Отсутствие изменений легочной ткани наблюдалось лишь в 5%. В то же время чувствительность рентгенологического метода составила лишь 65%, а в 35% случаев рентгенологическое исследование грудной клетки дало ложноотрицательный результат, что было верифицировано при последующем проведении КТ.

Комплекс диагностики при подозрении на инфекцию, ассоциированную с вирусом Sars-Cov-2, включает в себя назначение рентгенологического исследования грудной клетки в качестве дополнительного метода [9]. Однако использование КТ в качестве “золотого стандарта” не всегда возможно ввиду большой загруженности стационаров, критического состояния пациента и трудности его транспортировки, достаточно высокой лучевой нагрузкой, а также необходимости проведения дезинфекции сканера [10]. Следует учитывать, что применение КТ для скрининга увеличивает риск образования искусственных эпидемических очагов и способствует распространению перекрестной инфекции, в то время как использование переносной рентгенографии снижает риск контаминации вследствие упрощенного процесса дезинфекции за счет более малых размеров аппарата, а также эксплуатации беспроводных цифровых детекторов [11]. Чувствительность традиционной рентгенографии хоть и уступает по информативности КТ в значительной мере, как показано здесь нами, и соответствует данным других групп [12], но также может использоваться как более доступный способ лучевой диагностики [13] для визуализации изменений легочной ткани в условиях подо-

зрения на наличие коронавирусной инфекции, однако требует адекватной квалификационной подготовки специалиста, который при постановке диагноза будет опираться не только на результаты рентгеновского изображения, но и применять знания, касающиеся течения клинической картины коронавирусной пневмонии [14].

Заключение

Совпадение результатов рентгенографии и КТ грудной клетки при инфекции Sars-Cov-2 составляет 65%. В 35% случаев рентгенологическому методу при наличии инфекции Sars-Cov-2 не удалось идентифицировать патологические изменения легочной ткани, поэтому при труднодоступности КТ-исследования допустимо использование рентгенографии грудной клетки как первичного исследования, но при отрицательном результате рентгенографии КТ грудной клетки остается тем не менее необходима. Проведение рентгенографии целесообразно в качестве основного метода предтестовой диагностики, но не единственного метода лучевой диагностики в аспектах диверсификационной стратегии.

Участие авторов

Литвиненко Е.А. – подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Еровенко М.М. –подготовка и редактирование текста, концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне.

Бурова И.В. – проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста.

Authors' participation

Litvinenko E.A. – preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Erovoenko M.M. – text preparation and editing, concept and design of the study, participation in scientific design.

Burova I.V. – conducting research, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Список литературы

1. Юдин А.Л., Абович Ю.А., Юматова Е.А., Бронов О.Ю. COVID-19. Вопросы диагностики и лечения поражения легких. *Медицинская визуализация*. 2020; 24 (2): 37–49. https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-2-37-49
2. Harahwa T.A., Lai Yau T.H., Lim-Cooke M.S., Al-Haddi S., Zeinah M., Harky A. The optimal diagnostic methods for COVID-19. *Diagnosis (Berl.).* 2020; 7 (4): 349–356. https://doi.org/10.1515/dx-2020-0058
3. Морозов С.П., Чернина В.Ю., Блохин И.А., Гомболевский В.А. Прогнозирование исходов при лабораторно-верифицированном COVID-19 по данным компьютерной томографии органов грудной клетки: ретроспективный анализ 38 051 пациента. *Digital Diagnostics*. 2020; 1 (1): 27–36. https://doi.org/10.17816/DD46791
4. Aljondi R., Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J. Med. Internet Res*. 2020; 22 (8): e19673. https://doi.org/10.2196/19673
5. Bai H.X., Hsieh B., Xiong Z., Halsey K., Choi J.W., Tran T.M.L., Pan I., Shi L.B., Wang D.C., Mei J., Jiang X.L., Zeng Q.H., Egglin T.K., Hu P.F., Agarwal S., Xie F.F., Li S., Healey T., Atalay M.K., Liao W.H. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology.* 2020; 296(2): E46-E54. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200823
6. Замятина К.А., Михайлюк К.А., Курочкина А.И., Демидова В.С., Кармазановский Г.Г. COVID-19: сравнение динамики КТ-семиотики легких и биохимических показателей у пациентов в группах с положительным ОТ-ПЦР и трехкратным отрицательным ОТ-ПЦР. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (1): 14–26. https://doi.org/10.24835/1607-0763-996
7. Wong H., Lam H., Fong A., Leung S., Chin T., Lo C., Lui M., Lee J., Chiu K., Chung T., Lee E., Wan E., Hung I., Lam T., Kuo M., Ng M. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. *Radiology.* 2020; 296 (2): E72–E78. https://doi.org/10.1148/radiol.2020201160
8. Ai T., Yang Z., Hou H., Zhan C., Chen C., Lv W., Tao Q., Sun Z., Xia L. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020; 296 (2): E32–E40. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642
9. Islam N., Ebrahimzadeh S., Salameh J.P., Kazi S., Fabiano N., Treanor L., Absi M., Hallgrimson Z., Leeflang M.M., Hooft L., van der Pol C.B., Prager R., Hare S.S., Dennie C., Spijker R., Deeks J.J., Dinnes J., Jenniskens K., Korevaar D.A., Cohen J.F., Van den Bruel A., Takwoingi Y., van de Wijgert J., Damen J.A, Wang J., McInnes M.D. Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group. Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 3: CD013639. https://doi.org/10.1002/14651858.CD013639.pub4
10. Murphy K., Smits H., Knoops A., Korst M., Samson T., Scholten E., Schalekamp S., Schaefer-Prokop C., Philipsen R., Meijers A., Melendez J., van Ginneken B., Rutten M.. COVID-19 on Chest Radiographs: A Multireader Evaluation of an Artificial Intelligence System. *Radiology.* 2020; 296 (3): E166–E172. https://doi.org/10.1148/radiol.2020201874
11. Jacobi A., Chung M., Bernheim A., Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin. Imaging*. 2020; 64: 35–42. https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.04.001
12. Abbasi W.A., Abbas S.A., Andleeb S., Ul Islam G., Ajaz S.A., Arshad K., Khalil S., Anjam A., Ilyas K., Saleem M., Chughtai J., Abbas A. COVIDC: An expert system to diagnose COVID-19 and predict its severity using chest CT scans: Application in radiology. *Inform. Med. Unlocked.* 2021; 23: 100540. https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100540
13. Borghesi A., Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol. Med*. 2020; 125 (5): 509–513. https://doi.org/10.1007/s11547-020-01200-3

14. Carotti M, Salaffi F, Sarzi-Puttini P, Agostini A, Borgheresi A, Minorati D, Galli M, Marotto D, Giovagnoni A. Chest CT features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: key points for radiologists. *Radiol. Med.* 2020; 125: 636–646. https://doi.org/10.1007/s11547-020-01237-4

References

1. Yudin A.L., Abovich Yu.A., Yumatova E.A., Bronov O.Yu. COVID-19. Diagnosis and treatment of lung damage. Medical Visualization. 2020; 24 (2): 37–49. https://doi.org/10.24835/1607-0763-2020-2-37-49 (In Russian)
2. Harahwa T.A., Lai Yau T.H., Lim-Cooke M.S., Al-Haddi S., Zeinah M., Harky A. The optimal diagnostic methods for COVID-19. *Diagnosis (Berl.).* 2020; 7 (4): 349–356. https://doi.org/10.1515/dx-2020-0058
3. Morozov S.P., Chernina V.Yu., Blokhin A.I., Gombolevskiy V.A. Chest computed tomography for outcome prediction in laboratory-confirmed COVID-19: a retrospective analysis of 38,051 cases. *Digital Diagnostics*. 2020; 1 (1): 27–36. https://doi.org/10.17816/DD46791 (In Russian)
4. Aljondi R., Alghamdi S. Diagnostic Value of Imaging Modalities for COVID-19: Scoping Review. *J. Med. Internet Res*. 2020; 22 (8): e19673. https://doi.org/10.2196/19673
5. Bai H.X., Hsieh B., Xiong Z., Halsey K., Choi J.W., Tran T.M.L., Pan I., Shi L.B., Wang D.C., Mei J., Jiang X.L., Zeng Q.H., Egglin T.K., Hu P.F., Agarwal S., Xie F.F., Li S., Healey T., Atalay M.K., Liao W.H. Performance of Radiologists in Differentiating COVID-19 from Non-COVID-19 Viral Pneumonia at Chest CT. *Radiology.* 2020; 296(2): E46-E54. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200823
6. Zamyatina K.A., Mikhailyuk K.A., Kurochkina A.I., Demidova V.S., Karmazanovsky G.G. COVID-19: comparison lung CT signs and biochemical parameters in the groups of patients with three-time positive RT-PCR and with triple negative RT-PCR test during the period of hospitalization. *Medical Visualization*. 2021; 25 (1): 14–26. https://doi.org/10.24835/1607-0763-996 (In Russian)
7. Wong H., Lam H., Fong A., Leung S., Chin T., Lo C., Lui M., Lee J., Chiu K., Chung T., Lee E., Wan E., Hung I., Lam T., Kuo M., Ng M. Frequency and Distribution of Chest Radiographic Findings in Patients Positive for COVID-19. *Radiology.* 2020; 296 (2): E72–E78. https://doi.org/10.1148/radiol.2020201160
8. Ai T., Yang Z., Hou H., Zhan C., Chen C., Lv W., Tao Q., Sun Z., Xia L. Correlation of Chest CT and RT-PCR Testing for Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) in China: A Report of 1014 Cases. *Radiology*. 2020; 296 (2): E32–E40. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200642
9. Islam N., Ebrahimzadeh S., Salameh J.P., Kazi S., Fabiano N., Treanor L., Absi M., Hallgrimson Z., Leeflang M.M., Hooft L., van der Pol C.B., Prager R., Hare S.S., Dennie C., Spijker R., Deeks J.J., Dinnes J., Jenniskens K., Korevaar D.A., Cohen J.F., Van den Bruel A., Takwoingi Y., van de Wijgert J., Damen J.A, Wang J., McInnes M.D. Cochrane COVID-19 Diagnostic Test Accuracy Group. Thoracic imaging tests for the diagnosis of COVID-19. *Cochrane Database Syst Rev.* 2021; 3: CD013639. https://doi.org/10.1002/14651858.CD013639.pub4
10. Murphy K., Smits H., Knoops A., Korst M., Samson T., Scholten E., Schalekamp S., Schaefer-Prokop C., Philipsen R., Meijers A., Melendez J., van Ginneken B., Rutten M.. COVID-19 on Chest Radiographs: A Multireader Evaluation of an Artificial Intelligence System. *Radiology.* 2020; 296 (3): E166–E172. https://doi.org/10.1148/radiol.2020201874
11. Jacobi A., Chung M., Bernheim A., Eber C. Portable chest X-ray in coronavirus disease-19 (COVID-19): A pictorial review. *Clin. Imaging*. 2020; 64: 35–42. https://doi.org/10.1016/j.clinimag.2020.04.001
12. Abbasi W.A., Abbas S.A., Andleeb S., Ul Islam G., Ajaz S.A., Arshad K., Khalil S., Anjam A., Ilyas K., Saleem M., Chughtai J., Abbas A. COVIDC: An expert system to diagnose COVID-19 and predict its severity using chest CT scans: Application in radiology. *Inform. Med. Unlocked.* 2021; 23: 100540. https://doi.org/10.1016/j.imu.2021.100540
13. Borghesi A., Maroldi R. COVID-19 outbreak in Italy: experimental chest X-ray scoring system for quantifying and monitoring disease progression. *Radiol. Med*. 2020; 125 (5): 509–513. https://doi.org/10.1007/s11547-020-01200-3
14. Carotti M, Salaffi F, Sarzi-Puttini P, Agostini A, Borgheresi A, Minorati D, Galli M, Marotto D, Giovagnoni A. Chest CT features of coronavirus disease 2019 (COVID-19) pneumonia: key points for radiologists. *Radiol. Med.* 2020; 125: 636–646. https://doi.org/10.1007/s11547-020-01237-4

Для корреспонденции*: Бурова Илона Вячеславовна – Краснодар, ул. Базовская, 69, кв. 145. Тел.: +7-961-453-76-37. E-mail: Ilona-bu@mail.ru

Литвиненко Елена Александровна – канд. мед. наук, заведующая отделением лучевой диагностики ГБУЗ "Краевая клиническая больница № 2" Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар.

Еровенко Мария Михайловна – врач-рентгенолог ГБУЗ "Краевая клиническая больница № 2" Министерства здравоохранения Краснодарского края, Краснодар.

Бурова Илона Вячеславовна – медицинская сестра палатная ГБУЗ "Краевая клиническая больница № 2" Министерства здравоохранения Краснодарского края; студентка V курса КубГМУ, Краснодар. https://orcid.org/0000-0002-9787-8914

Contact*: Ilona V. Burova – apt 145, 69, Bazovskaya str., Krasnodar, Russian Federation. Phone: +7-961-453-76-37. E-mail: Ilona-bu@mail.ru

Elena A. Litvinenko – Head of the Department of Radiation Diagnostics of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, Krasnodar.

Maria M. Erovenko – radiologist of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, Krasnodar.

Ilona V. Burova – ward nurse of Regional Clinical Hospital No. 2 of the Ministry of Health of the Krasnodar Region, 5th year student of Kuban State Medical University, Krasnodar. https://orcid.org/0000-0002-9787-8914

Андрей Владимирович Араблинский – редактор раздела

Andrey V. Arablinskiy – editor of the issue

Андрей Владимирович Араблинский, один из крупнейших специалистов лучевой диагностики нашей страны, родился 3 апреля 1961 г. в г. Дессау, Германия, в семье военнослужащего. После окончания в 1985 г. лечебного факультета 1 ММИ им. И.М. Сеченова начал свой профессиональный путь с поступления в клиническую ординатуру Института хирургии им. А.В. Вишневского АМН СССР по специальности “медицинская радиология и рентгенология”. В период с 1987 по 1990 г. работал в должности младшего научного сотрудника рентгенорадиологического отдела вышеназванного института. В 1989 г. им была защищена кандидатская диссертация по теме “Лучевая диагностика аневризм грудной аорты”. С 1990 по 1996 г. А.В. Араблинский работал в МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского в должности научного сотрудника, старшего научного, ведущего научного сотрудника рентгенологического отдела. В ноябре 1993 г. им защищена докторская диссертация "Современная лучевая диагностика объемных образований паренхиматозных органов и некоторых других заболеваний брюшной полости и забрюшинного пространства". В период с 1996 по 1999 г. А.В. Араблинский возглавлял центр лучевых методов диагностики Медицинского центра Банка России, а с 1999 по 2007 г. – отдел лучевой диагностики ЦБ № 6 МПС России.

В 1994 г. ему присвоена (в 1999 г., 2004 г., 2009 г., 2014 и 2018 гг. – подтверждена) высшая квалификационная категория по специальности “рентгенология”. Квалифицированный специалист: умело сочетает научную работу с практической – владеет большинством методик классического рентгенологического исследования, ультразвукового исследования, магнитно-резонансной и компьютерной томографии. С 2001 г. А.В. Араблинский принимал участие в обучении курсантов на курсе лучевой диагностики (заведующий – действительный член РАН, профессор С.К. Терновой) кафедры функциональной и ультразвуковой диагностики (заведующий – действительный член РАН, профессор В.А. Сандриков) ФППО ММА им. И.М. Сеченова, который в дальнейшем был объединен с кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии (заведующий – действительный член РАН, профессор С.К. Терновой) Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского Сеченовского Университета. На должности профессора этой кафедры он и работает после ухода из Боткинской больницы. Под его руководством защищено 10 кандидатских диссертаций. В 2006 г. ему присвоено звание профессора. Победитель профессионального конкурса московского фестиваля в области здравоохранения “Формула жизни” 2014 г. в номинации “врач – специалист по лучевой диагностике”. В 2016 г. был награжден почетным знаком “Отличнику здравоохранения”. В 2018 г. получил благодарность мэра Москвы за участие в медицинском обеспечении чемпионата мира по футболу. А.В. Араблинский является членом редколлегии журнала “Медицинская визуализация”, членом Диссертационного совета Сеченовского Университета, автором более 280 печатных работ, в том числе 4 монографий и 6 учебно-методических пособий, неоднократно выступал на различных научных обществах, конференциях, симпозиумах и съездах.

С мая 2007 г. по октябрь 2020 г. А.В. Араблинский работал в ГКБ им. С.П. Боткина в должности заведующего отделом лучевой диагностики. На время его заведования пришлись такие масштабные события в жизни нашей страны, как чемпионат мира по футболу 2018 г. и начало пандемии новой коронавирусной инфекции. В эти сложные этапы он в очередной раз подтвердил свой статус не только высококлассного специалиста, но и блестящего организатора. Отдел лучевой диагностики больницы, к этому моменту под руководством Андрея Владимировича превратившийся в крупнейшее отделение больницы, оснащенное высококлассным оборудованием и насчитывающее более 60 сотрудников, выдерживал многократно возросшую нагрузку без потери качества диагностики – во многом благодаря чуткому контролю профессора. Колоссальная работа проводилась Андреем Владимировичем в рамках двойного пересмотра всех первичных и сложных случаев, проходивших через отдел. Стандартизованные протоколы сканирования, разработанные с его участием, позволяют поддерживать необходимый уровень диагностики, а регулярный разбор клинических случаев в отделе оказался лучшей школой в подготовке талантливых молодых специалистов, привлекаемых к работе в отделе.

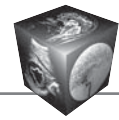
Широкий спектр встречаемой в скоропомощной клинике патологии отражается в спектре научных интересов профессора.

Независимо от эпидемиологической обстановки в стране и в мире травматические повреждения остаются одной из основных причин летальности среди трудоспособного населения и не только. Применение компьютерной томографии в этой группе патологии, в частности при травме селезенки, описанной в статье В.Б. Румер и А.В. Араблинского в значительной степени оптимизирует работу хирургической службы, помогает избежать лишних оперативных вмешательств и не только снижает летальность и сроки госпитализации для пациентов, но и уменьшает нагрузку на операционные. Нетравматические повреждения селезенки при этом встречаются редко, и освещение этой проблемы в литературе улучшает осведомленность специалистов, чей опыт в вопросе ограничен малым стажем работы или отсутствием специфического потока пациентов.

Боткинская больница активно развивает направление трансплантации органов и тканей и в процессе специалисты неизбежно сталкиваются с различного рода осложнениями. Опыт внедрения компьютерной томографии в диагностике послеоперационного лимфоцеле у пациентов после трансплантации почки продемонстрирован в статье группы авторов под началом профессора А.В. Шабунина.

Диагностика заболеваний надпочечников – многокомпонентная клиническая проблема, зачастую трудная для рентгенолога и лечащего врача. В статье А.В. Араблинского и В.Б. Румер представлен комплексный взгляд на данный вопрос с богатым иллюстративным материалом, собранным за годы работы.

В статье группы авторов НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского – Т.Г. Барминой и соавт., продемонстрированы возможности компьютерной томографии при оценке повреждений пищевода с целью дальнейшего выбора минимально инвазивного метода лечения.



От приглашенного редактора | From guest editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-995

Лучевая диагностика заболеваний надпочечников – современный взгляд на проблему

© Араблинский А.В.[1], Румер В.Б.[2]*

[1] ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

[2] ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы"; 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5, Российская Федерация

Цель данной статьи – предоставить читателю комплексную картину современных представлений о заболеваниях надпочечников и лучевых методах в их диагностике. Даны примеры различных классификаций, основных и наиболее актуальных. Авторы опирались на данные русскоязычной и мировой литературы, фундаментальные знания и собственный опыт. Все клинические случаи являются оригинальными и верифицированы морфологически. Наиболее информативными и часто используемыми являются методы компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии. В статье также приводятся протоколы контрастирования, необходимые для диагностики, описана семиотика различных патологических состояний.

Ключевые слова: надпочечники, диагностика, компьютерная томография, магнитно-резонансная томография

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Араблинский А.В., Румер В.Б. Лучевая диагностика заболеваний надпочечников – современный взгляд на проблему. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 21–41. https://doi.org/10.24835/1607-0763-995

Поступила в редакцию: 08.03.21. **Принята к печати:** 25.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Adrenal radiology diagnostics – modern review

© Andrey V. Arablinskiy[1], Veronika B. Rumer[2]*

[1] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

[2] S.P. Botkin City Clinical Hospital; 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation

In this article we would like to discuss the issues of adrenal pathology and its diagnostics. This is a complex review according to modern sources, fundamental knowledge and author's experience. All clinical cases are original and morphologically verified. There are different types of classifications with different features, showed in this article. The most useful diagnostic methods are computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) with special contrast enhancement protocols, described in article.

Keywords: adrenal, diagnostics, computed tomography, magnetic resonance imaging

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Arablinskiy A.V., Rumer V.B. Adrenal radiology diagnostics – modern review. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 21–41. https://doi.org/10.24835/1607-0763-995

Received: 08.03.21. **Accepted for publication:** 25.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Как известно, надпочечники являются парными железами внутренней секреции, расположенными в забрюшинном пространстве над верхними полюсами почек на уровне XI—XII грудных позвонков. Каждый надпочечник состоит из внутреннего мозгового и наружного коркового веществ, которые являются двумя различными по происхождению, строению и функциям железами, объединенными в единый орган. Вместе с почками надпочечники заключены в жировую капсулу и покрыты тонкой фиброзной почечной фасцией (фасцией Героты). Правый надпочечник у взрослого человека имеет треугольную форму, левый – полулунную. Нижнюю поверхность правого надпочечника и верхнепереднюю поверхность левого надпочечника покрывает брюшина. Длина надпочечника взрослого человека составляет от 30 до 40 мм, ширина – от 20 до 35 мм, толщина – от 3 до 8 мм. Общая масса обоих надпочечников равна в среднем 13–14 г, корковое вещество составляет 9/10 всей массы надпочечников. Кровоснабжение надпочечников осуществляют три группы надпочечниковых артерий: верхняя, средняя и нижняя, проникающие в железу в виде многочисленных капилляров, которые широко анастомозируют между собой и образуют в мозговом веществе расширения – синусоиды. Отток крови от надпочечников происходит через центральную и многочисленные поверхностные вены, впадающие в венозную сеть окружающих органов и тканей. Параллельно кровеносным расположены лимфатические капилляры, отводящие лимфу. Иннервируются надпочечники симпатическими (преимущественно) и парасимпатическими волокнами чревного, блуждающего и диафрагмального нервов [1]. Приступая к оценке изменений надпочечников, необходимо обращать внимание на их размеры. Обычно оцениваются три размера надпочечника и толщина его ножек, которые в норме составляют [1–3]:

- сагиттальный – 10–40 мм;
- фронтальный – 17–25 мм;
- вертикальный – 20–40 мм;
- толщина ножек – не более 6 мм.

Вопросы, стоящие перед специалистом КТ/МРТ при обследовании пациентов с подозрением на заболевания надпочечников, следующие:

1. Действительно ли выявленное при УЗИ образование относится к надпочечнику?
2. Каковы его плотностные характеристики в HU при КТ и/или интенсивность сигнала при МРТ?
3. Одностороннее или двустороннее поражение?
4. Какова динамика изменения плотности (КТ) и/или интенсивности сигнала (МРТ) образования после внутривенного контрастирования?

Классификация

Четвертое издание классификации опухолей эндокринной системы Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) от 2017 г. включает в себя новые важные открытия, касающиеся опухолей надпочечников [4]. Опухоли представлены в двух разделах: “Опухоли коры надпочечников” и “Опухоли мозгового вещества надпочечников и вненадпочечниковых параганглиев”. Опухоли коры надпочечников представлены:

- карциномой коры надпочечников (cortical carcinoma);
- аденомой коры надпочечников (cortical adenoma);
- стромальные опухоли половой хорды (sex cord stromal tumours);
- железистые опухоли (adenomatoid tumour);
- мезенхимальные стромальные опухоли (миелолипома и шваннома);
- гематогенные опухоли;
- вторичные опухоли.

Из вышеперечисленных шваннома и гематогенные опухоли впервые включены в классификацию.

Главным обновлением, касающимся образований коры надпочечников, стало замечание, что генетически кортикальная карцинома и кортикальная аденома основаны на данных The Cancer Genome Atlas (TCGA) [5]. Также была принята система дифференциальной диагностики онкоцитомы от онкотической кортикальной карциномы.

Опухоли мозгового вещества надпочечников и вненадпочечниковых параганглиев включают:

- феохромоцитому;
- параганглиому (параганглиомы головы и шеи и симпатическая параганглиома);
- нейробластические опухоли (нейробластома, нодулярная ганглионейробластома, смешанная ганглионейробластома (intermixed ganglioneuroblastoma) и ганглионевринома);
- композитная феохромоцитома;
- композитная параганглиома (composite pheochromocytoma, and composite paraganglioma).

В этой группе в классификацию впервые были включены нейробластические опухоли.

Главными изменениями, представленными в этой главе классификации эндокринных опухолей ВОЗ, является описание клинических проявлений, гистологии, сочетанной патологии, генетических и прогностических факторов феохромоцитомы и параганглиомы.

Термин “метастатическая феохромоцитома/параганглиома” был заменен на “злокачественная феохромоцитома/параганглиома”. Также компо-

зитная феохромоцитома и композитная параганглиома теперь являются отдельными нозологическими формами, а не одной как раньше.

Таким образом, обновленная классификация включает в себя новые данные по патологии, клиническим проявлениям и генетике опухолей надпочечников, что является важным для текущего ведения пациентов с этими опухолями [4].

С нашей точки зрения, более удобной в практической работе является морфологическая классификация первичных опухолей надпочечников по F. Micali и соавт., 1985 [6]:

1. Опухоли, исходящие из коркового слоя:
   1.1. Гормонально-активные опухоли: гиперплазия ткани, аденома, карцинома.
   1.2. Гормонально-неактивные опухоли: аденома, карцинома.
2. Опухоли, исходящие из мозгового слоя:
   2.1. Гормонально-активные опухоли: феохромоцитома.
   2.2. Гормонально-неактивные опухоли: симпатогониома, симпатобластома (современное название – нейробластома), ганглионейробластома, ганглионеврома, кисты, амилоидоз, миелолипома.

Для стадирования адренокортикального рака долгое время применялись авторские классификации (MacFarlane, Sullivan, Icard, Lee). Классификация адренокортикального рака по UICC впервые издана в 2004 г. [4]

T – первичная опухоль:
- Tx – первичная опухоль не может быть оценена;
- T0 – отсутствуют данные о первичной опухоли;
- T1 – опухоль не более 5 см в наибольшем измерении без инвазии за пределы надпочечника;
- T2 – опухоль более 5 см без инвазии за пределы надпочечника;
- T3 – опухоль любого размера с очаговой инвазией, но без прорастания в прилежащие органы;
- T4 – опухоль любого размера с инвазией в смежные органы (почка, печень, диафрагма, поджелудочная железа, крупные сосуды); опухолевый тромбоз почечной вены или нижней полой вены.

N – регионарные метастазы:
- Nx – регионарные лимфатические узлы не могут быть оценены;
- N0 – регионарные лимфатические не поражены;
- N1 – метастазы в регионарные лимфатические.

M – регионарные метастазы:
M0 – отдаленных метастазов нет;
M1 – есть отдаленные метастазы.

Стадии и прогностические группы согласно AJCC:

I – T1N0M0;
II – T2N0M0;
III – T1N1M0, T2N1M0, T3N0M0;
IV – T3N1M0, T4N0M0, T4N1M0, любая стадия T, любая N при M1.

В некоторых учреждениях также используют классификацию (группировка по стадиям) по ENSAT (European Network for the Study of Adrenal Tumors, Европейское объединение по изучению опухолей надпочечников) [7] – европейской сети по изучению опухолей надпочечников (B).

Стадия по ENSAT:

I – T1N0M0, размер <5 см;
II – T2N0M0, размер >5 см;
III – T(1,2)N(1)M(0)T(3,4)N(0,1)M0 – метастазы в лимфатических узлах, опухолевая инфильтрация в соседние органы и почку и/или тромбоз нижней полой вены;
IV – T(1–4)N(1–2)M1 – отдаленные метастазы.

По данным крупного исследования, проведенного ENSAT [8], в котором были проанализированы данные 444 пациентов со стадиями III и IV, к наиболее негативным прогностическим факторам относятся так называемые критерии GRAS: Grade – стадия, R-status – степень радикальности резекции при первичной операции у пациентов, подвергавшихся хирургическому лечению, Age – возраст старше 50 лет и Symptoms – симптомы гормональных нарушений.

Методики исследований

КТ-исследования выполняются в нативную фазу, а затем применяется методика внутривенного контрастирования, которая требует обязательного использования автоматического инъектора. С помощью двухколбового инъектора через катетер, установленный в кубитальной вене, вводится 100 мл неионного контрастного препарата со скоростью введения 3–4 мл/с. Время начала сканирования определяется автоматически в зависимости от степени повышения плотности контрастированной аорты. Полученные данные оцениваются в следующие временны́е (от начала введения препарата) фазы контрастирования:

- артериальная – через 20–40 с;
- венозная – через 60 с.

При необходимости (в основном для дифференциальной диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохро-

моцитомами) получаем изображения в отсроченную фазу – через 15 мин [9].

Методика внутривенного контрастирования при КТ:

- использование автоматического инъектора;
- введение 100 мл неионного контрастного препарата (с концентрацией йода 300–370 мг/мл) через катетер, установленный в кубитальной вене;
- скорость введения 3–4 мл/с.

Фазы исследования:

- нативная;
- венозно-паренхиматозная – через 60 с;
- отсроченная – через 15 мин.

МРТ лучше проводить на аппаратах с напряженностью магнитного поля 1,5–3,0 Тл. Используются нативные Т1- и Т2-взвешенные изображения (ВИ) с подавлением сигнала от жировой ткани, преимущественно в аксиальной проекции, а затем применяется болюсное контрастирование либо с помощью двухколбового немагнитного инъектора, либо с помощью ручного введения через "Y-коннектор", позволяющий подключить две колбы и вслед за введением 20 мл парамагнетика "прогнать" физиологический раствор. Применяются быстрые (15-секундные) программы со сбором данных в нативную, артериальную (20–36 с), венозную (52–68 с) и остроченную (через 15 мин) фазы [10, 11].

Программы МРТ:

1) Т2ВИ в аксиальной проекции;

2) Т2ВИ в аксиальной проекции с подавлением сигнала от жировой ткани;

3) Т1ВИ в аксиальной проекции;

4) Т1ВИ в аксиальной проекции в фазу и противофазу (Ax out/in phase);

5) ДВИ с b-фактором 50, 400, 800;

6) болюсное внутривенное контрастирование (обязательны 60 с и 15 мин);

7) Т1ВИ в корональной проекции с подавлением сигнала от жировой ткани;

8) Методика внутривенного контрастирования при МРТ:

- использование автоматического инъектора;
- введение 20 мл гадолинийсодержащего контрастного препарата через катетер, установленный в кубитальной вене;
- скорость введения 1–3 мл/с.

Заболевания надпочечников

До начала проведения дифференциальной диагностики заболеваний надпочечников необходимо убедиться, что выявленное при проведении УЗИ или другого метода визуализации образование относится именно к надпочечнику. Симулировать изменения надпочечников могут: дополнительная долька селезенки, дивертикул кардиального отдела желудка, аневризма селезеночной артерии, дислоцированная после нефрэктомии нижняя полая вена.

При использовании лучевых методов диагностики в надпочечниках возможно выявлять следующие патологические процессы [2, 3, 9, 10, 12–14]:

1) гормонально-неактивное образование (киста, гематома, миелолипома, аденома, ганглионеврома, карцинома, метастаз);

2) гиперплазия (первичные гиперальдостеронизм и гиперкортицизм);

3) гормонально-активная опухоль (альдостерон- и кортизонпродуцирующие аденомы, адреногенитальная аденома, феохромоцитома).

Среди гормонально-активных опухолей коры надпочечников наиболее часто встречаются альдостерон- и кортизонпродуцирующие аденомы.

Таким образом, перед специалистом по лучевой диагностике при обследовании пациентов с заболеваниями надпочечников стоят следующие задачи [2, 3, 9]:

- уточнение изменений надпочечников при эндокринных заболеваниях, а именно двусторонняя гиперплазия и односторонняя опухоль при синдромах Конна и Кушинга, а также различные адреногенитальные аденомы и феохромоцитома;
- оценка объемных образований надпочечников у пациентов со злокачественными опухолями различной локализации, в первую очередь рак легких, молочных желез, почек, меланома, а также опухоли яичников, простаты, поджелудочной железы, семинома;
- дифференциация случайно выявленных образований надпочечников у пациентов, не имеющих патологии эндокринной системы или онкологического анамнеза (инциденталомы). Встречаются в 6% всех аутопсий, при этом частота их увеличивается с возрастом.

Доброкачественные гормонально-неактивные заболевания надпочечников

Доброкачественные гормонально-неактивные образования надпочечников (киста, миелолипома, аденома, ганглионеврома и др.) обычно невелики по размеру, протекают бессимптомно, обнаруживаются обычно случайно. Отдельно в этом ряду находится гематома, которая сопровождается анамнезом травмы и/или клиническими проявлениями.

Киста

Кисты надпочечников являются редко встречающимся заболеванием. По генезу делятся на истинные, ложные и паразитарные. Чаще они одиноч-

ные и односторонние. Обычно безболезненны и гормонально-неактивны. В ряде случаев при достижении образованием крупных размеров может отмечаться умеренная болезненность на стороне поражения [15].

При КТ плотность их обычно составляет 0–10 HU, контрастирования содержимого и капсулы не происходит. При МРТ кисты надпочечника гиперинтенсивны на Т2ВИ, гипоинтенсивны – на Т1ВИ, на картах измеряемого коэффициента диффузии (ИКД-картах) ограничения диффузии не происходит, на диффузионно-взвешенных изображениях ДВИ с повышением b-фактора отмечается резкое снижение интенсивности сигнала вплоть до его исчезновения (рис. 1).

В литературе [16] описаны случаи, в которых трудность представляла дифференциальная диагностика простой кисты и кистозной феохромоцитомы. Причинами кистозной трансформации феохромацитомы являются кровоизлияние и некроз в структуре образования. Авторы подчеркивают важность применения в таких случаях радионуклидной диагностики с метайодбензилгуанидином (МИБГ), поскольку солидный компонент может быть выражен крайне незначительно для традиционных методов визуализации.

Гематома

В подавляющем большинстве случаев при закрытой травме живота повреждается правый надпочечник, который оказывается прижатым массивной правой долей печени к позвоночнику. Повреждения надпочечников не имеют типичной клинической картины и их диагностируют с помощью УЗИ или КТ. Характерным является отсутствие накопления контрастного препарата после внутривенного усиления. Нативная плотность, как правило, не ниже 30 HU (рис. 2). В отсроченном периоде могут фрагментарно кальцинироваться.

Миелолипома

Это сравнительно редкая доброкачественная гормонально-неактивная опухоль, по частоте встречаемости занимает второе место после гормонально-неактивных аденом. Как правило, это образования больших размеров, состоящие из жировой ткани и элементов красного костного мозга. Составляет 3–6% от всех диагностируемых объемных образований надпочечников. В 90% случаев имеет одностороннюю локализацию. В 30% случаев в опухоли выявляются кальцинаты или значительные участки кровоизлияний, придающие ей пестрый вид и гетерогенную структуру. Плотность опухоли составляет в среднем –20 HU, иногда снижаясь до –90 и до –120 HU [17].

После внутривенного контрастирования при МСКТ происходит незначительное повышение плотности опухоли. При больших ее размерах может потребоваться хирургическое лечение (рис. 3).

Гормонально-неактивная аденома

Встречается у 1% здоровых людей. Плотность преимущественно составляет 0–10 HU (КТ), интенсивность сигнала на Т2- и Т1ВИ выше, чем у паренхимы печени (МРТ). При размерах более 3–5 см может оказаться злокачественной. Быстрое “вымывание” контрастного вещества после внутривенного болюсного контрастирования помогает в дифференциальной диагностике со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомами (рис. 4).

Ганглионеврома

Это доброкачественная опухоль надпочечника и развивается из ганглиальных клеток. Пациенты молодого возраста; средний возраст – 27 лет. Образование больших размеров; средний размер опухоли – 8 см. Как правило, имеет капсулу. Хирургическое лечение требуется только в том случае, если имеются какие-либо симптомы ее проявления (рис. 5).

Злокачественные гормонально-неактивные заболевания надпочечников

Рак коры надпочечников

Злокачественные гормонально-неактивные опухоли, особенно так называемый пирогенный рак коры надпочечников, клинически проявляются симптомами интоксикации (прежде всего повышением температуры тела), возможно увеличение объема живота, иногда опухоль можно обнаружить пальпаторно. Клиническая картина гормонально-активных злокачественных опухолей может напоминать клиническую картину соответствующих гормонально-неактивных опухолей [1 –3, 9].

Кроме того, следует учитывать, что объемные образования надпочечников диаметром более 3 см в 90–95% случаев являются злокачественными, а менее 3 см – в 78–87% – доброкачественными [2, 9].

Для злокачественных опухолей характерны размеры более 5 см, неровные контуры, инвазия в окружающие структуры, быстрый рост (рис. 6). У 5% пациентов с синдромом Кушинга и у 10% больных с феохромоцитомой опухоли по данным гистологического исследования оказываются злокачественными.

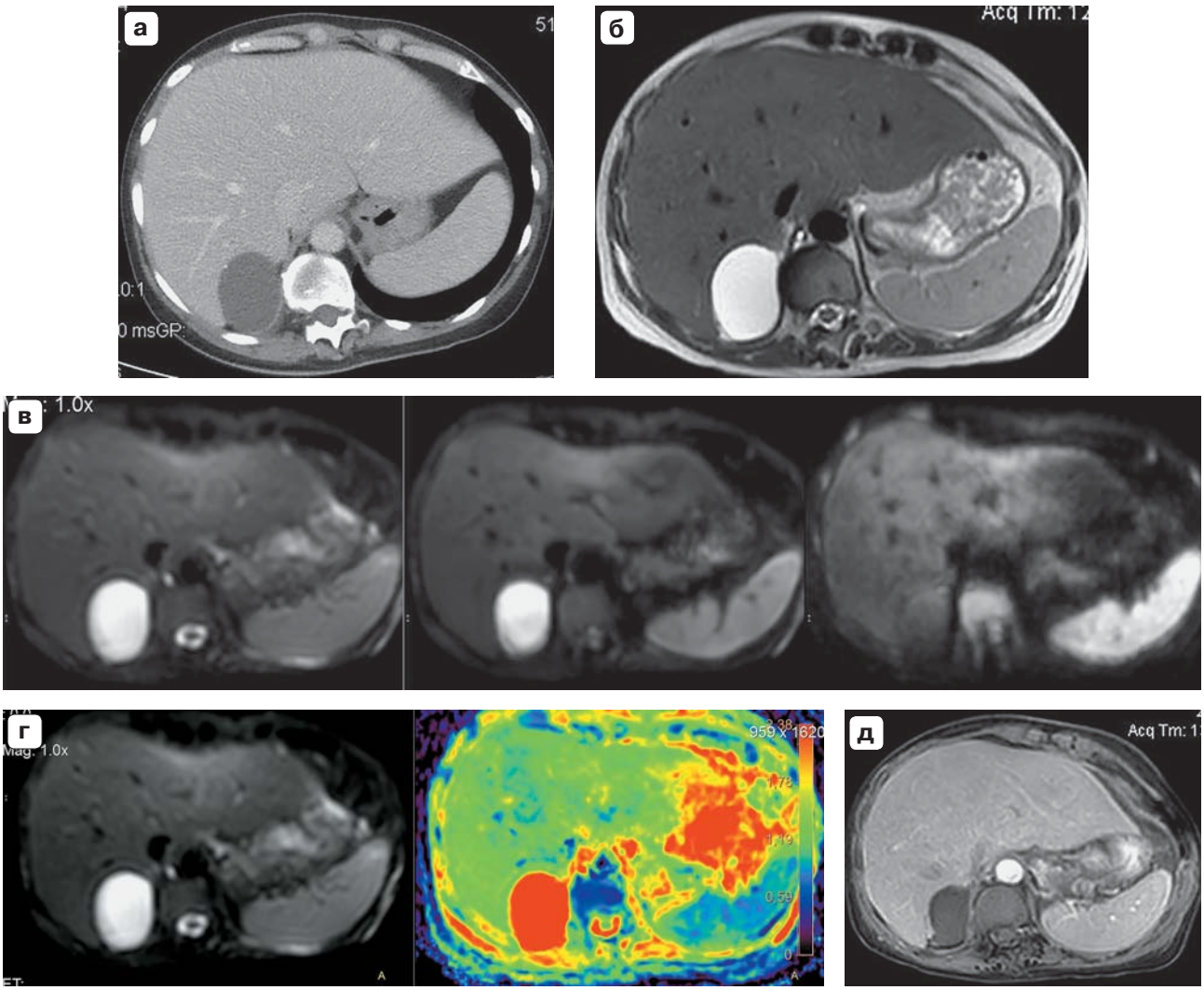


Рис. 1. Киста правого надпочечника.
а – КТ надпочечников с внутривенным контрастированием. В проекции правого надпочечника определяется овальной формы и жидкостной плотности (8 HU) образование, не накапливающее контрастный препарат;
б – МРТ Т2ВИ. В проекции правого надпочечника определяется гиперинтенсивное образование овальной формы;
в – МРТ ДВИ. С повышением b-фактора отмечается резкое снижение интенсивности сигнала от образования вплоть до его исчезновения;
г – МРТ ИКД. Ограничения диффузии в образовании не определяется (ИКД 2,8);
д – МРТ Т1ВИ с внутривенным контрастированием. В проекции правого надпочечника определяется гипоинтенсивное образование овальной формы, не накапливающее контрастный препарат.

Fig. 1. Right adrenal cyst.
а – CT of the adrenal glands with intravenous contrast. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped and fluid density (8 units H) is determined by a formation that does not accumulate a contrast agent;
б – MRI T2-WI. In the projection of the right adrenal gland, a hyperintense oval-shaped formation is determined;
в – DWI MRI. With an increase in the b-factor, there is a sharp decrease in the intensity of the signal from the formation up to its disappearance;
г – MRI ICD. No diffusion limitation in education is detected (ICD 2.8);
д – MRI T1-WI with intravenous contrast enhancement. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped hypointense formation that does not accumulate a contrast agent is determined.

Рис. 2. Острая гематома правого надпочечника. Нативная КТ. В проекции правого надпочечника определяется овальной формы гиперденсное (52 HU) образование.

Fig. 2. Acute hematoma of the right adrenal gland. Native CT. In the projection of the right adrenal gland, an oval-shaped hyperdense (52 units H) formation is determined.

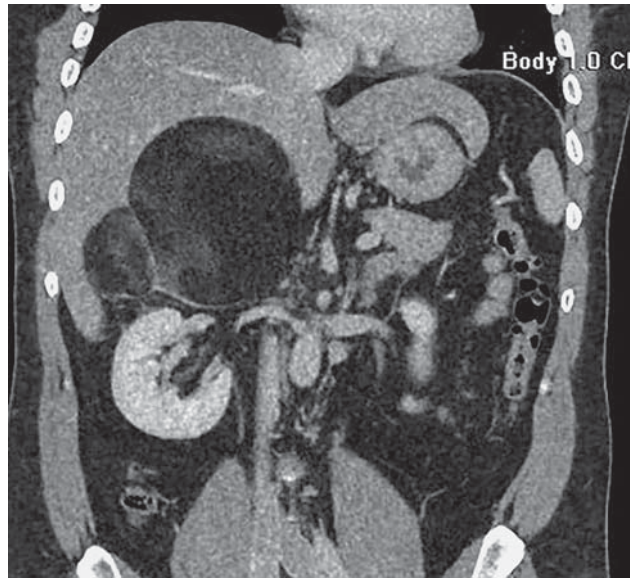


Рис. 3. Миелолипома правого надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В верхних отделах забрюшинного пространства с правой стороны определяется больших размеров жиросодержащее образование, смещающее книзу правую почку.

Fig. 3. Myelolipoma of the right adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the upper sections of the retroperitoneal space, on the right side, a fat-containing formation of large sizes is determined, displacing the right kidney downward.

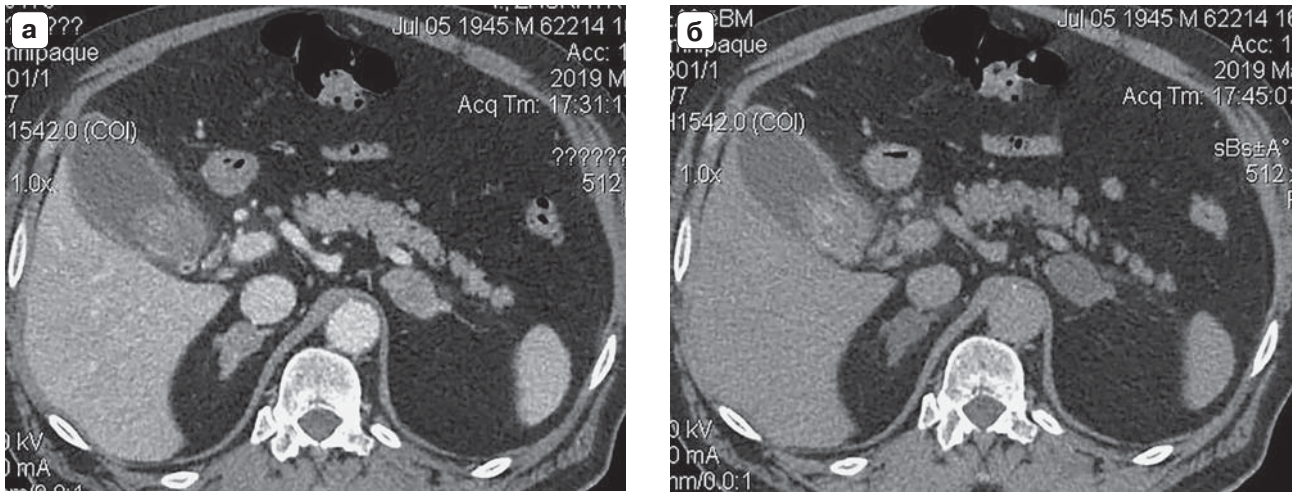


Рис. 4. Гормонально-неактивные аденомы обоих надпочечников.
а – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента начала введения контрастного препарата. Отмечается интенсивное контрастирование образований в обоих надпочечниках;
б – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента начала введения контрастного препарата. Отмечается интенсивное "вымывание" контрастного препарата из образований в обоих надпочечниках.

Fig. 4. Hormone-inactive adenomas of both adrenal glands.
a – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of the start of the administration of the contrast agent. There is an intense contrasting of the formations in both adrenal glands;
б – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of the start of the administration of the contrast agent. There is an intense "washout" of the contrast agent from the formations in both adrenal glands.

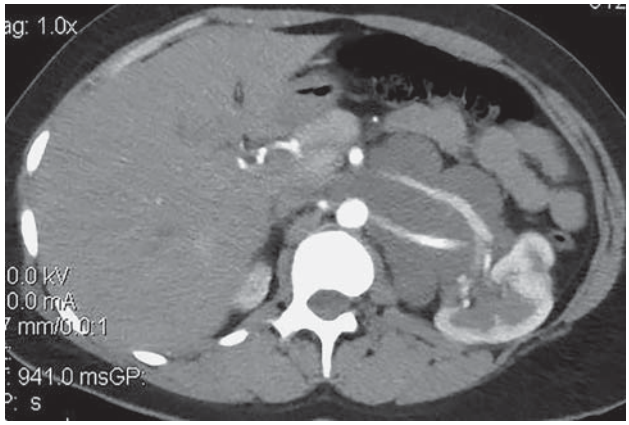


Рис. 5. Ганглионеврома левого надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В проекции левого надпочечника определяется бугристое образование, на фоне которого прослеживаются почечные артерия и вена.

Fig. 5. Ganglioneuroma of the left adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the projection of the left adrenal gland, a tuberous formation is determined, against which the renal artery and vein can be traced.

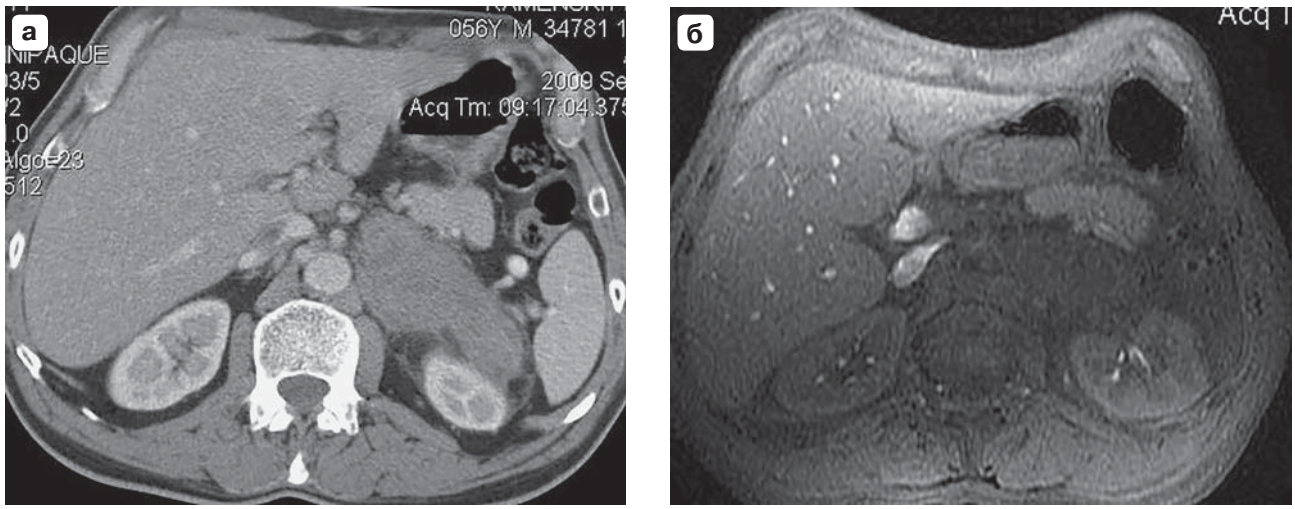


Рис. 6. Адренокортикальный рак слева. **а** – КТ с внутривенным контрастированием; **б** – МРТ Т1ВИ. В проекции левого надпочечника выявляется больших размеров бугристое образование, распространяющееся на брыжейку тонкой кишки и хвост поджелудочной железы.

Fig. 6. Adrenocortical cancer on the left. **а** – CT with intravenous contrast; **б** – MRI T1-WI. In the projection of the left adrenal gland, a large tuberous formation is revealed, extending to the mesentery of the small intestine and the tail of the pancreas.

Метастазы в надпочечники

Метастазы в надпочечники занимают четвертое место после легких, печени и костей по частоте встречаемости метастазов, которые выявляются в них в 9–27% случаев злокачественных опухолей других органов; нередко метастазы двусторонние (41% случаев). Чаще всего в надпочечники метастазируют рак легких (35%) (рис. 7), молочных желез (55%), почек (24–50%), меланома (60%) (рис. 8), а также опухоли яичников, простаты, поджелудочной железы, семинома [18, 19].

Лимфома

Первичная встречается крайне редко [20]. Вторично надпочечники вовлекаются в 4% диффузных неходжкинских лимфом. В 43% наблюдается двустороннее поражение. Примерно у 2/3 пациентов с двусторонним поражением отмечается надпочечниковая недостаточность. Характерен инфильтративный рост вдоль исходной структуры надпочечника. При прогрессировании возможна неоднородность контрастирования с визуализацией некротического кистозного компонента, что затрудняет дифференциальную диагностику. При ПЭТ отмечается гиперфиксация фтордезоксиглюкозы, нивелирующаяся после лечения наряду с уменьшением размеров надпочечников [21].

Гормонально-активные заболевания надпочечников (гиперплазия и опухоли)

При использовании КТ и МРТ в надпочечниках могут определяться два принципиально разных патологических процесса – двусторонняя гипер-

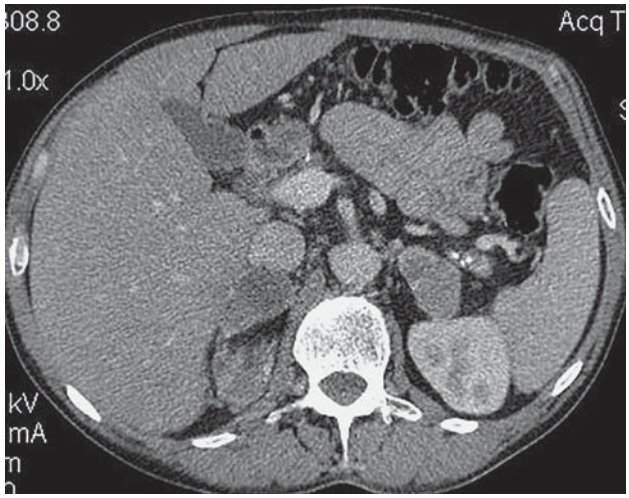


Рис. 7. Метастазы аденокарциномы легкого в оба надпочечника. КТ с внутривенным контрастированием. В проекции обоих надпочечников определяются овальной формы неоднородные образования.

Fig. 7. Metastases of adenocarcinoma of the lung in both adrenal glands. CT with intravenous contrast. In the projection of both adrenal glands, an oval-shaped heterogeneous formation is determined.

Рис. 8. Метастаз меланомы в левый надпочечник. КТ с внутривенным контрастированием. В верхних отделах забрюшинного пространства с левой стороны определяется неоднородное образование гигантских размеров.

Fig. 8. Metastasis of melanoma in the left adrenal gland. CT with intravenous contrast. In the upper parts of the retroperitoneal space on the left side, a heterogeneous formation of gigantic proportions is determined.

плазия и односторонняя опухоль. Для понимания их сути необходимо знать различные виды гормонов надпочечников, а именно:

• минералокортикоиды (вырабатываются клубочковой зоной коры) – альдостерон и, в небольшой степени, кортикостерон и дезоксикортикостерон;

• глюкокортикоиды (вырабатываются пучковой зоной коры) – кортизол, кортикостерон;

• андрогены и эстрогены (вырабатываются сетчатой зоной коры) – андростерон и кортикоэстрон;

• катехоламины (вырабатываются мозговым веществом) – адреналин, норадреналин.

К наиболее часто встречающимся гормонально-активным заболеваниям надпочечников относятся поражения коркового слоя надпочечников – первичный гиперальдостеронизм (синдром Кона) и гиперкортицизм (синдром Кушинга).

Первичный гиперальдостеронизм (синдром Конна)

Клинический синдром, развивающийся чаще в среднем возрасте в результате избыточной продукции альдостерона клубочковой зоной коркового вещества надпочечников, что обусловливает развитие низкорениновой гипокалиемической артериальной гипертензии, мышечной слабости и алкалоза с гипокалиемией. У 70–80% больных с синдромом Конна выявляется гиперплазия надпочечников (рис. 9), а у 20–30% – гормонально-активная аденома (рис. 10) [3].

Для опухоли, исходящей из клубочковой зоны коркового вещества, – альдостеромы (синдром Конна, или первичный гиперальдостеронизм), характерны повышение концентрации альдостерона в крови и снижение активности ренина в плазме крови. Альдостеромы (альдостеронпродуцирующие аденомы) составляют около 25% всех опухолей, исходящих из коры надпочечников. Обычно это солитарные опухоли диаметром от 0,5 до 3 см, редко двусторонние или даже множественные. Гистологически различают альдостеромы, исходящие преимущественно из клубочковой или пучковой зоны, и альдостеромы смешанного строения, исходящие из элементов всех зон коры, в том числе сетчатой зоны. Основная масса опухолевых клеток переполнена липидами, главным образом этерифицированным холестерином. Злокачественные альдостеромы составляют 2–5% всех альдостером. При КТ альдостеронпродуцирующие аденомы (альдостеромы) характеризуются низкой (около 0 HU) плотностью, однородной структурой без включений кальцинатов. После внутривенного болюсного контрастирования аденомы (как односторонние, так и при гиперплазии) интенсивно контрастируются в венозную фазу с быстрым “вымыванием” контрастного вещества. До внедрения в клиническую практику механических инъекторов для болюсного контрастирования

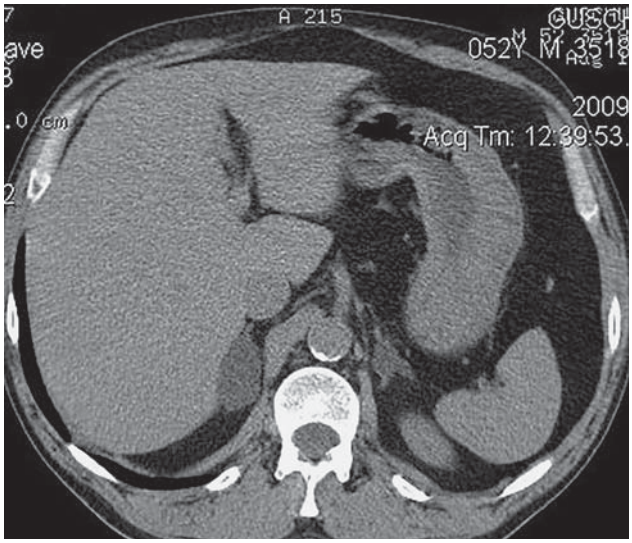


Рис. 9. Двусторонняя асимметричная гиперплазия надпочечников при синдроме Конна. Нативная КТ. Оба надпочечника, преимущественно правый, увеличены в размерах, с формированием с обеих сторон образований плотностью 3 + 6 HU.

Fig. 9. Bilateral asymmetric adrenal hyperplasia in Conn's syndrome. Native CT. Both adrenal glands, mainly the right one, are enlarged, with the formation of formations with a density of 3 + 6 HU on both sides.

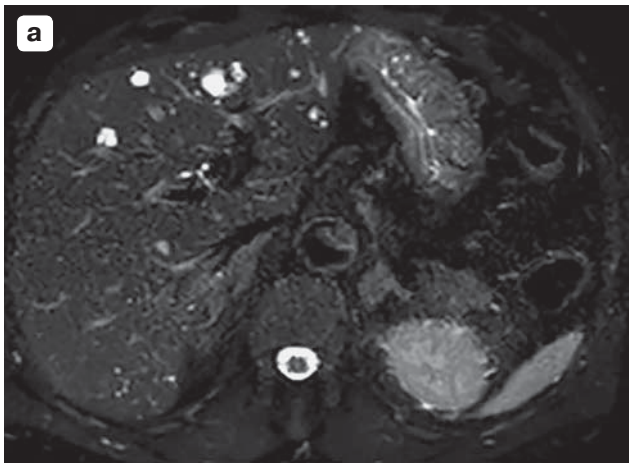


Рис. 10. Левосторонняя альдостеронпродуцирующая аденома.
а – МРТ Т2ВИ. В проекции левого надпочечника определяется округлой формы образование с интенсивностью сигнала выше, чем у печени;
б – МРТ с использованием методики химического сдвига (фаза–противофаза). Интенсивность сигнала от аденомы в противофазу (левое изображение) гораздо ниже, чем в фазу (правое изображение).

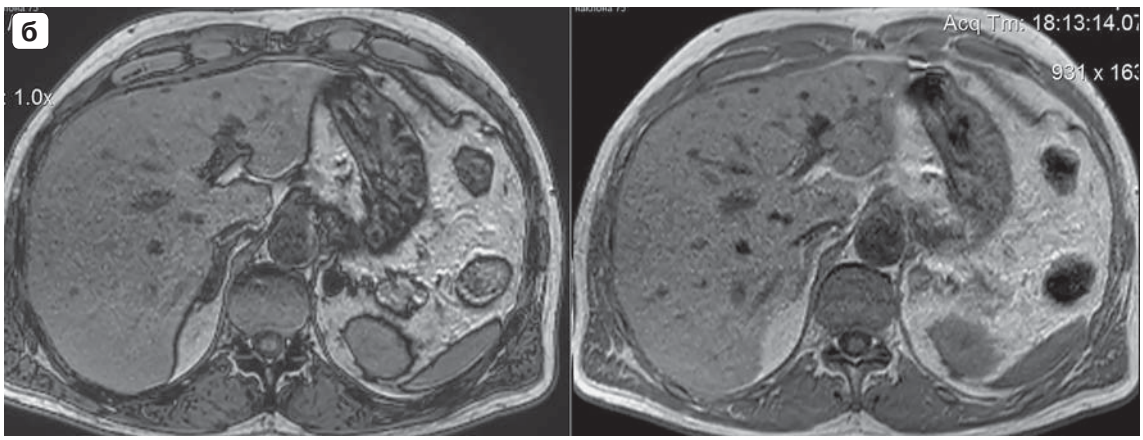


Fig. 10. Left-sided aldosterone-producing adenoma.
a – MRI T2-WI. In the projection of the left adrenal gland, a rounded formation is determined, with a signal intensity higher than that of the liver;
б – MRI using a chemical shift technique (phase–antiphase); The signal intensity from the adenoma in antiphase (left image) is much lower than in phase (right image).

введение контрастного препарата проводилось “от руки” и, соответственно, уловить его накопление в ткани опухоли не представлялось возможным в связи с началом получения изображений в лучшем случае в венозную фазу. Таким образом, ранее ошибочно считалось, что отсутствие контрастирования опухоли является одним из характерных признаков альдостеромы. Альдостеромы практически не бывают злокачественными [2, 9, 10, 22].

Синдром гиперкортицизма, адреногенитальный синдром

Объединяет группу заболеваний, при которых происходит длительное хроническое воздействие на организм избыточного количества гормонов коры надпочечников. Для него характерен ряд симптомов, в том числе ожирение, “лунообразное лицо”, истончение кожи, артериальная гипертензия, стероидный диабет и др. В России болезнью Иценко–Кушинга принято называть гиперплазию надпочечников (рис. 11), вызванную избытком адренокортикотропного гормона (АКТГ), а синдромом Иценко–Кушинга – опухоль, исходящую из коркового вещества железы (кортикостерома) [10, 12, 23] (рис. 12).

В зарубежной литературе гиперкортицизм объединяется понятием “синдром Кушинга”. У 70–85% больных с синдромом Кушинга имеется гиперплазия надпочечников, у 10–15% – кортикостерома (кортизонпродуцирующая аденома), у 5% – адренокортикальный рак (чаще размером более 5 см) [24]. Иногда (около 10%) изменения в надпочечниках не визуализируются.

Кортизонпродуцирующая аденома (кортикостерома) имеет более высокую плотность, чем гормонально-неактивная аденома и аденома при синдроме Конна (20 + 40 HU). Структура ее при больших размерах может быть неоднородной, но без включений кальцинатов (см. рис. 12). Реакция на болюсное контрастирование схожа с таковой альдостеромы, т.е. симптом быстрого “вымывания” контрастного вещества для нее также характерен. Преобладание продукции андрогенов и развитие вирильного синдрома наблюдаются при андростеромах – опухолях, синтезирующих мужские половые гормоны. В редких случаях может возникнуть кортикоэстрома – опухоль, исходящая из коркового вещества надпочечника и продуцирующая женские половые гормоны – эстрогены. При этом у мужчин появляются женские черты: увеличиваются молочные железы, происходит перераспределение жировой клетчатки, исчезают половое влечение и потенция. В редчайших случаях кортикоэстром у женщин в репродуктивном возрасте основным симптомом являются метроррагии. Нередко гормональная продукция опухолей носит смешанный характер, т.е. ими синтезируются как глюко- и минералокортикоиды, так и половые гормоны. Среди таких опухолей более половины составляют злокачественные. Опухоли коры надпочечников, продуцирующие

Рис. 11. Гиперплазия надпочечников при гиперкортицизме. КТ с внутривенным контрастированием. Оба надпочечника увеличены в размерах, контур их волнистый.

Fig. 11. Hyperplasia of the adrenal glands with hypercortisolism. CT with intravenous contrast. Both adrenal glands are enlarged, their contour is wavy.

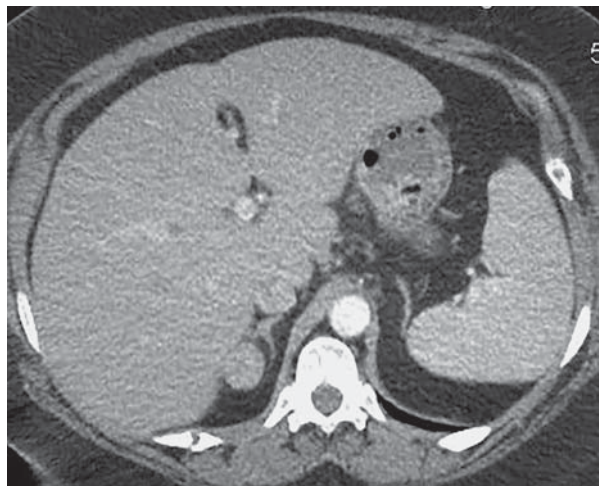


Рис. 12. Аденома при гиперкортицизме. КТ с внутривенным контрастированием. В правом надпочечнике определяется опухоль, левый надпочечник уменьшен в размерах.

Fig. 12. Adenoma with hypercortisolism. CT with intravenous contrast. A tumor is detected in the right adrenal gland, the left adrenal gland is reduced in size.

андрогены, приводят к развитию вирильного синдрома у женщин.

Адреногенитальные аденомы включают в себя андростерому, кортикоандростерому и кортикоэстрому.

Андростерома – вирилизирующая опухоль коры надпочечников, при которой происходит "омужествление" – появление у женщин и усиление у мужчин мужских признаков, встречается сравнительно редко. Эта опухоль секретирует андрогены – мужские половые гормоны, избытком которых обусловливается клиническая картина заболевания. Андростеромы в 2 раза чаще наблюдаются у женщин, чем у мужчин.

Кортикоандростерома – опухоль коры надпочечника, избыточно выделяющая андрогены и глюкокортикоиды, вызывающая синдромы маскулинизации и гиперкортицизма (вирильные и обменные нарушения).

Кортикоэстрома – гормонально-активная опухоль коры надпочечника, избыточно выделяющая эстрогены, а в ряде случаев и глюкокортикоиды и характеризующаяся синдромом феминизации, а иногда и симптомами, присущими болезни Иценко–Кушинга. Заболевание встречается очень редко и наблюдается у мужчин.

Опухоли мозгового слоя надпочечников

Среди опухолей мозгового слоя надпочечников наиболее часто встречается феохромоцитома (хромаффинома) – гормонально-активная опухоль хромаффинных клеток симпатоадреналовой системы надпочечниковой или вненадпочечниковой локализации, секретирующая большое количество катехоламинов. Она исходит из хромаффинной ткани мозгового вещества надпочечников (90%), а также парааортального параганглия (орган Цукеркандля вокруг бифуркации аорты или нижней брыжеечной артерии), клеток параганглиев мочевого пузыря или средостения. Встречается редко и диагностируется у 0,1–1% больных, страдающих гипертензией. Опухоль может возникать в любом возрасте, но чаще диагностируется в возрасте 30–50 лет. У 10% больных феохромоцитома бывает семейной и наследуется по аутосомно-доминантному типу. Около 90% феохромоцитом развивается из мозгового вещества надпочечников, 10% опухолей двусторонние, 10% – вненадпочечниковой локализации и 3–10% – злокачественные (феохромобластомы). Некоторые опухоли протекают без гипертензии и в этих случаях они не выявляются при жизни и обнаруживаются только на аутопсии. При КТ чаще имеют мягкотканную (20–40 HU) плотность. При этом по КТ-характеристикам похожа на кортикостерому, но при больших размерах часто имеет неоднородную структуру, кистозное содержимое и включения кальция. После внутривенного усиления может отмечаться накопление контрастного вещества тканью опухоли [25] (рис. 13). При МРТ гиперинтенсивна на Т2ВИ и ограничивает диффузию на ИКД-картах (см. рис. 13). Данная опухоль может быть составной частью синдрома Сиппла (МЭН II, МЭН IIa), включающего в себя медуллярную карциному щитовидной железы, двустороннюю феохромоцитому и первичный гиперпаратиреоз (рис. 14).

Вненадпочечниковая феохромоцитома (гормонально-активная параганглиома) – это опухоль нейрогенного происхождения, возникающая из параганглиев, построенных из хромаффинной (адреналовой) ткани, секретирующей в кровь адреналин и норадреналин. Афункциональные бессимптомные параганглиомы зачастую являются случайной диагностической находкой. Гормонально-активные параганглиомы, так называемые вненадпочечниковые феохромоцитомы, сопровождаются стойким повышением артериального давления. Масса и диаметр вненадпочечниковых феохромоцитом более чем в 2 раза меньше надпочечниковых: масса в среднем до 40 г и диаметр – до 5 см. Более чем в 95% случаев параганглиома располагается в брюшной полости и связана с верхним и нижним брыжеечными ганглиями (орган Цукеркандля) (рис. 15). В 1% случаев она локализуется в грудной полости и связана с паравертебральными симпатическими ганглиями, в 1% – в мочевом пузыре и еще столько же – в области шеи и связана с симпатическими ганглиями или внечерепными ветвями IX и X пары черепных нервов.

Дифференциальная диагностика объемных образований надпочечников

В связи с возрастающей долей высокоинформативных методов исследования, таких как КТ, все чаще образования надпочечников оказываются случайными находками (инциденталомами). Абсолютное большинство этих образований являются аденомами коры надпочечников. В настоящее время для установки такого диагноза считается достаточным оценка нативной фазы КТ в сочетании с проведением ночного дексаметазонового теста. Нативная плотность образования при КТ ниже 10 HU исключает карциному коры надпочечников и феохромоцитому. Тест для исключения гиперальдостеронизма следует проводить у пациентов с гипертензией и/или гипокалиемией. Оценка половых гормонов и предшественников стероидных гормонов показана пациентам с кли-

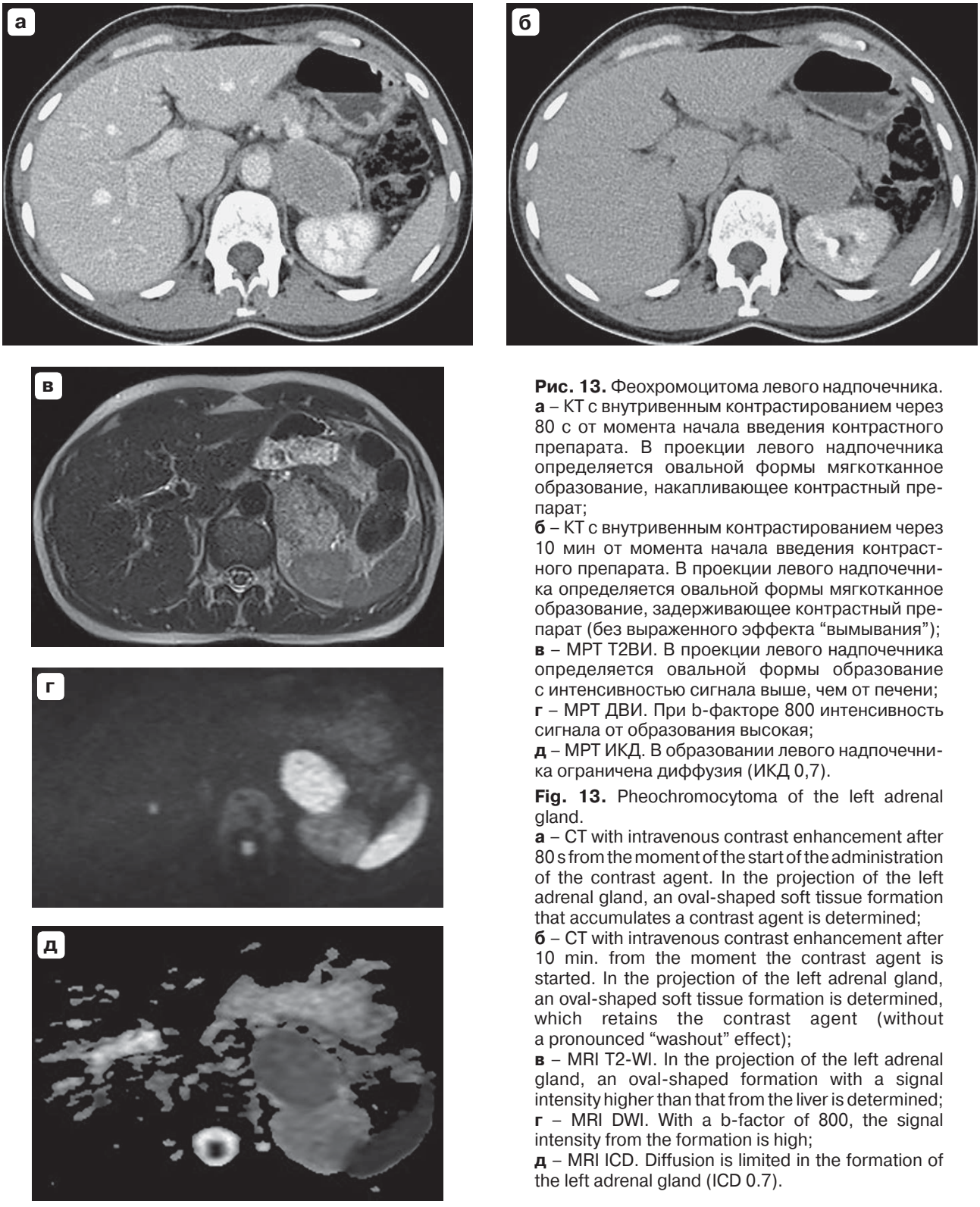


Рис. 13. Феохромоцитома левого надпочечника.
а – КТ с внутривенным контрастированием через 80 с от момента начала введения контрастного препарата. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы мягкотканное образование, накапливающее контрастный препарат;
б – КТ с внутривенным контрастированием через 10 мин от момента начала введения контрастного препарата. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы мягкотканное образование, задерживающее контрастный препарат (без выраженного эффекта “вымывания”);
в – МРТ Т2ВИ. В проекции левого надпочечника определяется овальной формы образование с интенсивностью сигнала выше, чем от печени;
г – МРТ ДВИ. При b-факторе 800 интенсивность сигнала от образования высокая;
д – МРТ ИКД. В образовании левого надпочечника ограничена диффузия (ИКД 0,7).

Fig. 13. Pheochromocytoma of the left adrenal gland.
а – CT with intravenous contrast enhancement after 80 s from the moment of the start of the administration of the contrast agent. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped soft tissue formation that accumulates a contrast agent is determined;
б – CT with intravenous contrast enhancement after 10 min. from the moment the contrast agent is started. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped soft tissue formation is determined, which retains the contrast agent (without a pronounced “washout” effect);
в – MRI T2-WI. In the projection of the left adrenal gland, an oval-shaped formation with a signal intensity higher than that from the liver is determined;
г – MRI DWI. With a b-factor of 800, the signal intensity from the formation is high;
д – MRI ICD. Diffusion is limited in the formation of the left adrenal gland (ICD 0.7).

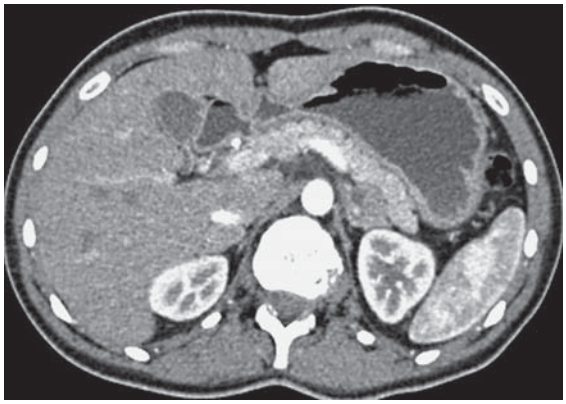


Рис. 14. Двусторонние феохромоцитомы при синдроме Сиппла. КТ с внутривенным контрастированием. В обоих надпочечниках выявляются контрастирующиеся мягкотканные образования.

Fig. 14. Bilateral pheochromocytomas in Sipple's syndrome. CT with intravenous contrast. In both adrenal glands, contrasting soft tissue formations are revealed.

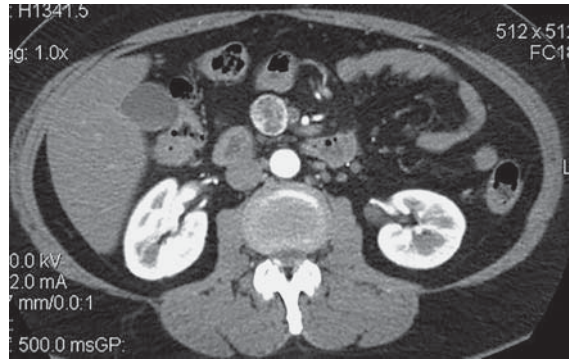


Рис. 15. Вненадпочечниковая феохромоцитома (параганглиома). КТ с внутривенным контрастированием. В проекции органа Цукеркандля определяется интенсивно контрастирующееся мягкотканное образование.

Fig. 15. Extra-adrenal pheochromocytoma (paraganglioma). CT with intravenous contrast. In the projection of the organ of Zuckerkandl, an intensely contrasting soft tissue formation is determined.

ническими проявлениями, позволяющими заподозрить карциному коры надпочечников.

У пациентов с активными вненадпочечниковыми новообразованиями и единичными образованиями надпочечников без подозрения на наличие других отдаленных очагов биопсия под КТ-навигацией может применяться для исключения метастатического поражения [26].

При оценке патологических процессов, локализующихся в надпочечниках, необходимо учитывать следующие нюансы. Во-первых, их трактовку желательно проводить после получения данных лабораторных анализов гормонов коры и мозгового слоя надпочечников, а также гормона, вырабатываемого почками, – ренина. Это необходимо для дифференциальной диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом, так как их лучевая семиотика абсолютно идентична. Кроме того, знание уровня ренина в крови позволит при наличии почечной артериальной гипертензии исключить ее надпочечниковый генез при выявлении аденомы надпочечников (в таких ситуациях следует ее расценивать как гормонально-неактивную). Во-вторых, при выявлении аденомы в одном из надпочечников следует очень внимательно оценивать контралатеральный, так как довольно часто встречается так называемая асимметричная гиперплазия надпочечников, при которой один из надпочечников содержит большую аденому, которая ошибочно трактуется как опухоль, а другой – аденому небольших размеров, которая либо пропускается, либо оценивается как вторая опухоль (см. рис. 9). При истинных опухолях коры надпочечников (альдостерон- и кортизонпродуцирующих аденомах) контралатеральный надпочечник будет выглядеть нормальным или даже атрофичным (см. рис. 12). Это очень важно с клинической точки зрения, так как хирургическое удаление опухоли надпочечника приводит к выздоровлению пациента, а удаление асимметрично увеличенного надпочечника обычно малорезультативно, так как противоположный надпочечник через некоторое время обычно резко увеличивается в размерах, а его небольшие узелки вырастают в крупные аденомы. В тех случаях, когда при выполнении томографии не удается дифференцировать альдостерому и двустороннюю асимметричную гиперплазию надпочечников, необходимо проведение венографии с забором крови, оттекающей от надпочечников, для дифференцированного определения количества гормонов [27].

Для дифференциальной диагностики объемных образований надпочечников в настоящее время можно использовать три следующие методики: КТ с внутривенным болюсным контрастированием по специальной методике и вычислением степени “вымывания”, спектральную КТ и МРТ с использованием методики химического сдвига.

Гормонально-неактивные аденомы встречаются у 1% здоровых людей, при размерах более 3 см могут оказаться злокачественными. Реакция на внутривенное контрастное усиление аналогична таковой альдостером (рис. 16). На основании вычисления скорости “вымывания” контрастного вещества из патологического образования была предложена специальная методика КТ с болюсным контрастированием для дифференциальной

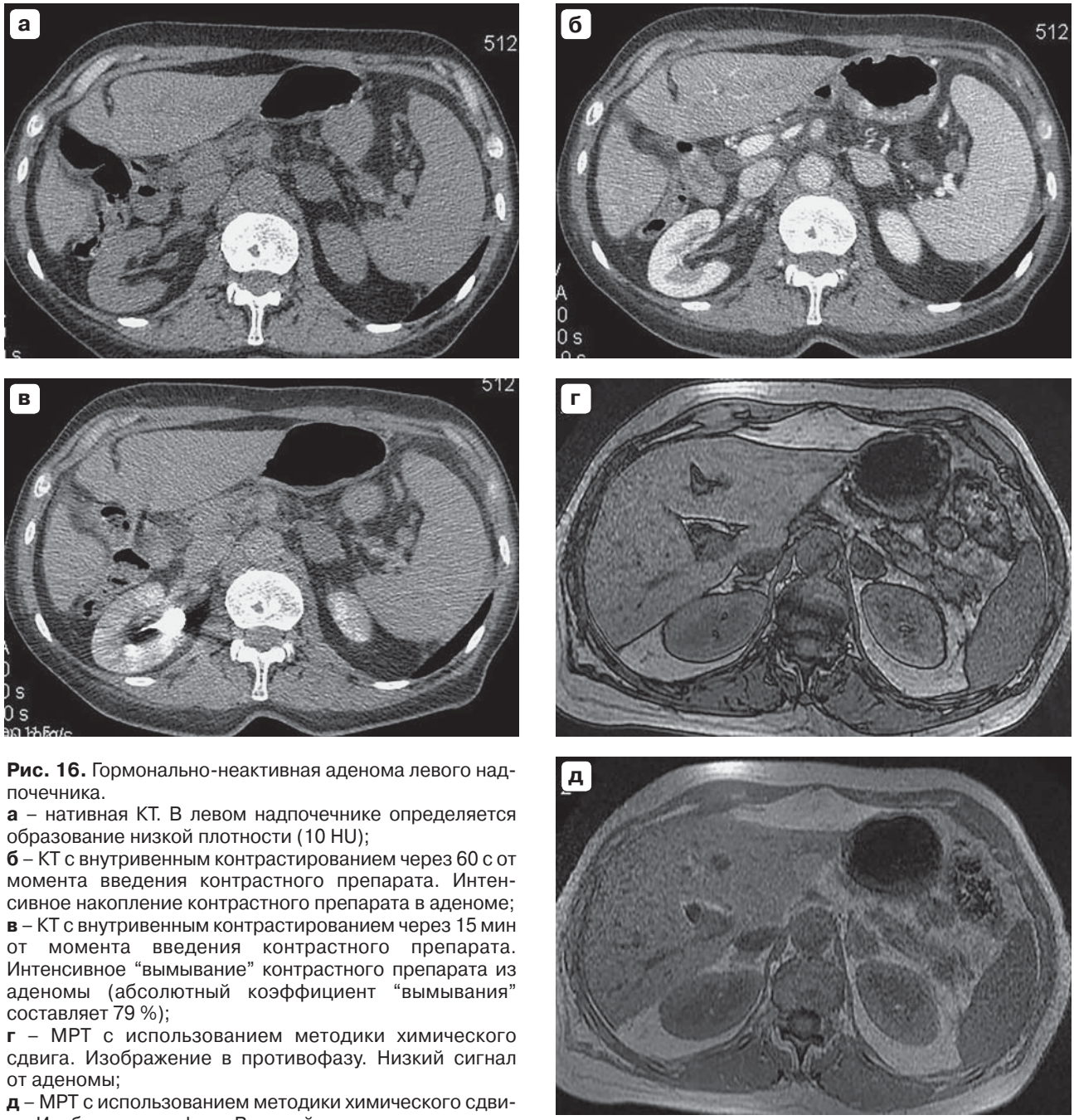


Рис. 16. Гормонально-неактивная аденома левого надпочечника.
а – нативная КТ. В левом надпочечнике определяется образование низкой плотности (10 HU);
б – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в аденоме;
в – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Интенсивное "вымывание" контрастного препарата из аденомы (абсолютный коэффициент "вымывания" составляет 79 %);
г – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в противофазу. Низкий сигнал от аденомы;
д – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в фазу. Высокий сигнал от аденомы.

Fig. 16. Hormone-inactive adenoma of the left adrenal gland.
а – Native CT. In the left adrenal gland, the formation of low density (10 HU) is determined;
б – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of a contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in the adenoma;
в – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of administration of a contrast agent. Intensive "washout" of the contrast agent from the adenoma (the absolute "washout" coefficient is 79%);
г – MRI using chemical shift technique. The image is in antiphase. Low signal from adenoma;
д – MRI using chemical shift technique. The image is in phase. High signal from adenoma.

диагностики альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомами.

Предлагаются следующие критерии: абсолютное и относительное "вымывание" контрастного препарата. В первом случае из плотности образования через 60 с после начала болюсного контрастирования вычитается его плотность, измеренная через 15 мин после начала контрастирования, и делится на разность в плотности, измеренной через 60 с после начала болюсного контрастирования и нативно. Если это значение, умноженное на 100%, превышает 60%, то процесс должен рассматриваться как доброкачественный, менее 60% – как злокачественный или феохромоцитома. При использовании симптома относительного "вымывания" контрастного препарата разница в плотности между исследованием на 60-й секунде и на 15-й минуте делится на значение плотности, вычисленной на 60-й секунде, и умножается на 100%. Значение более 40% свидетельствует о доброкачественном процессе, менее 40% – о злокачественном или феохромоцитоме.

Существует еще один способ определения абсолютного "вымывания" контрастного препарата. Из плотности образования через 80 с после начала болюсного контрастирования вычитается его плотность, измеренная через 10 мин после начала контрастирования, и делится на разность в плотности, измеренной через 80 с после начала болюсного контрастирования и нативно. Если это значение, умноженное на 100%, превышает 50%, то процесс должен рассматриваться как доброкачественный [28, 29], менее 50% – как злокачественный или феохромоцитома (см. рис. 13).

Таким образом, симптом быстрого "вымывания" контрастного вещества после внутривенного болюсного контрастирования помогает в дифференциальной диагностике альдостеронпродуцирующих и гормонально-неактивных аденом со злокачественными новообразованиями и феохромоцитомами.

При дифференциальной диагностике гиперплазии коры надпочечников с односторонней аденомой следует учитывать, что в первом случае надпочечники часто симметрично увеличены, ширина ножек надпочечника более 10 мм, отдельные образования или узлы, как правило, не определяются (см. рис. 11). При макронодулярной гиперплазии доминантный узел имитирует аденомы надпочечников небольших размеров (см. рис. 9). При макронодулярной гиперплазии оба надпочечника увеличены, в то время как при альдостерон- и кортизонпродуцирующих аденомах оставшаяся часть ипсилатерального надпочечника и контралатеральный надпочечник атрофированы (см. рис. 12).

В целом можно резюмировать, что объемные образования надпочечников диаметром более 3 см в 79–95% случаев являются злокачественными, менее 3 см – в 78–87% – доброкачественными [30–32]. В настоящее время злокачественность опухоли в основном определяется на основании количественных показателей трехфазной КТ. Поскольку более 70% аденом имеют высокое внутриклеточное содержание жира, то при нативной КТ их плотность низка. В то же время метастазы, адренокортикальный рак и феохромоцитома не содержат внутриклеточного жира и их нативная плотность значительно выше. Пороговое значение нативной плотности образования должно составлять 10 HU (специфичность 100%, чувствительность 89%) [33]. Однако от 12 до 30% доброкачественных аденом имеют нативную плотность более 10 HU, поэтому для дифференциальной диагностики злокачественных образований надпочечников, феохромоцитом и аденом с низким содержанием жира необходимо выполнить КТ с контрастированием либо МРТ. При неопределенных/подозрительных на злокачественность данных КТ и размерах опухоли менее 3 см оптимальным считают интервал первичного наблюдения 3 мес. Рост доброкачественных опухолей составляет менее 1 см в год, злокачественных – более 2 см. При размерах опухоли более 4 см и неопределенных/подозрительных на злокачественность данных КТ возможно принятие решение об адреналэктомии без проведения динамического контроля [34].

Спектральная КТ

Дополнительные возможности в диагностике образований надпочечников появляются при использовании двухэнергетической КТ, которая позволяет разделять спектр излучения одной трубки на сигналы высокой и низкой энергии. Это позволяет получать спектральные результаты ретроспективно, после стандартного исследования, основывая их на разделении исходных сырых данных. При просмотре изображений надпочечников в режиме низкой моноэнергии жиросодержащие образования надпочечника уменьшают свою плотность, водосодержащие – не изменяют, а мягкотканные – увеличивают. Эту оценку можно выполнить и при нативном исследовании.

МРТ с использованием методики химического сдвига (фаза и противофаза)

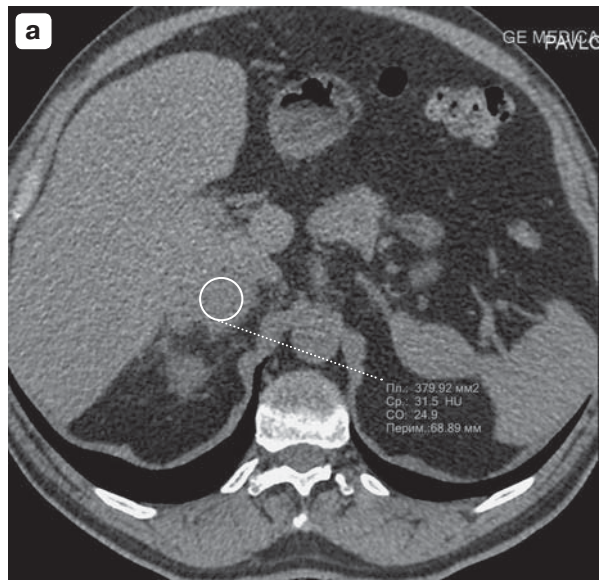
В фазе и противофазе сканирования используются мультиэхотехнологии, при которых возбу-

ждение от импульса одновременно преобразуется в два эхосигнала. Главное различие между фазами заключается в том, что в фазе для изображения используется продолжительное ТЕ (время появления эхо) 4,5, в отличие от противофазы, где для формирования изображения используется короткое ТЕ 2,3. Протоны жира и воды имеют различные резонансные частоты с различным временем появления эхо. В фазе и противофазе изображения формируются, когда протоны жира и воды взаимно резонируют либо "в фазе" или с разворотом на 180° "в противофазе". Соответственно, сигнал от аденом, которые содержат внутриклеточный жир, будет снижаться в противофазу по сравнению с сигналом в фазу (см. рис. 10, 16). Поскольку злокачественные образования и феохромоцитома не содержат внутриклеточного жира, интенсивность сигнала в фазу и противофазу будет одинакова (рис. 17).

Также делались попытки для дифференциальной диагностики объемных образований надпочечников использовать методику МРТ ДВИ, которая основана на возможности степени оценки подвижности молекул воды в биологических тканях. Чем больше клеток в ткани, тем меньше подвижность молекул воды и наоборот. Опухоли содержат сравнительно большее количество клеток, чем окружающие нормальные ткани, поэтому диффузия воды в них ограничена, и они отображаются как очаги повышенной интенсивности сигнала на ДВИ и пониженной интенсивности сигнала на ИКД-картах. Однако при оценке характера различных объемных образований надпочечников ИКД малоинформативен в связи со значительным совпадением получаемых значений при доброкачественных и злокачественных поражениях (см. рис. 13). Исключение составляет дифференциаль-

Рис. 17. Метастаз протоковой аденокарциномы в правый надпочечник.
а – нативная КТ. В правом надпочечнике определяется бугристое образование мягкотканной плотности (32 HU);
б – КТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в образовании до 87 HU;
в – КТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Слабое "вымывание" контрастного препарата из образования, плотность которого составляет 60 HU (абсолютный коэффициент "вымывания" составляет 49%);
г – МРТ с использованием методики химического сдвига. Изображение в противофазу (левое изображение). Высокий сигнал от образования правого надпочечника (аналогично сигналу в фазу). Для сравнения – низкий сигнал от неизмененного левого надпочечника. Изображение в фазу (правое изображение). Высокий сигнал от образования правого надпочечника (аналогично сигналу в противофазу). Для сравнения – высокий сигнал от неизмененного левого надпочечника;
д – МРТ с внутривенным контрастированием через 60 с от момента введения контрастного препарата. Интенсивное накопление контрастного препарата в образовании;
е – МРТ с внутривенным контрастированием через 15 мин от момента введения контрастного препарата. Слабое "вымывание" контрастного препарата из образования.

Fig. 17. Metastasis of ductal adenocarcinoma in the right adrenal gland.
а – Native CT. In the right adrenal gland, a tuberous formation of soft tissue density (32 HU) is determined;
б – CT with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of a contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in education up to 87 HU;
в – CT with intravenous contrast in 15 min. from the moment of administration of a contrast agent. Weak "washout" of the contrast agent from the formation, the density of which is 60 HU (the absolute coefficient of "washout" is 49%);
г – MRI using chemical shift technique. The image is in antiphase (left image). A high signal from the formation of the right adrenal gland (similar to the signal in phase). For comparison, a low signal from the unchanged left adrenal gland. Image in phase (right image). High signal from the formation of the right adrenal gland (similar to the signal in antiphase). For comparison, a high signal from the unchanged left adrenal gland;
д – MRI with intravenous contrast enhancement after 60 s from the moment of administration of the contrast agent. Intensive accumulation of contrast agent in education;
е – MRI with intravenous contrast enhancement after 15 min from the moment of administration of a contrast agent. Weak "washout" of the contrast agent from the formation.



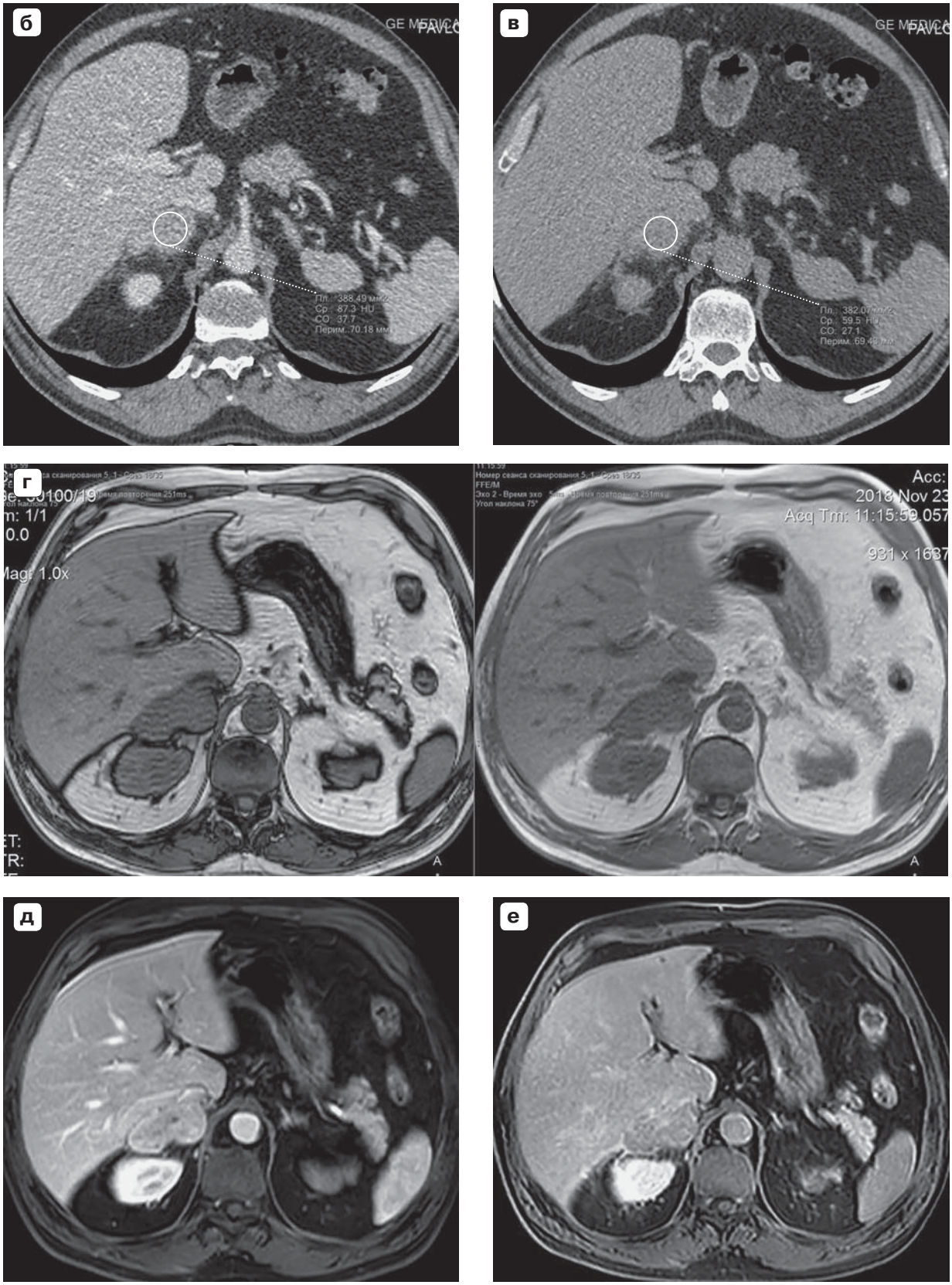


Рис. 17 ***(окончание)*****.**
Fig. 17 ***(end)*****.**

ная диагностика кист надпочечников, которые при ДВИ имеют характерные признаки (см. рис. 1).

Таким образом, применение КТ и МРТ с внутривенным контрастированием позволяет не только диагностировать объемные образования надпочечников, но и в большинстве случаев устанавливать их генез.

Участие авторов

Араблинский А.В. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Румер В.Б. – участие в научном дизайне, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Authors' participation

Arablinsky A.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Rumer V.B. – participation in scientific design, conducting research, collection and analysis of data, text preparation and editing, preparation and creation of the published work,

Список литературы

1. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р., Синельников А.Я. Атлас анатомии человека. В 4-х томах. Т. 2. Учение о внутренностях и эндокринных железах. М.: Новая волна, Умеренков, 2010.
2. Heinz-Peer G. Adrenal masses. *Eur. J. Radiol*. 2002; 41: 2–17.
3. Прокоп М., Галански М. Спиральная и многослойная компьютерная томография. В 2-х томах. Т.1. М.: Медпресс-информ, 2009: 425–438.
4. Lam A.K. Update on Adrenal Tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of Endocrine Tumours. *Endocr. Pathol*. 2017; 28 (3): 213–227. http://doi.org/10.1007/s12022-017-9484-5
5. Cancer Genome Atlas Research Network, Weinstein J.N., Collisson E.A., Mills G.B., Shaw K.R., Ozenberger B.A., Ellrott K., Shmulevich I., Sander C., Stuart J.M. The Cancer Genome Atlas Pan-Cancer analysis project. *Nat. Genet*. 2013; 45 (10):1113–1120. http://doi.org/10.1038/ng.2764
6. Micali F., Porena M., Vespasiani G., Virgili G. Advances in Diagnosis and Treatment of Adrenal Tumors. In: Pavone-Macaluso M., Smith P.H., Bagshaw M.A. (eds). Testicular Cancer and Other Tumors of the Genitourinary Tract. Ettore Majorana International Science Series. Vol. 8. Boston: Springer, MA, 1985. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9_60
7. Бельцевич Д.Г., Бохян В.Ю., Горбунова В.А., Коломейцева А.А., Кузнецов Н.С., Мельниченко Г.А., Переводчикова Н.И., Стилиди И.С. Общероссийский союз общественных объединений, Ассоциация онкологов России, Проект клинические рекомендации по лечению рака коры надпочечников (адренокортикального рака). М., 2014.
8. Libé R., Borget I., Ronchi C.L., Zaggia B., Kroiss M., Kerkhofs T., Bertherat J., Volante M., Quinkler M., Chabre O., Bala M., Tabarin A., Beuschlein F., Vezzosi D., Deutschbein T., Borson-Chazot F., Hermsen I., Stell A., Fottner C., Leboulleux S., Hahner S., Mannelli M., Berruti A., Haak H., Terzolo M., Fassnacht M., Baudin E.; ENSAT network. Prognostic factors in stage III–IV adrenocortical carcinomas (ACC): an European Network for the Study of Adrenal Tumor (ENSAT) study. *Ann. Oncol*. 2015; 26 (10): 2119–2125. https://doi.org/10.1093/annonc/mdv329
9. Peppecorn P.D., Reznek R.H. State-of-the-art CT and MRI of the adrenal gland. *Eur. J. Radiol*. 1997; 7: 822–836.
10. Араблинский А.В. Современная лучевая диагностика объемных образований паренхиматозных органов и некоторых других заболеваний брюшной полости и забрюшинного пространства. Автореф. дис ... д-ра мед. наук. М., 1993. 26 с.
11. Koo H.J., Choi H.J., Kim H.J., Kim S.O., Cho K.S. The value of 15-minute delayed contrast-enhanced CT to differentiate hyperattenuating adrenal masses compared with chemical shift MR imaging. *Eur. Radiol*. 2014; 24 (6): 1410–1420. http://doi.org/10.1007/s00330-013-3084-7
12. Власов П.В., Котляров П.М. Лучевая диагностика заболеваний надпочечников. *Медицинская визуализация*. 1999; 4: 31–37.
13. Дубова Е.А., Щеголев А.И., Кармазановский Г.Г. Миелолипома надпочечника. *Медицинская визуализация*. 2006; 1: 22–28.
14. Botsikas D., Triponez F., Boudabbous S., Hansen C., Becker C.D., Montet X. Incidental adrenal lesions detected on enhanced abdominal dual-energy CT: can the diagnostic workup be shortened by the implementation of virtual unenhanced images? *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (10): 1746–1751. http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.06.017
15. Soroush A., Anbara T., Lashkari M., Mir A. Giant adrenal pseudocyst. *Arch. Iran Med*. 2013; 16 (12): 741–742. PMID: 24329150.
16. Kumar S., Parmar K.M., Aggarwal D., Jhangra K. Simple adrenal cyst masquerading clinically silent giant cystic pheochromocytoma. *BMJ Case Rep*. 2019; 12 (9): e230730. http://doi.org/10.1136/bcr-2019-230730
17. Bokhari M.R., Zulfiqar H., Garla V.V. Adrenal Myelolipoma. 2021 Mar 14. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. PMID: 28613782.
18. Choi Y.A., Kim C.K., Park B.K., Kim B. Evaluation of adrenal metastases from renal cell carcinoma and hepatocellular carcinoma: use of delayed contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2013; 266 (2): 514–520. http://doi.org/10.1148/radiol.12120110
19. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal mass imaging with multidetector CT: pathologic conditions, pearls, and pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5):1333–1351. http://doi.org/10.1148/rg.295095027
20. Zhou L., Peng W., Wang C., Liu X., Shen Y., Zhou K. Primary adrenal lymphoma: radiological; pathological, clinical correlation. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (3): 401–405. http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.026
21. Elsayes K.M., Emad-Eldin S., Morani A.C., Jensen C.T. Practical Approach to Adrenal Imaging. Radiol. Clin. N. Am. 2017; 55 (2): 279–301. http://doi.org/10.1016/j.rcl.2016.10.005
22. Араблинский А.В. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний надпочечников. *Диагностическая и интервенционная радиология*. 2011; 5 (1): 95–103.

23. Степанова Ю.А., Тимина И.Е., Ашивкина О.И., Ветшева Н.Н., Косова И.А., Берелавичус С.В. Опухоли надпочечников: клинико-лучевая диагностика (обзор литературы). *Медицинская визуализация*. 2014; 2: 48–60.
24. Sohaib S.A., Hanson J.A., Newell-Price J.D., Trainer P.J., Monson J.P., Grossman A.B., Besser G.M., Reznek R.H. CT appearance of the adrenal glands in adrenocorticotrophic hormone-dependent Cushing's syndrome. *Am. J. Roentgenol*. 1999; 172 (4): 997–1002. http://doi.org/10.2214/ajr.172.4.10587135
25. Francis I.R., Korobkin M. Pheochromocytoma. *Radiol. Clin. N. Am*. 1996; 34; 1101–1112.
26. Corssmit E.P.M., Dekkers O.M. Screening in adrenal tumors. *Curr. Opin. Oncol*. 2019; 31 (3): 243–246. http://doi.org/10.1097/CCO.0000000000000528
27. Ветшев П.С., Кондрашин С.А., Ипполитов Л.И. Современные ангиологические технологии в диагностике и хирургическом лечении заболеваний надпочечников. *Медицинская визуализация*. 2002; 1: 68–76.
28. Caoili E.M., Korobkin M., Francis I.R., Cohan R.H., Platt J.F., Dunnick N.R., Raghupathi K.I. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT. *Radiology*. 2002; 222 (3): 629–633. http://doi.org/10.1148/radiol.2223010766
29. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal Mass Imaging with Multidetector CT: Pathologic Conditions, Pearls, and Pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5): 1333–1351. https://doi.org/10.1148/rg.295095027
30. Gajraj H., Young A.E. Adrenal incidentaloma. *Br. J. Surg*. 1993; 80 (4): 422–426. https://doi.org/10.1002/bjs.1800800405
31. Lee M.J., Hahn P.F., Papanicolaou N., Egglin T.K., Saini S., Mueller P.R., Simeone J.F. Benign and malignant adrenal masses: CT distinction with attenuation coefficients, size, and observer analysis. *Radiology*. 1991; 179 (2): 415–418. https://doi.org/10.1148/radiology.179.2.2014283.
32. McGahan J.P. Adrenal gland: MR imaging. *Radiology*. 1988; 166 (1, Pt 1): 284–285. https://doi.org/10.1148/radiology.166.1.3336697
33. Boland G.W., Lee M.J., Gazelle G.S., Halpern E.F., McNicholas M.M., Mueller P.R. Characterization of adrenal masses using unenhanced CT: an analysis of the CT literature. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 171 (1): 201–204. https://doi.org/10.2214/ajr.171.1.9648789
34. Fassnacht M., Arlt W., Bancos I., Dralle H., Newell-Price J., Sahdev A., Tabarin A., Terzolo M., Tsagarakis S., Dekkers O.M. Management of adrenal incidentalomas: European Society of Endocrinology Clinical Practice Guideline in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *Eur. J. Endocrinol.* 2016; 175 (2): G1–G34. https://doi.org/10.1530/EJE-16-0467

References

1. Sinelnikov R.D., Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. Atlas of human anatomy. In 4 volumes. Vol. 2. The doctrine of the entrails and endocrine glands-M.: New Wave, Umerenkov, 2010. (In Russian)
2. Heinz-Peer G. Adrenal masses. *Eur. J. Radiol*. 2002; 41: 2–17.
3. Prokop M., Galansky M. Spiral and multilayer computed tomography. In 2 volumes. Vol. 1. - M.: Medpress-inform, 2009: 425–438. (In Russian)
4. Lam A.K. Update on Adrenal Tumours in 2017 World Health Organization (WHO) of Endocrine Tumours. *Endocr. Pathol*. 2017; 28 (3): 213–227. http://doi.org/10.1007/s12022-017-9484-5
5. Cancer Genome Atlas Research Network, Weinstein J.N., Collisson E.A., Mills G.B., Shaw K.R., Ozenberger B.A., Ellrott K., Shmulevich I., Sander C., Stuart J.M. The Cancer Genome Atlas Pan-Cancer analysis project. *Nat. Genet*. 2013; 45 (10):1113–1120. http://doi.org/10.1038/ng.2764
6. Micali F., Porena M., Vespasiani G., Virgili G. Advances in Diagnosis and Treatment of Adrenal Tumors. In: Pavone-Macaluso M., Smith P.H., Bagshaw M.A. (eds). Testicular Cancer and Other Tumors of the Genitourinary Tract. Ettore Majorana International Science Series. Vol. 8. Boston: Springer, MA, 1985. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2453-9_60
7. Beltsevich D.G., Bokhyan V.Yu., Gorbunova V.A., Kolomeitseva A.A., Kuznetsov N.S., Melnichenko G.A., Perevodchikova N.I., Stilidi I.S. All-Russian Union of Public Associations, Association of Oncologists of Russia, Project clinical recommendations for the treatment of adrenal cortex cancer (adrenocortical cancer). Moscow, 2014. (In Russian)
8. Libé R., Borget I., Ronchi C.L., Zaggia B., Kroiss M., Kerkhofs T., Bertherat J., Volante M., Quinkler M., Chabre O., Bala M., Tabarin A., Beuschlein F., Vezzosi D., Deutschbein T., Borson-Chazot F., Hermsen I., Stell A., Fottner C., Leboulleux S., Hahner S., Mannelli M., Berruti A., Haak H., Terzolo M., Fassnacht M., Baudin E.; ENSAT network. Prognostic factors in stage III–IV adrenocortical carcinomas (ACC): an European Network for the Study of Adrenal Tumor (ENSAT) study. *Ann. Oncol*. 2015; 26 (10): 2119–2125. https://doi.org/10.1093/annonc/mdv329
9. Peppecorn P.D., Reznek R.H. State-of-the-art CT and MRI of the adrenal gland. *Eur. J. Radiol*. 1997; 7: 822–836.
10. Arablinsky A.V. Modern radiation diagnostics of volumetric formations of parenchymal organs and some other diseases of the abdominal cavity and retroperitoneal space: Dis ... doctor of medical sciences. M., 1993. 26 p. (In Russian)
11. Koo H.J., Choi H.J., Kim H.J., Kim S.O., Cho K.S. The value of 15-minute delayed contrast-enhanced CT to differentiate hyperattenuating adrenal masses compared with chemical shift MR imaging. *Eur. Radiol*. 2014; 24 (6): 1410–1420. http://doi.org/10.1007/s00330-013-3084-7
12. Vlasov P.V., Kotlyarov P.M. Radiation diagnostics of diseases of the adrenal glands. *Medical visualization*. 1999; 4: 31–37. (In Russian)
13. Dubova E.A., Shchegolev A.I., Karmazanovsky G.G. Myelolipoma of the adrenal gland. *Medical visualization*. 2006; 1: 22–28. (In Russian)
14. Botsikas D., Triponez F., Boudabbous S., Hansen C., Becker C.D., Montet X. Incidental adrenal lesions detected on enhanced abdominal dual-energy CT: can the diagnostic workup be shortened by the implementation of virtual unenhanced images? *Eur. J. Radiol.* 2014; 83 (10): 1746–1751. http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2014.06.017
15. Soroush A., Anbara T., Lashkari M., Mir A. Giant adrenal pseudocyst. *Arch. Iran Med*. 2013; 16 (12): 741–742. PMID: 24329150.
16. Kumar S., Parmar K.M., Aggarwal D., Jhangra K. Simple adrenal cyst masquerading clinically silent giant cystic pheochromocytoma. *BMJ Case Rep*. 2019; 12 (9): e230730. http://doi.org/10.1136/bcr-2019-230730
17. Bokhari M.R., Zulfiqar H., Garla V.V. Adrenal Myelolipoma. 2021 Mar 14. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan. PMID: 28613782.

18. Choi Y.A., Kim C.K., Park B.K., Kim B. Evaluation of adrenal metastases from renal cell carcinoma and hepatocellular carcinoma: use of delayed contrast-enhanced CT. *Radiology*. 2013; 266 (2): 514–520. http://doi.org/10.1148/radiol.12120110
19. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal mass imaging with multidetector CT: pathologic conditions, pearls, and pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5):1333–1351. http://doi.org/10.1148/rg.295095027
20. Zhou L., Peng W., Wang C., Liu X., Shen Y., Zhou K. Primary adrenal lymphoma: radiological; pathological, clinical correlation. *Eur. J. Radiol*. 2012; 81 (3): 401–405. http://doi.org/10.1016/j.ejrad.2010.11.026
21. Elsayes K.M., Emad-Eldin S., Morani A.C., Jensen C.T. Practical Approach to Adrenal Imaging. Radiol. Clin. N. Am. 2017; 55 (2): 279–301. http://doi.org/10.1016/j.rcl.2016.10.005
22. Arablinsky A.V. Computer and magnetic resonance imaging in the diagnosis of diseases of the adrenal glands. *Diagnostic and Interventional Radiology*. 2011; 5 (1): 95–103. (In Russian)
23. Stepanova Yu.A., Mitina I.E., Shishkina O.I., Vetsheva N.N., Kosova I.A., Berelavichus S.V. Adrenal tumors: clinical and radiation diagnostics (literature review). *Medical Visualization*. 2014; 2: 48–60. (In Russian)
24. Sohaib S.A., Hanson J.A., Newell-Price J.D., Trainer P.J., Monson J.P., Grossman A.B., Besser G.M., Reznek R.H. CT appearance of the adrenal glands in adreno-corticotrophic hormone-dependent Cushing's syndrome. *Am. J. Roentgenol*. 1999; 172 (4): 997–1002. http://doi.org/10.2214/ajr.172.4.10587135
25. Francis I.R., Korobkin M. Pheochromocytoma. *Radiol. Clin. N. Am*. 1996; 34; 1101–1112.
26. Corssmit E.P.M., Dekkers O.M. Screening in adrenal tumors. *Curr. Opin. Oncol*. 2019; 31 (3): 243–246. http://doi.org/10.1097/CCO.0000000000000528
27. Vetshev P.S., Kondrashin S.A., Ippolitov L.I. Modern angiological technologies in the diagnosis and surgical treatment of adrenal diseases. *Medical visualization*. 2002; 1: 68–76. (In Russian)
28. Caoili E.M., Korobkin M., Francis I.R., Cohan R.H., Platt J.F., Dunnick N.R., Raghupathi K.I. Adrenal masses: characterization with combined unenhanced and delayed enhanced CT. *Radiology*. 2002; 222 (3): 629–633. http://doi.org/10.1148/radiol.2223010766
29. Johnson P.T., Horton K.M., Fishman E.K. Adrenal Mass Imaging with Multidetector CT: Pathologic Conditions, Pearls, and Pitfalls. *Radiographics*. 2009; 29 (5): 1333–1351. https://doi.org/10.1148/rg.295095027
30. Gajraj H., Young A.E. Adrenal incidentaloma. *Br. J. Surg*. 1993; 80 (4): 422–426. https://doi.org/10.1002/bjs.1800800405
31. Lee M.J., Hahn P.F., Papanicolaou N., Egglin T.K., Saini S., Mueller P.R., Simeone J.F. Benign and malignant adrenal masses: CT distinction with attenuation coefficients, size, and observer analysis. *Radiology*. 1991; 179 (2): 415–418. https://doi.org/10.1148/radiology.179.2.2014283.
32. McGahan J.P. Adrenal gland: MR imaging. *Radiology*. 1988; 166 (1, Pt 1): 284–285. https://doi.org/10.1148/radiology.166.1.3336697
33. Boland G.W., Lee M.J., Gazelle G.S., Halpern E.F., McNicholas M.M., Mueller P.R. Characterization of adrenal masses using unenhanced CT: an analysis of the CT literature. *Am. J. Roentgenol.* 1998; 171 (1): 201–204. https://doi.org/10.2214/ajr.171.1.9648789
34. Fassnacht M., Arlt W., Bancos I., Dralle H., Newell-Price J., Sahdev A., Tabarin A., Terzolo M., Tsagarakis S., Dekkers O.M. Management of adrenal incidentalomas: European Society of Endocrinology Clinical Practice Guideline in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumors. *Eur. J. Endocrinol.* 2016; 175 (2): G1–G34. https://doi.org/10.1530/EJE-16-0467

Для корреспонденции*: Румер Вероника Борисовна – 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5. ГКБ имени С.П. Боткина. E-mail: rumervb@gmail.com

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Румер Вероника Борисовна – врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

Contact*: 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation. S.P. Botkin City Clinical Hospital. E-mail: rumervb@gmail.com

Andrey V. Arablinskiy – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy of Institute of Clinical medicine named after N.V. Sklifosovskiy of the First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Veronika B. Rumer – doctor-radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

От приглашенного редактора | From guest editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-1021

Лечебно-диагностический алгоритм лечения лимфоцеле у реципиентов почечного трансплантата

© **Шабунин А.В.[1, 2], Араблинский А.В.[3], Дроздов П.А.[1]*, Нестеренко И.В.[1], Макеев Д.А.[1], Румер В.Б.[1], Журавель О.С.[2]**

[1] ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы"; 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5, Российская Федерация

[2] ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

[3] ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

Актуальность. Лимфоцеле забрюшинного пространства одно из наиболее часто возникающих осложнений у реципиентов почечного трансплантата.

Цель исследования: улучшить результаты лечения реципиентов почечного трансплантата с забрюшинным лимфоцеле путем использования современного лечебно-диагностического алгоритма.

Материал и методы. С июня 2018 г. по март 2021 г. в ГКБ имени С.П. Боткина выполнено 174 трансплантации почки от посмертного донора. Скопление лимфы в забрюшинном пространстве зафиксировано у 24 (13,7%) пациентов. Показания к хирургической коррекции выявлены у 16 (9,1%) пациентов. При компьютерной томографии у 10 (62,5%) пациентов определялось широкое прилежание полости лимфоцеле к париетальной брюшине, сложность планируемого лапароскопического оперативного вмешательства оценивалась как невысокая, у 4 (25%) пациентов имелось незначительное (не более 1 см) прилежание полости лимфоцеле к брюшине, сложность планируемого лапароскопического оперативного вмешательства оценивалась как высокая. Этим больным выполнена лапароскопическая фенестрация брюшины с ультразвуковой навигацией. У 2 (12,5%) больных не выявлено прилежания лимфоцеле к брюшине, этим больным выполнено открытое оперативное вмешательство.

Результаты. Рецидивов лимфоцеле после оперативных вмешательств не выявлено. Летальности не зафиксировано. В группе больных, которым выполнена лапароскопическая фенестрация брюшины с прогнозируемой невысокой сложностью, диагностировано одно послеоперационное осложнение – миграция петли тонкой кишки в полость лимфоцеле с последующим ущемлением. Длительность госпитализации при лапароскопическом вмешательстве составила 2,1 ± 0,43 (2–3) дня, при открытом – 8,45 ± 3,25 (7–12) дня ($p = 0,001$).

Заключение. Использование современного лечебно-диагностического алгоритма позволяет улучшить результаты лечения реципиентов почечного трансплантата с забрюшинным лимфоцеле.

Ключевые слова: трансплантация почки, лимфоцеле, лапароскопическая фенестрация брюшины

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Шабунин А.В., Араблинский А.В., Дроздов П.А., Нестеренко И.В., Макеев Д.А., Румер В.Б., Журавель О.С. Лечебно-диагностический алгоритм лечения лимфоцеле у реципиентов почечного трансплантата. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 42–49. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1021

Поступила в редакцию: 29.03.2021. **Принята к печати:** 25.04.2021. **Опубликована online:** 01.06.21.

Therapeutic and diagnostic algorithm for the treatment of lymphocele in renal transplant recipients

© Aleksey V. Shabunin[1, 2], Andrey V. Arablinskiy[3], Pavel A. Drozdov[1]*, Igor V. Nesterenko[1], Dmitry A. Makeev[1], Veronika B. Rumer[1], Olesya S. Zhuravel[2]

[1] S.P. Botkin City Clinical Hospital; 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation

[2] Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1, bld. 1, Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russian Federation

[3] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

Relevance. Retroperitoneal lymphocele is one of the most common complications in renal transplant recipients.

Objective. To improve the results of treatment of kidney transplant recipients with retroperitoneal lymphocele by using a modern diagnostic and treatment algorithm

Materials and methods. Materials and methods: From June 2018 to March 2021 at the State Clinical Hospital named after S.P. Botkin, Moscow performed 174 kidney transplants from a posthumous donor. The accumulation of lymph in the retroperitoneal space was recorded in 24 patients, which amounted to 13.7%. Indications for surgical correction were found in 16 patients, which amounted to 9.1%. Computed tomography in 10 patients (62.5%) showed a wide adherence of the lymphocele cavity to the parietal peritoneum; peritoneum, the complexity of the planned laparoscopic surgery was assessed as high. These patients underwent laparoscopic peritoneal fenestration with ultrasound navigation. In 2 patients (12.5%), lymphocele adherence to the peritoneum was not revealed; these patients underwent open surgery.

Results. Results: No relapses of lymphocele were detected after surgery. Mortality was not recorded. In the group of patients who underwent laparoscopic peritoneal fenestration with predictable low complexity, one postoperative complication was diagnosed – migration of the loop of the small intestine into the lymphocele cavity with subsequent infringement. The duration of hospitalization with laparoscopic intervention was 2.1 ± 0.43 (2–3) days, with open one it was 8.45 ± 3.25 (7–12) (p = 0.001).

Conclusion. The use of a modern diagnostic and treatment algorithm can improve the results of treatment of kidney transplant recipients with retroperitoneal lymphocele.

Keywords: kidney transplantation, lymphocele, laparoscopic peritoneal fenestration

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Shabunin A.V., Arablinsky A.V., Drozdov P.A., Nesterenko I.V., Makeev D.A., Rumer V.B., Zhuravel O.S. Therapeutic and diagnostic algorithm for the treatment of lymphocele in renal transplant recipients. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 42–49. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1021

Received: 29.03.2021. **Accepted for publication:** 25.04.2021. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Лимфоцеле представляет собой скопление лимфы в неэпителизированной полости с фиброзной капсулой. В основном оно возникает после операций в забрюшинном пространстве, сопровождающихся повреждением лимфатических протоков, в частности после пересадки почки [1–3]. По данным различных авторов, частота возникновения лимфоцеле после трансплантации почки колеблется от 0,6 до 34% [4–9], однако стоит понимать, что зачастую оно не вызывает осложнений (не сдавливает трансплантат, мочевые пути, подвздошную вену) и может быть случайной находкой, не требующей коррекции. Бессимптомные лимфатические кисты небольших размеров (20–40 мл) могут редуцироваться спонтанно. Средняя частота возникновения лимфоцеле, способного привести к значимым осложнениям в посттрансплантационном периоде, составляет около 5–6% [1, 3, 10–12], что требует от врачей выполнения профилактики, своевременной диагностики и выбора правильной тактики лечения. Основной причиной избыточного скопления лимфы традиционно считается пересечение и недостаточно тщательное лигирование жировой клетчатки с лимфатическими протоками по ходу подвздошных сосудов и в воротах почечного трансплантата. В литературном обзоре A. Ranghino и соавт. (2015) [3] указывается на связь образования лимфоцеле с наличием у реципиента сахарного диабета [9], ауто-

сомно-доминантного поликистоза почек [13], с антикоагулянтной терапией [14], повышенного ИМТ [7], а также с отсроченной функцией трансплантата, острым отторжением и некоторыми режимами иммуносупрессии, включающими, например, ингибиторы mTOR [2, 15–18]. Наличие лимфоцеле, безусловно, является благоприятным условием для развития раневой инфекции, особенно это актуально на фоне приема иммуносупрессии. Внедрение в широкую клиническую практику современных диагностических алгоритмов и миниинвазивных методов лечения значительно изменило лечебно-диагностический алгоритм данного осложнения у реципиентов почечного трансплантата.

Материал и методы

С июня 2018 г. по март 2021 г. в ГКБ имени С.П. Боткина выполнено 174 трансплантации почки от посмертного донора. Мужчин было 107 (61,5%), женщин – 67 (38,5%). Средний возраст реципиентов составил 47,46 ± 12,35 (20–74) года. Использовалась стандартная методика операции. При выделении наружных подвздошных артерий все визуализируемые трубчатые структуры перевязывались нерассасывающимся шовным материалом. Во всех случаях устанавливался страховой дренаж, который удалялся на 2-е послеоперационные сутки. Всем больным проводилась профилактическая антибактериальная терапия защищенными цефалоспоринами III поколения. Использовалась следующая схема иммуносупрессивной терапии: анти-CD25 моноклональные антитела (базиликсимаб), интраоперационно и на 4-е послеоперационные сутки, такролимус с достижением целевой концентрации 8–10 нг/мл, микофеноловая кислота в дозе 1000 мг 2 раза в день и преднизолон в дозе 30 мг в сутки. Ультразвуковое исследование проводилось на 1, 3, 7-е сутки после операции, далее по необходимости. При визуализации забрюшинного жидкостного скопления в области почечного трансплантата по данным ультразвукового исследования в обязательном порядке выполнялась пункция данного образования с последующим микробиологическим и биохимическим исследованием для исключения мочевого затека и инфицированного характера лимфоцеле. Показания к хирургической коррекции – симптомное лимфоцеле вне зависимости от объема (сдавление мочеточника, наружной подвздошной вены, деформация почечного трансплантата), бессимптомные лимфоцеле объемом более 100 мл. Для выбора способа хирургической коррекции лимфоцеле у всех больных выполнялась компьютерная томография малого таза в нативном режиме (рис. 1).

Цель данного исследования– точная топическая диагностика лимфоцеле, исключение многокамерного лимфоцеле, определение прилежания лимфоцеле к париетальной брюшине. При близком прилежании лимфоцеле к париетальной брюшине операцией выбора являлась лапароскопическая фенестрация лимфоцеле. Во всех случаях интраоперационно использовалась ультразвуковая навигация (рис. 2) для определения наилучшего места формирования фенестрационного отверстия брюшины для исключения возможных послеоперационных осложнений (рис. 3).

В случаях, когда близкого контакта между полостью лимфоцеле и париетальной брюшины не было, выполнялась открытая фенестрация брюшины с внутренним дренированием (рис. 4).

Результаты

Скопление лимфы в забрюшинном пространстве зафиксировано у 24 (13,7%) пациентов. Показания к хирургической коррекции выявлены у 16 (9,1%) пациентов. При компьютерной томографии у 10 (62,5%) пациентов определялось широкое прилежание полости лимфоцеле к париетальной брюшине, сложность планируемого лапароскопического оперативного вмешательства оценивалась как невысокая, у 4 (25%) пациентов имелось незначительное (не более 1 см) прилежание полости лимфоцеле к брюшине, сложность планируемого лапароскопического оперативного вмешательства оценивалась как высокая (рис. 5). У 2 (12,5%) больных не выявлено прилежания лимфоцеле к брюшине, этим больным выполнено открытое оперативное вмешательство.

Рецидивов лимфоцеле после оперативных вмешательств не выявлено. Летальности не зафиксировано. В группе больных, которым выполнена лапароскопическая фенестрация брюшины с прогнозируемой невысокой сложностью, диагностировано одно послеоперационное осложнение – миграция петли тонкой кишки в полость лимфоцеле с последующим ущемлением (рис. 3, 6). Осложнение купировано лапароскопически в объеме устранения непроходимости и сужения фенестрационного окна интракорпоральными узловыми швами. Длительность госпитализации при лапароскопическом вмешательстве составила 2,1 ± 0,43 (2–3) дня, при открытом – 8,45 ± 3,25 (7–12) дня (p = 0,001).

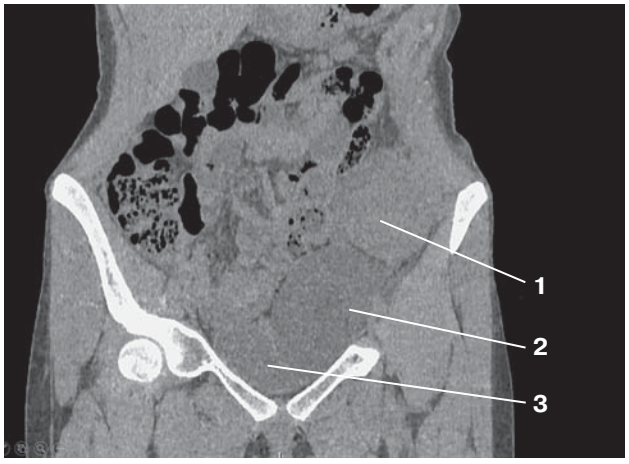


Рис. 1. Компьютерная томограмма малого таза в нативном режиме. Лимфоцеле забрюшинного пространства после трансплантации почки. 1 – почечный трансплантат; 2 – лимфоцеле; 3 – мочевой пузырь.

Fig 1. Computed tomogram of the pelvis in native mode. Retroperitoneal lymphocele after kidney transplantation. 1 – renal transplant; 2 – lymphocele; 3 – bladder.

Рис. 2. Интраперационное фото. Ультразвуковая навигация для формирования фенестрационного отверстия в париетальной брюшине лапароскопическим способом.

Fig. 2. Intraoperative photo. Ultrasound navigation for the laparoscopic fenestration of the parietal peritoneum.

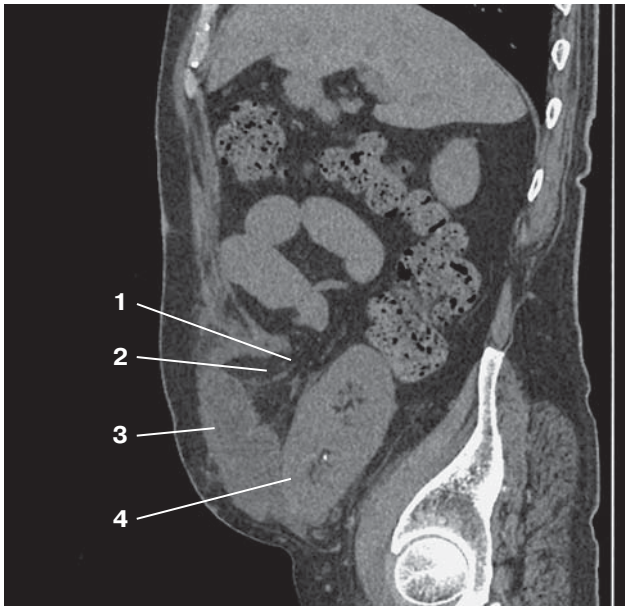


Рис. 3. Компьютерная томограмма органов брюшной полости с пероральным контрастированием. Ущемление петли тонкой кишки в фенестрационном отверстии брюшины. 1 – “окно” в брюшине; 2 – брыжейка тонкой кишки; 3 – петли тонкой кишки; 4 – почечный трансплантат.

Fig. 3. Computed tomography of the abdomen with oral contrast. Infringement of the loop of the small intestine in the fenestration opening of the peritoneum. 1 – “window” in the peritoneum; 2 – the mesentery of the small intestine; 3 – loops of the small intestine; 4 – kidney transplant.

Рис. 4. Интраоперационное фото. Установка внутреннего дренажа в полость лимфоцеле.

Fig. 4. Intraoperative photo. The internal drainage into the lymphocele cavity placement.

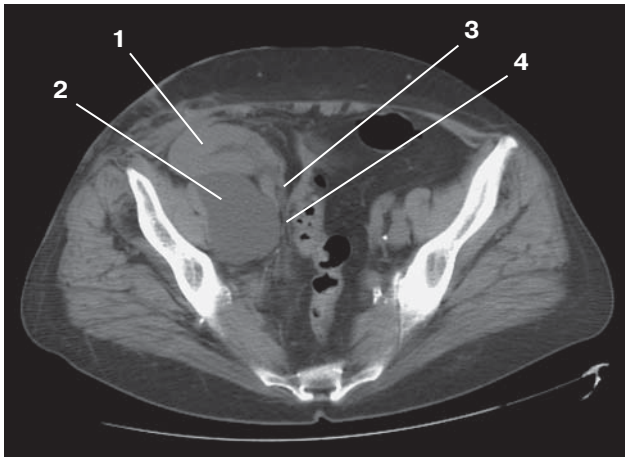


Рис. 5. Компьютерная томограмма органов малого таза в нативном режиме. Лимфоцеле забрюшинного пространства с незначительной площадью прилежания к париетальной брюшине. 1 – почечный трансплантат; 2 – полость лимфоцеле; 3 – наружные подвздошные сосуды, мочеточник трансплантата; 4 – область прилежания лимфоцеле к брюшине.

Fig. 5. Computed tomography of the pelvis in native mode. Retroperitoneal lymphocele with a small area of adherence to the parietal peritoneum. 1 – kidney transplant; 2 – lymphocele cavity; 3 – external iliac vessels, graft ureter; 4 – the area of adherence of the lymphocele to the peritoneum.

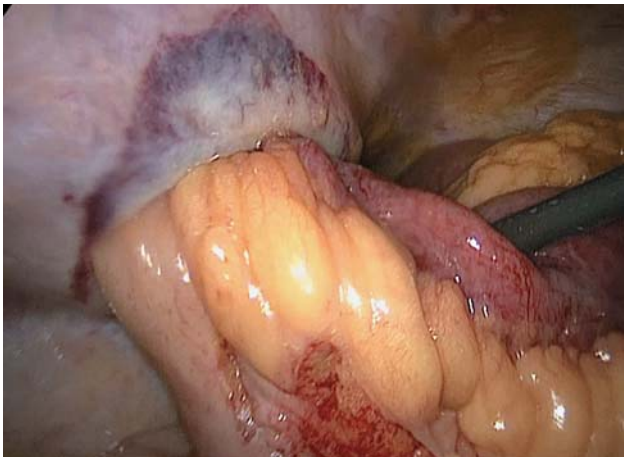


Рис. 6. Интраоперационное фото. Признаки острой странгуляционной тонкокишечной непроходимости за счет сдавления в “окне” брюшины.

Fig. 6. Intraoperative photo. Signs of acute strangulation of the small bowel due to compression in the "window" of the peritoneum.

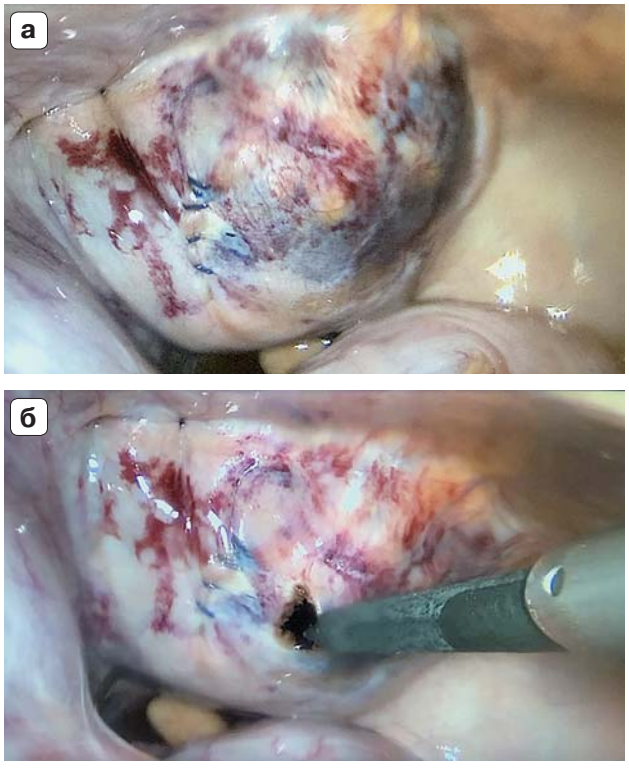


Рис. 7. Интраоперационное фото. **а** – полость лимфоцеле; **б** – фенестрация полости лимфоцеле.

Fig. 7. Intraoperative photo. **а** – lymphocele cavity; **б** – fenestration of the lymphocele cavity.

Рис. 8. Компьютерная томограмма органов брюшной полости. Лимфоцеле с распространением в мошонку. Прогнозируется высокая сложность лапароскопического вмешательства. 1 – почечный трансплантат; 2 – лимфоцеле.

Fig. 8. Computed tomography of the abdomen. Lymphocele extending into the scrotum. High complexity of laparoscopic intervention is predicted. 1 – kidney transplant; 2 – lymphocele.

Обсуждение

По нашим данным, лимфоцеле забрюшинного пространства после трансплантации почки возникает в 13,7% случаев. В более чем половине случаев лимфоцеле вызывают сдавление как самого почечного трансплантата, так и его элементов, что требует хирургической коррекции. Наиболее часто данное осложнение выявляется в первый месяц после операции, в момент, когда пациенты получают максимальную иммуносупрессивную терапию, поэтому важной профилактикой развития инфекционных осложнений после хирургической коррекции лимфоцеле является минимизация операционной травмы.

Лапароскопическая фенестрация брюшины – миниинвазивное вмешательство, сопряженное с низким риском послеоперационных осложнений. Однако только в 62,5% случаев имеется широкое прилежание полости лимфоцеле к париетальной брюшине, что не вызывает технических сложностей, такие вмешательства классифицируются как операция с прогнозируемой невысокой сложностью (рис. 7).

В 25% случаев имеется лишь незначительная площадь соприкосновения лимфоцеле с париетальной брюшиной (рис. 8), в этих случаях лапароскопическая фенестрация возможна, но требует интраоперационной ультразвуковой навигации для определения точной локализации формирования фенестрационного окна. Такие вмешательства классифицируются как операция с прогнозируемой высокой сложностью.

И только в 12,5% случаев нет прилежания полости лимфоцеле к париетальной брюшине, у таких больных открытая операция является единственным методом лечения.

По нашим данным, лапароскопические вмешательства ассоциируются с меньшим послеоперационным койко-днем (p = 0,001), лучше переносятся пациентами и обладают схожей эффективностью по сравнению с открытыми вмешательствами.

На основании полученных данных нами сформулирован лечебно-диагностический алгоритм у реципиентов почечного трансплантата, у которых в послеоперационном периоде сформировалось лимфоцеле забрюшинного пространства (рис. 9).

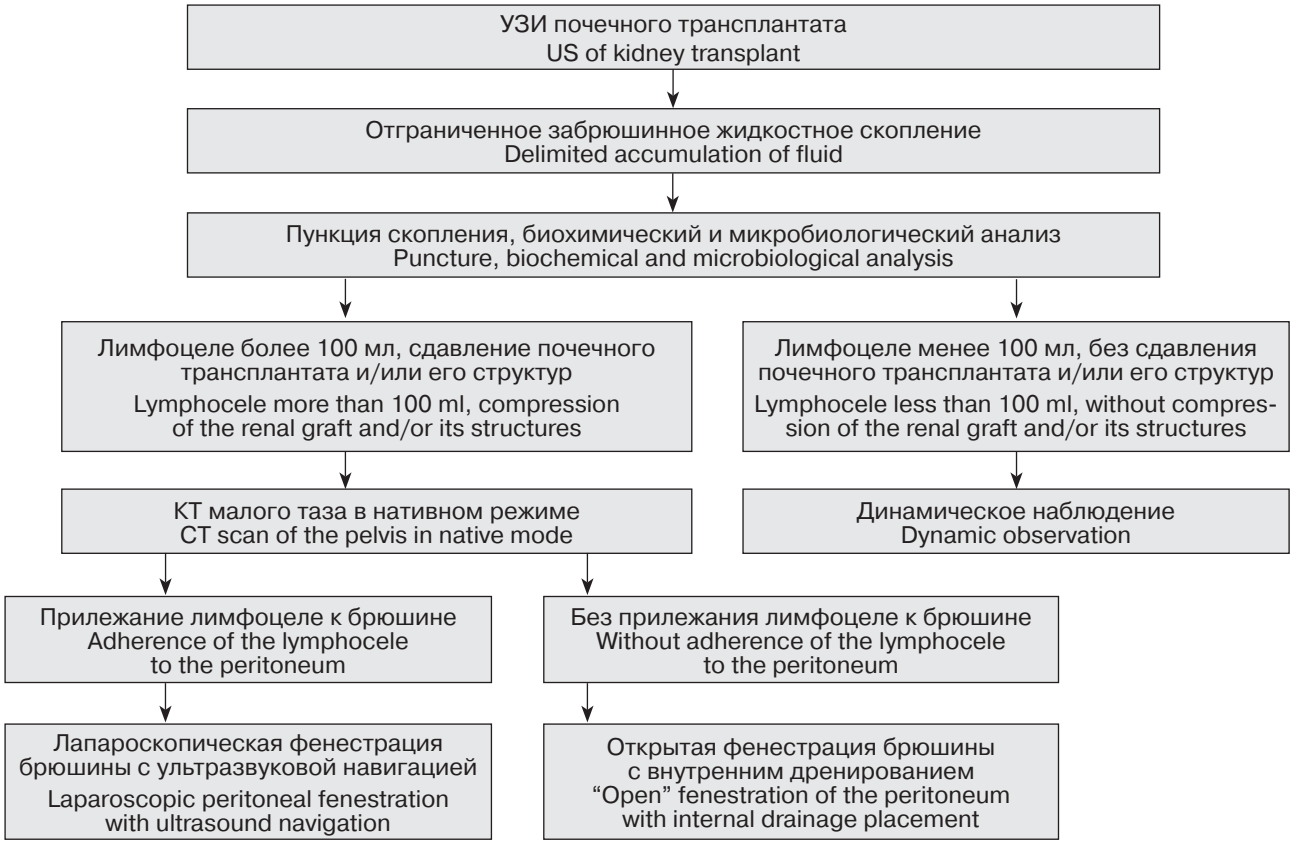


Рис. 9. Лечебно-диагностический алгоритм у реципиентов почечного трансплантата с лимфоцеле забрюшинного пространства.

Fig. 9. Therapeutic and diagnostic algorithm in renal transplant recipients with retroperitoneal lymphocele.

Заключение

Применение современных диагностических протоколов обследования реципиентов почечного трансплантата с лимфоцеле забрюшинного пространства позволяет выбрать оптимальный способ хирургической коррекции осложнения. Использование ультразвуковой навигации при лапароскопической фенестрации брюшины позволяет у 25% больных минимизировать операционную травму, тем самым снизить риск развития осложнений, улучшив результаты лечения данной категории пациентов.

Участие авторов

Шабунин А.В. – организация работы отделения трансплантации, концепция и дизайн статьи, утверждение итогового варианта текста рукописи.

Араблинский А.В. – консультирование данных КТ-диагностики пациентов, вошедших в исследование.

Дроздов П.В. – руководство работой отделения, организация лечебного процесса, выполнение оперативных вмешательств, концепция и дизайн исследования, написание текста.

Нестеренко И.В. – выполнение оперативных вмешательств, редактирование рукописи.

Макеев Д.А. – выполнение оперативных вмешательств, редактирование рукописи.

Румер В.Б. – описание КТ-исследований всех пациентов, вошедших в исследование.

Журавель О.С. – выполнение оперативных вмешательств, редактирование рукописи, статистический анализ.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Authors' participation

Shabunin A.V. – organization of the work of the transplantation department, concept and design of the article, approval of the final version of the text of the manuscript.

Arablinsky A.V. – consulting data on CT diagnostics of patients included in the study.

Drozdov P.V. – managing the work of the department, organizing the treatment process, performing surgical interventions, the concept and design of the study, writing the text.

Nesterenko I.V. – performing surgical interventions, editing the manuscript.

Makeev D.A. – performing surgical interventions, editing the manuscript.

Rumer V.B. – description of CT examinations of all patients included in the study.

Zhuravel O.S. – performing surgical interventions, editing the manuscript, statistical analysis.

All authors made significant contributions to the research and preparation of the article, read and approved the final version before publication.

Список литературы [References]

1. Трансплантология: Руководство для врачей / Под ред. В.И. Шумакова. 2-е изд., испр. и доп. М.: ООО "Медицинское информационное агенство", 2006. 544 р.
Transplantology: A Guide for Physicians. Ed. by V.I. Shumakov. 2nd ed. Moscow: Meditsinskoye informatsionnoye agenstvo, 2006. 544 p. (In Russian)
2. Данович Габриэль М. Трансплантация почки: Пер. с англ. под ред. Я.Г. Мойсюка. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. 845 с.
Gabriel M. Danovitch. Handbook of Kidney Transplantation. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2009. ISBN-13: 978-0781793742. ISBN-10: 0781793742
3. Ranghino A., Segoloni G.P., Lasaponara F., Biancone L. Lymphatic disorders after renal transplantation: new insights for an old complication. *Clin. Kidney. J.* 2015; 8 (5): 615–622. http://doi.org/10.1093/ckj/sfv064
4. Ebadzadeh M.R., Tavakkoli M. Lymphocele after kidney transplantation. Where are we standing now? *Urol. J*. 2008; 5: 144–148.
5. Dubeaux V.T., Oliveira R.M., Moura V.J., Pereira J.M., Henriques F.P. Assessment of lymphocele incidence following 450 renal transplantations. *Int. Braz. J. Urol.* 2004. 30 (1): 18–21.
http://doi.org/10.1590/s1677-55382004000100004
6. Zietek Z., Sulikowski T., Tejchman K., Sieńko J., Janeczek M., Iwan-Zietek I., Kedzierska K., Rość D., Ciechanowski K., Ostrowski M. Lymphocele after kidney transplantation. *Transplant. Proc*. 2007; 39 (9): 2744–2747. http://doi.org/10.1016/j.transproceed.2007.08.041
7. Goel M., Flechner S.M., Zhou L., Mastroianni B., Savas K., Derweesh I., Patel P., Modlin C., Goldfarb D., Novick A.C. The influence of various maintenance immunosuppressive drugs on lymphocele formation and treatment after kidney transplantation. *J. Urol.* 2004; 171 (5): 1788–1792.
http://doi.org/10.1097/01.ju.0000121441.76094.6f
8. Adani G.L., Baccarani U., Bresadola V., Lorenzin D., Montanaro D., Risaliti A., Terrosu G., Sponza M., Bresadola F. Graft loss due to percutaneous sclerotherapy of a lymphocele using acetic acid after renal transplantation. *Cardiovasc. Intervent. Radiol*. 2005; 28 (6): 836–838. http://doi.org/10.1007/s00270-005-0002-7
9. Ulrich F., Niedzwiecki S., Fikatas P., Nebrig M., Schmidt S.C., Kohler S., Weiss S., Schumacher G., Pascher A., Reinke P., Tullius S.G., Pratschke J. Symptomatic lymphoceles after kidney transplantation – multivariate analysis of risk factors and outcome after laparoscopic fenestration. *Clin. Transplant.* 2010; 24 (2): 273–280.
http://doi.org/10.1111/j.1399-0012.2009.01073.x
10. Lucewicz A., Wong G., Lam V.W., Hawthorne W.J., Allen R., Craig J.C., Pleass H.C. Management of primary symptomatic lymphocele after kidney transplantation: a systematic review. *Transplantation.* 2011; 92 (6): 663–673. http://doi.org/10.1097/TP.0b013e31822a40ef
11. Shum C.F., Lau K.O., Sy J.L., Cheng W.S. Urological complications in renal transplantation. *Singapore Med. J*. 2006; 47 (5): 388–391.
12. Minetti E.E. Lymphocele after renal transplantation, a medical complication. *J. Nephrol*. 2011; 24 (6): 707–716. http://doi.org/10.5301/jn.5000004
13. Martínez-Ocaña J.C., Lauzurica R., Castellote E., Bonet J., Tenesa M., Jiménez J.A., Saladie J.M., Caralps A. Adult polycystic kidney disease: a risk factor for lymphocele formation after renal transplantation? *Transplant. Proc*. 1995; 27: 2246–2247.

14. Ziętek Z., Iwan-Ziętek I., Sulikowski T., Sieńko J., Nowacki M., Zukowski M., Kaczmarczyk M., Ciechanowicz A., Ostrowski M., Rość D., Kamiński M. The outcomes of treatment and the etiology of lymphoceles with a focus on hemostasis in kidney recipients: a preliminary report. *Transplant. Proc.* 2011; 43 (8): 3008–3012. http://doi.org/10.1016/j.transproceed.2011.08.060
15. Ramos A., Asensio A., Muñez E., Torre-Cisneros J., Montejo M., Aguado J.M., Cofán F., Carratalá J., Len O., Cisneros J.M. Incisional surgical site infection in kidney transplantation. *Urology*. 2008; 72 (1): 119–123. http://doi.org/10.1016/j.urology.2007.11.030
16. Dean P.G., Lund W.J., Larson T.S., Prieto M., Nyberg S.L., Ishitani M.B., Kremers W.K., Stegall M.D. Wound-healing complications after kidney transplantation: a prospective, randomized comparison of sirolimus and tacrolimus. *Transplantation.* 2004; 77 (10): 1555–1561. http://doi.org/10.1097/01.tp.0000123082.31092.53
17. Stallone G., Infante B., Grandaliano G., Gesualdo L. Management of side effects of sirolimus therapy. *Transplantation.* 2009; 87 (8, Suppl.): S23–26. http://doi.org/10.1097/TP.0b013e3181a05b7a
18. Ekberg H., Tedesco-Silva H., Demirbas A., Vítko S., Nashan B., Gürkan A., Margreiter R., Hugo C., Grinyó J.M., Frei U., Vanrenterghem Y., Daloze P., Halloran P.F.; ELITE-Symphony Study. Reduced exposure to calcineurin inhibitors in renal transplantation. *N. Engl. J. Med.* 2007; 357 (25): 2562–2575. http://doi.org/10.1056/NEJMoa067411

Для корреспонденции*: Дроздов Павел Алексеевич – 117148 Москва, ул. Брусилова, дом 15, кв. 8. Тел.: +7-962-985-04-41. E-mail: dc.drozdov@gmail.com

Шабунин Алексей Васильевич – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий кафедрой хирургии РМАНПО; главный врач ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0002-0522-0681

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Дроздов Павел Алексеевич – канд. мед. наук, заведующий отделением трансплантации органов и/или тканей ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0001-8016-1610

Нестеренко Игорь Викторович – доктор мед. наук, врач-хирург отделения трансплантации органов и/или тканей ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0002-3995-0324

Макеев Дмитрий Александрович – врач-хирург отделения трансплантации органов и/или тканей ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0001-5237-4387

Румер Вероника Борисовна – врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

Журавель Олеся Сергеевна – врач-хирург, старший лаборант кафедры хирургии РМАНПО. https://orcid.org/0000-0002-8225-0024

Contact*: Pavel A. Drozdov – 15-8, Brusilova str., Moscow 117148, Russian Federation. Phone: +7-962-985-04-41. E-mail: dc.drozdov@gmail.com

Aleksey V. Shabunin – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Surgery of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education (RMANPO); Chief Physician of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-0522-0681

Andrey V. Arablinskiy – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy of Institute of Clinical medicine named after N.V. Sklifosovskiy of the First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Pavel A. Drozdov – Cand. of Sci. (Med.), Head of the Department of Organ and/or Tissue Transplantation of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-8016-1610

Igor V. Nesterenko – Doct. of Sci. (Med.), surgeon of the department of organ and / or tissue transplantation of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-3995-0324

Dmitry A. Makeev – MD, Surgeon of the Department of Organ and / or Tissue Transplantation of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-5237-4387

Veronika B. Rumer – doctor-radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

Olesya S. Zhuravel – MD, senior laboratory assistant of surgery of the Russian medical academy of continuous professional education (RMANPO), Surgeon of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-8225-0024

От приглашенного редактора | From guest editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-946

КТ-семиотика травматических и нетравматических повреждений селезенки

© **Румер В.Б.[1]*, Араблинский А.В.[2]**

[1] ГБУЗ города Москвы "Городская клиническая больница имени С.П. Боткина ДЗ города Москвы"; 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5, Российская Федерация

[2] ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

Цель исследования: продемонстрировать различные аспекты диагностики патологических изменений селезенки, выявляемых при компьютерной томографии (КТ), проанализировать частоту их встречаемости и значимость в клинической практике.

Материал и методы. Проанализированы данные 89 пациентов, обследованных на базе ГКБ имени С.П. Боткина в период с 01.2014 по 08.2020, с выявленными патологическими изменениями селезенки. Всем пациентам выполнялась КТ и 25 – магнитно-резонансная томография (МРТ) с контрастированием. Исследования с контрастированием проводились по трехфазной программе сканирования с выделением артериальной, паренхиматозной и отсроченной фаз. Все включенные в работу случаи верифицированы клинически и/или интраоперационно.

Результаты. Выявлено 37 (42%) случаев травматических повреждений. Диагностическая точность составила 100%. Абсолютную точность в выявлении активного кровотечения демонстрировал симптом экстравазации – 7 наблюдений. Из 52 (58%) случаев нетравматических изменений наиболее часто выявлялись абсцессы (n = 19, 36%) и инфаркты (n = 15, 29%). Из 8 (15%) наблюдений кист 3 являлись паразитарными. Имелось 5 (9,6%) наблюдений гемангиом, 3 (6%) случая метастатического поражения. В 1 (2%) случае выявлена ангиосаркома и в 1 (2%) – кистозная лимфангиома.

Обсуждение. Наиболее часто выявляются травматические повреждения селезенки. В группе нетравматических изменений чаще встречаются абсцессы и инфаркты. Кисты чаще являются случайными находками, в том числе паразитарные. Опухолевое поражение, как первичное, так и вторичное, встречается крайне редко.

Заключение. КТ помогает решить большую часть задач, предъявляемых в вопросах диагностики заболеваний селезенки. Необходимо знать характерные черты патологических состояний и уметь обращать на них внимание.

Ключевые слова: компьютерная томография, селезенка, травма селезенки, объемные образования селезенки

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Румер В.Б., Араблинский А.В. КТ-семиотика травматических и нетравматических повреждений селезенки. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 50–62. https://doi.org/10.24835/1607-0763-946

Поступила в редакцию: 04.10.20. **Принята к печати:** 19.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

CT semiotics of traumatic and bon-traumatic spleen injures

© **Veronika B. Rumer[1]*, Andrey V. Arablinskiy[2]**

[1] S.P. Botkin City Clinical Hospital; 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation

[2] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

Purpose. To demonstrate capabilities and features in spleen pathology diagnostics based on clinical experience of Botkin City Hospital.

Materials and methods. The analysis of 89 patients with spleen abnormalities was performed in the term from

01/2014 till 08/2020. All the patients underwent computed tomography (CT) and/or magnetic resonance imaging (MRI) with contrast enhancing. All cases verified surgically and/or clinically.

Results. There were 37 cases of trauma (42%). Accuracy and precision of the method was 100%. In detection of active bleeding the highest diagnostic accuracy (100%) was shown with extravasation symptom – 7 cases. In non-traumatic group (n = 52, 58%) two biggest sub-groups were abscesses (n = 19, 36% in this group) and infarctions (n = 15, 29%).

There were 8 cases of cysts (15%), 3 of them – hydatid, 5 cases of spleen hemangiomas. (9.6%), 3 cases of spleen metastases (6%). There was 1 case of angiosarcoma (2%) and 1 case cystic lymphangioma (2%).

Conclusion. The most frequent condition in spleen pathology, diagnosed in radiology department is trauma. In non-traumatic cases two biggest groups are abscesses and infarctions. CT features of spleen infarction are pyramidal wedge of hypoperfused splenic tissue with the apex pointing towards the hilum, and the base on the splenic capsule. In all cases in our study cysts were incidental findings. Spleen metastases are rare due to organ hemodynamics. The most rare lesions of the spleen are primal tumors.

Keywords: computed tomography, spleen, spleen trauma, spleen lesions

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Rumer V.B., Arablinsky A.V. CT semiotics of traumatic and bon-traumatic spleen injures. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 50–62. https://doi.org/10.24835/1607-0763-946

Received: 04.10.20. **Accepted for publication:** 19.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Можно смело сказать, что в современном научном сообществе заболеваниям селезенки уделяется не так много внимания в сравнении с ее паренхиматозными “соседями” по брюшной полости, печенью и поджелудочной железой. Отчасти это, вероятно, связано с тем, что до недавнего времени основным видом хирургических вмешательств при различных заболеваниях селезенки оставалась спленэктомия и характер поражения органа не имел принципиального значения. При этом вопросы дифференциальной диагностики развивающихся в селезенке патологических процессов нередко оказываются затруднительны как для лечащих врачей, так и для лучевых диагностов.

Цель исследования

Проанализировать структуру заболеваемости среди пациентов, обследуемых на базе многопрофильного стационара, Городской клинической больницы имени С.П. Боткина, и продемонстрировать особенности КТ-семиотики заболеваний селезенки и нюансы дифференциальной диагностики.

Материал и методы

Проанализированы данные 89 пациентов, обследованных на базе ГКБ имени С.П. Боткина в период с 01.2014 по 08.2020, с выявленными патологическими изменениями селезенки. По экстренным показаниям компьютерная томография с внутривенным контрастированием (КТ с КУ) проводилась в первые часы от поступления в стационар. В качестве второго метода исследования применялась магнитно-резонансная томография (МРТ). Исследования с контрастным усилением проводились по стандартной трехфазной программе сканирования с выделением артериальной, паренхиматозной и отсроченной фаз. В ряде случаев оказывалось возможным пренебречь отсроченной фазой сканирования, но она представлялась полезной в выявлении гемангиом селезенки и при дифференциальной диагностике. Все включенные в работу случаи верифицированы клинически (травматические изменения) и/или интраоперационно.

Результаты исследования

Общее количество пациентов составило 89 (100%). Результаты исследования представлены в таблице.

Спектр клинических симптомов ограничивался умеренной болезненностью в левых отделах живота при травме, абсцессах и инфарктах, а также при наличии объемных образований крупных размеров. Доброкачественные образования оказывались, как правило, случайной находкой и не менялись при динамическом наблюдении.

Таблица. Результаты исследования
Table. Research results

Нозология	Количество	% от общего числа	% в группе
Травма	37	42	–
Абсцессы	19	21	41
Инфаркт	15	17	32
Кисты	8	9	17
Гемангиомы	5	6	11
Метастазы	3	3	6
Первичные опухоли	2	2	4

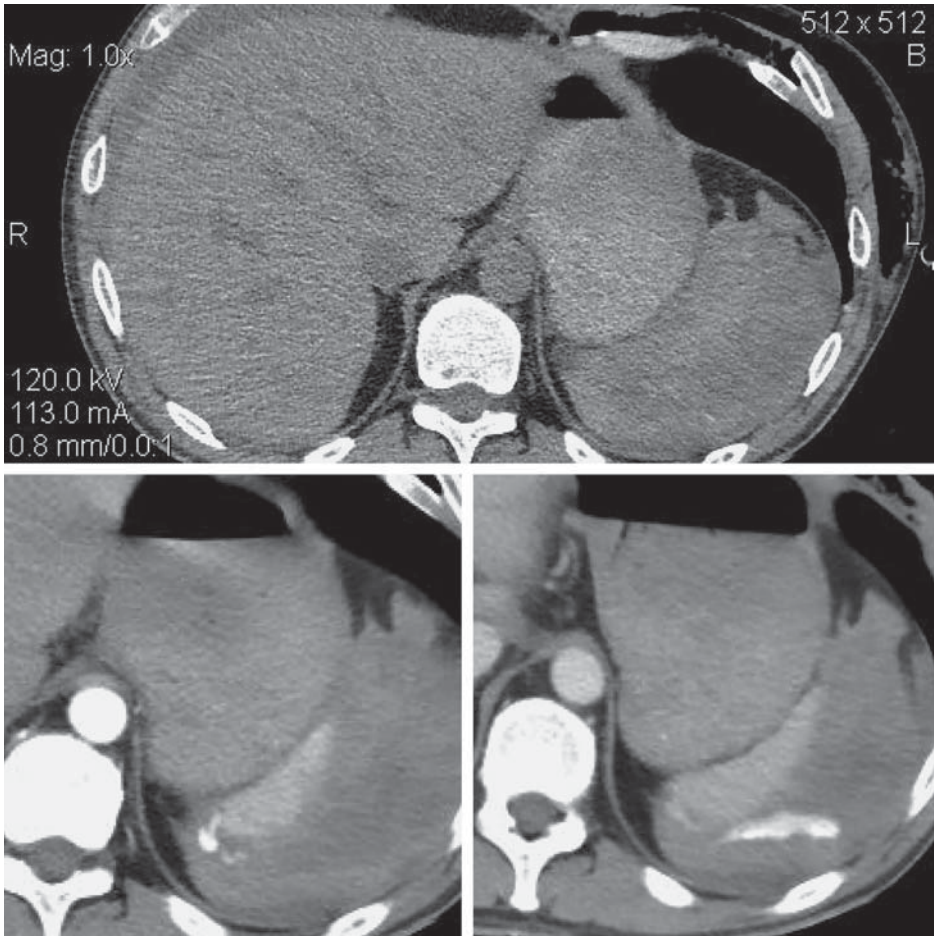


Рис. 1. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Нативная, артериальная и паренхиматозная фазы сканирования. Аксиальная плоскость. Представлен разрыв паренхимы селезенки III–IV AAST пациента с политравмой с признаками продолжающегося кровотечения в виде участка экстравазации контрастного препарата, увеличивающегося при проведении последовательных фаз сканирования.

Fig. 1. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, arterial, parenchymal phases. Parenchymal rupture of spleen III–IV AAST is detected. We can also see features of ongoing bleeding as extravasation sign, that extends during the exam.

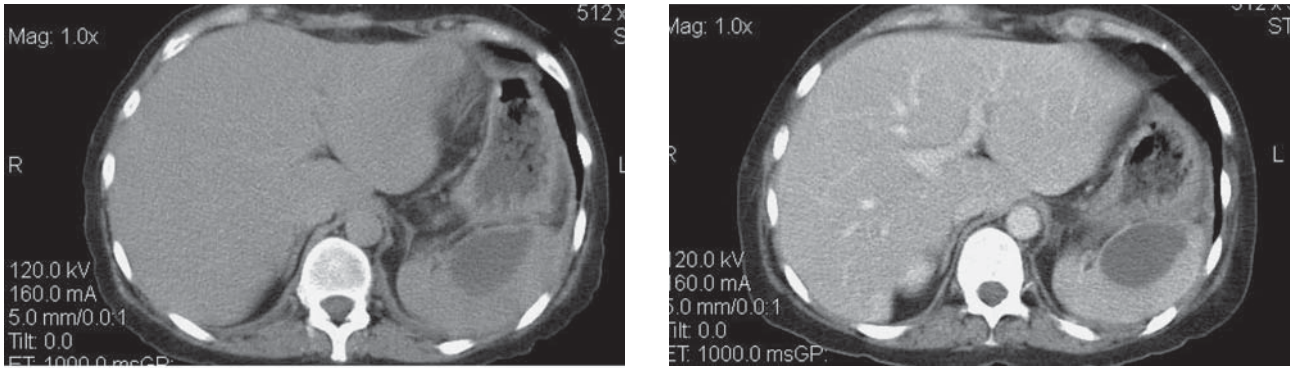


Рис. 2. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Нативная и паренхиматозная фазы сканирования. Аксиальная плоскость. Выявляется округлое образование пониженной плотности с периферическим накоплением контрастного препарата у пациентки Н., 50 лет, с инфекционным эндокардитом.

Fig. 2. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, parenchymal phases. Patient N., 50 y.o., female with septic endocarditis. There is rounded well defined lesion with peripheral enhancement in spleen parenchyma.

МРТ (в 25 случаях, 29% от общего числа наблюдений) имела преимущество в дифференциальной диагностике абсцессов и других объемных образований при применении диффузионно-взвешенных изображений, когда от капсулы получали гипоинтенсивный сигнал, а от содержимого – гиперинтенсивный за счет значительного ограничения диффузии. Это также оказывалось полезно в дифференциальной диагностике абсцессов и лизированных гематом при неясном травматическом анамнезе. При этом МРТ имела ограничения при диагностике пациентов в тяжелом состоянии.

Наиболее частым патологическим состоянием оказались травматические повреждения селезенки (n = 37, 42%) (рис. 1).

Отдельный интерес представляли наблюдения гематом в отсроченном периоде при сомнительном травматическом анамнезе (n = 6, 16% от общего количества травматических повреждений).

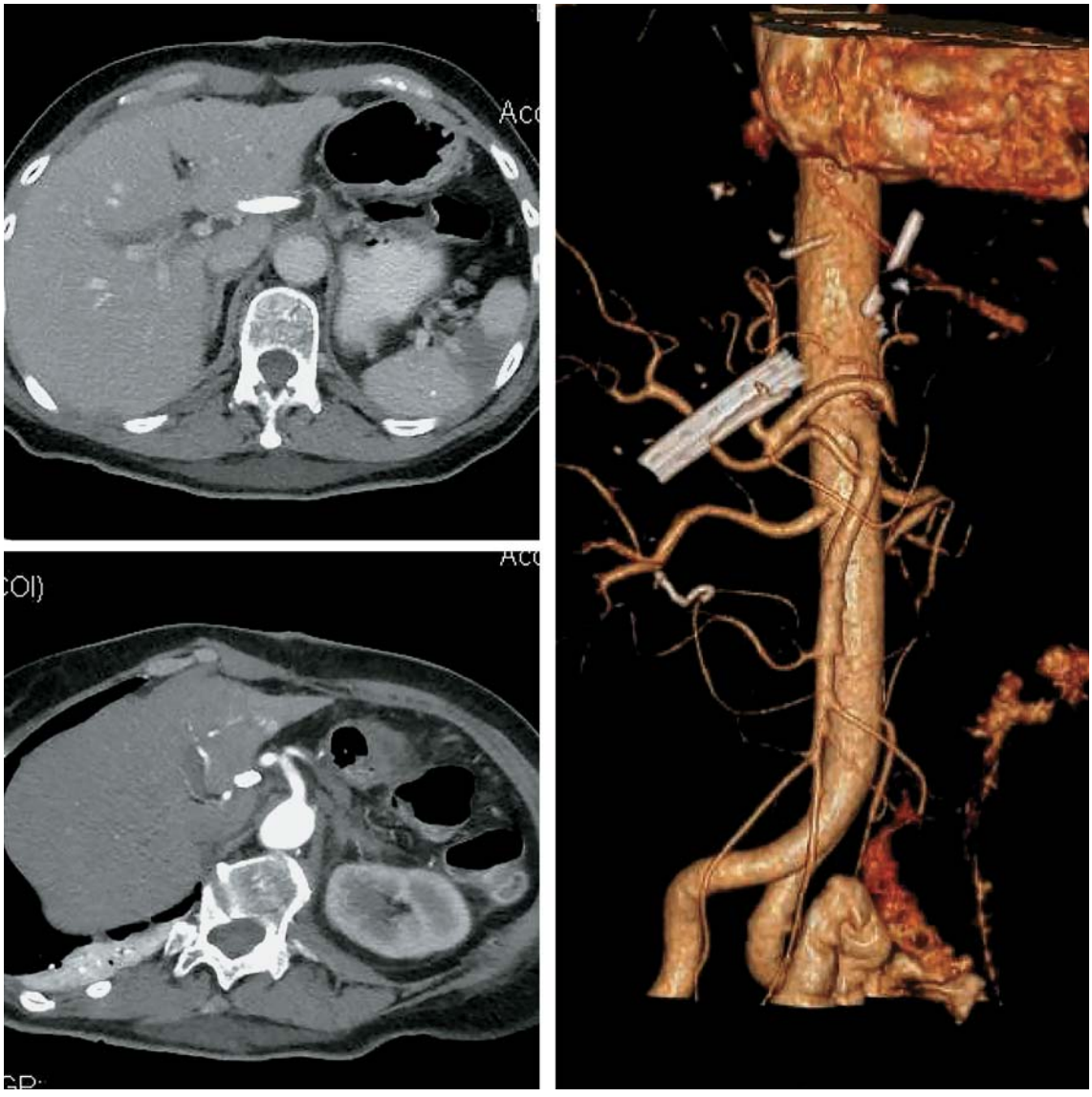


Рис. 3. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Артериальная и паренхиматозная фазы сканирования. Аксиальная плоскость (слева) и 3D-реконструкция (справа). Инфаркт селезенки у пациентки К., перенесшей панкреатэктомию, определяется в виде клиновидной формы зоны гипоперфузии, во все фазы сканирования гиподенсной относительно основного массива паренхимы. Также в артериальную фазу сканирования визуализируется окклюзированная селезеночная артерия на томограмме в аксиальной плоскости и при построении 3D-реконструкции.

Fig. 3. Contrast-enhanced abdominal CT. Arterial and parenchymal phases. Patient K., after gastrectomy. Axial and 3D images show occlusion of splenic artery and wedge-shaped area of hypoperfusion.

Точность метода в диагностике данной нозологии, по нашим данным, составила 100%. В выявлении продолжающегося активного кровотечения наиболее высокая диагностическая точность (100%) демонстрировалась при выявлении симптома экстравазации (n = 7), что подтверждалось в ходе оперативных вмешательств. Все случаи активного кровотечения, по нашим данным, были выявлены при наличии данного симптома. При этом также отмечалось увеличение объема гематомы в случаях выполнения УЗИ в динамике (у 3 пациентов).

В группе нетравматических изменений (n = 52, 58%) наиболее часто выявлялись абсцессы (n = 19, 36% в данной группе и 21% от общего числа наблюдений) и инфаркты (n = 15, 29% в данной группе и 17% от общего числа наблюдений) (рис. 2). Подкапсульная локализация абсцесса во всех выявленных случаях интраоперационно была ассоциирована с выраженным спаечным процессом, что затрудняло ход операции и увеличивало ее продолжительность. Это оказывалось наиболее существенно при вовлечении диафрагмальной поверхности органа.

КТ-семиотика инфаркта селезенки состоит в определении клиновидного участка гипоперфузии различной протяженности (рис. 3). Во всех случаях было подтверждено подозрение на инфаркт, выявленный при исследовании, и отсутствовали данные об инфарктах, пропущенных при проведении исследования. Таким образом, можно заключить, что чувствительность и специфичность КТ с КУ в этих случаях составляет 100%.

Прочие нетравматические изменения паренхимы селезенки выявлялись в 17 случаях (32,6% в данной группе и 19% от общего числа наблюдений). Сравнительно часто определялись кисты (n = 8, 15% в данной группе и 9% от общего числа наблюдений).

Кисты во всех случаях являлись случайными находками (рис. 4). Имелось 3 наблюдения эхинококковых кист (37,5% об общего числа кист) без явной клинической картины (рис. 5).

Гемангиомы селезенки встречаются достаточно редко и, по данным нашего исследования, выявлялись в 5 случаях (9,6% в данной группе и 5,6% от общего числа) (рис. 6). Стоит отметить, что не все гемангиомы селезенки, в отличие от гемангиом печени, характеризуются типичным лакунарным накоплением контрастного препарата.

Метастатическое поражение селезенки вследствие высокой скорости кровотока в органе возникает крайне редко. По нашим данным, имелось 3 наблюдения (6% в группе нетравматических изменений и 3% от общего числа наблюдений). Данные образования представлялись гиповаскулярными и имели нечеткие контуры (рис. 7). Во всех случаях морфологически подтверждался метастаз аденокарциномы ободочной кишки.

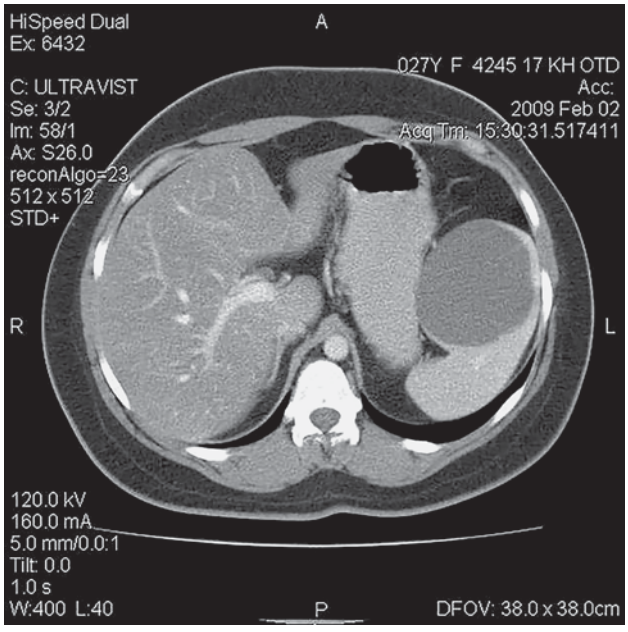


Рис. 4. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Паренхиматозная фаза сканирования. Аксиальная плоскость. Киста селезенки у пациентки Б., 27 лет, более 5 см в диаметре выявлена как случайная находка при выполнении планового ультразвукового исследования. В отличие от абсцесса, видимая при исследовании капсула не имеет признаков периферического накопления контрастного препарата.

Fig. 4. Contrast-enhanced abdominal CT. Parenchymal phase. On axial image 5 cm spleen cyst presented as incidental finding in patient B., 27 y.o., explored with ultrasound examination. There is no peripheral enhancement opposite to abscess.

Первичные опухоли селезенки также относились к редким наблюдениям. Описана ангиосаркома (n = 1, 2% в группе нетравматических изменений и 1% от общего числа наблюдений) и кистозная лимфангиома (n = 1, 2% в группе нетравматических изменений и 1% от общего числа наблюдений).

Ангиосаркома представлялась объемным образованием неоднородной структуры и сочеталась с аналогичным поражением паренхимы печени (рис. 8).

Лимфангиома имела вид кистозного образования и была верифицирована интраоперационно (рис. 9).

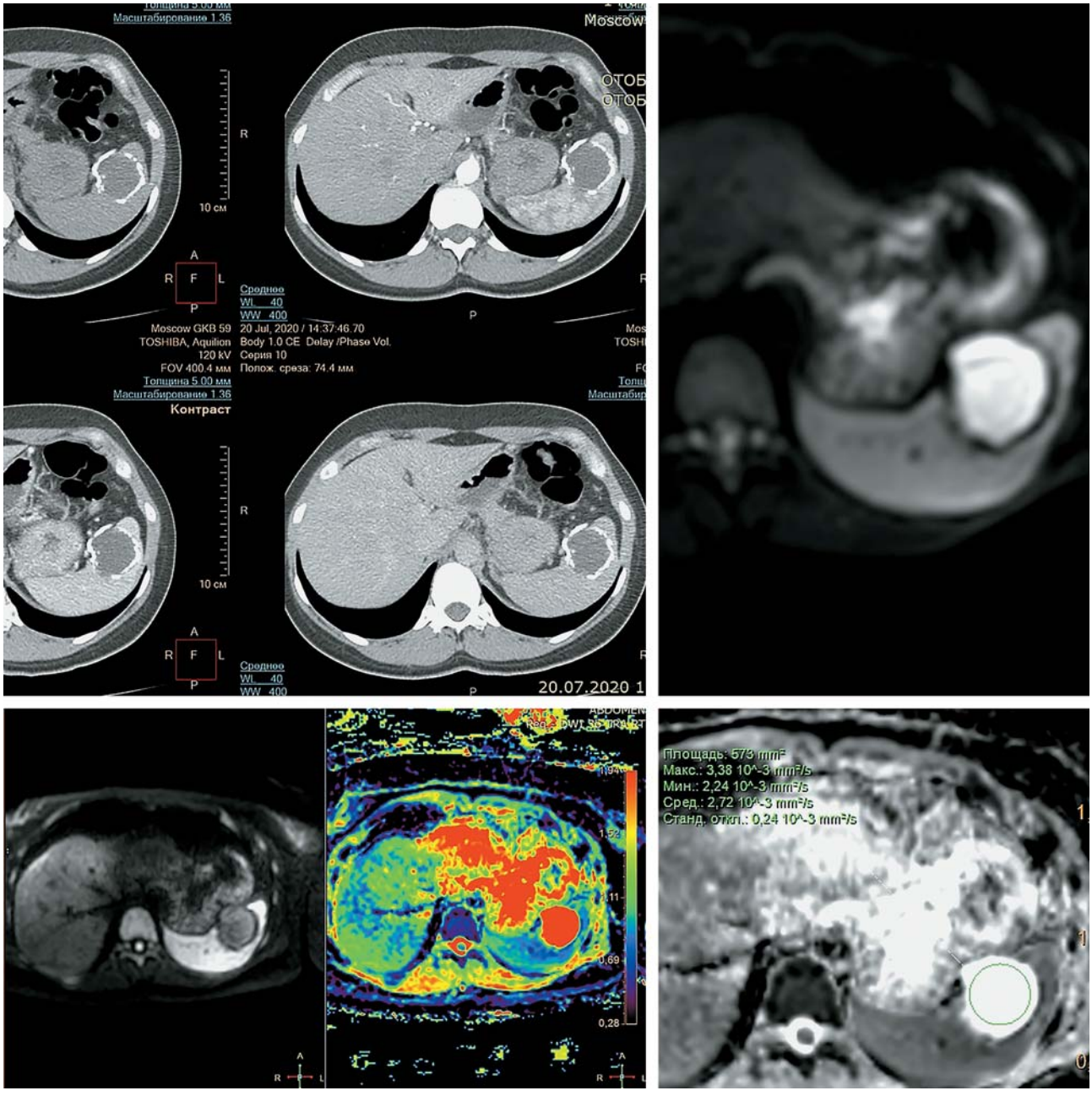


Рис. 5. КТ органов брюшной полости с контрастированием (слева сверху). Нативная, артериальная, паренхиматозная и отсроченная фазы сканирования. МРТ, диффузионно-взвешенные изображения (справа снизу). Аксиальная плоскость. У пациента С., 37 лет, при обследовании по поводу жалоб на дискомфорт в животе при КТ выявлена киста селезенки с кальцинированными стенками. Заподозрено паразитарное поражение. Проведена МРТ, при которой в структуре кисты также просматриваются тонкие перегородки. В выявленном образовании отсутствует ограничение диффузии, что также характерно для кисты.

Fig. 5. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, arterial, parenchymal and delay phases and diffusion-weighted MRI. Axial images. Patient S., 37 y.o., male, with abdominal malaise. Scans show calcinated cyst, suspectable for hydatid invasion. MRI images show thin septs and no restriction of diffusion.

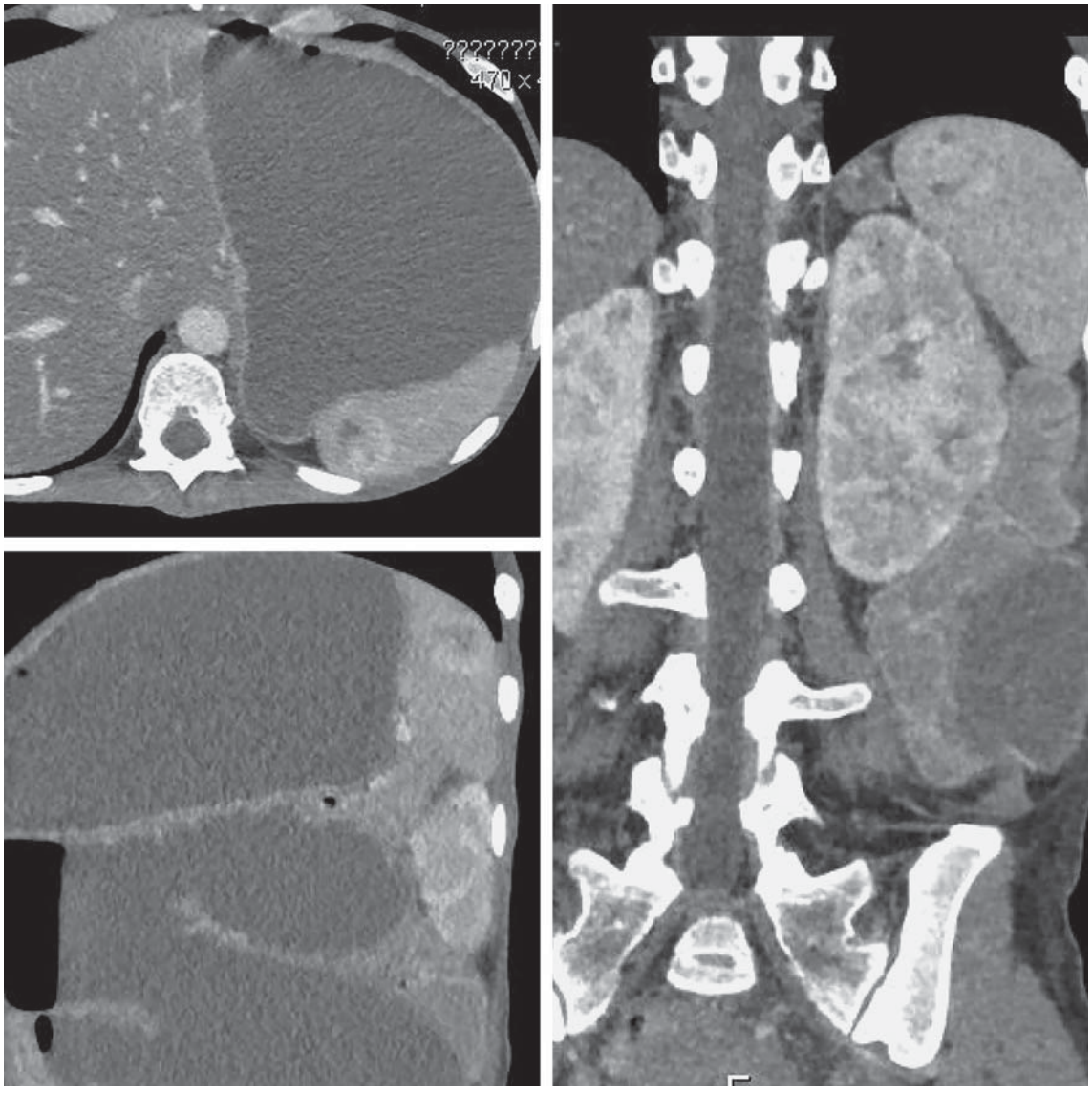


Рис. 6. КТ с контрастированием в панкреатическую фазу сканирования. Аксиальный (слева сверху), корональный (слева снизу и справа) срезы. У пациентки Б., 73 лет, при КТ с контрастированием, выполненной для исключения мезентериального тромбоза с явлениями гастростаза и кишечной непроходимости, в артериальную фазу сканирования выявлены гиперваскулярные образования селезенки, активно накапливающие контрастный препарат.

Fig. 6. Contrast-enhanced abdominal CT. Pancreatic phase shows small rounded lesion with active peripheral enhancement as an incidental finding. Patient B., 73 y.o., with mesenteric ischemia and features of bowel obstruction and gastrostasis.

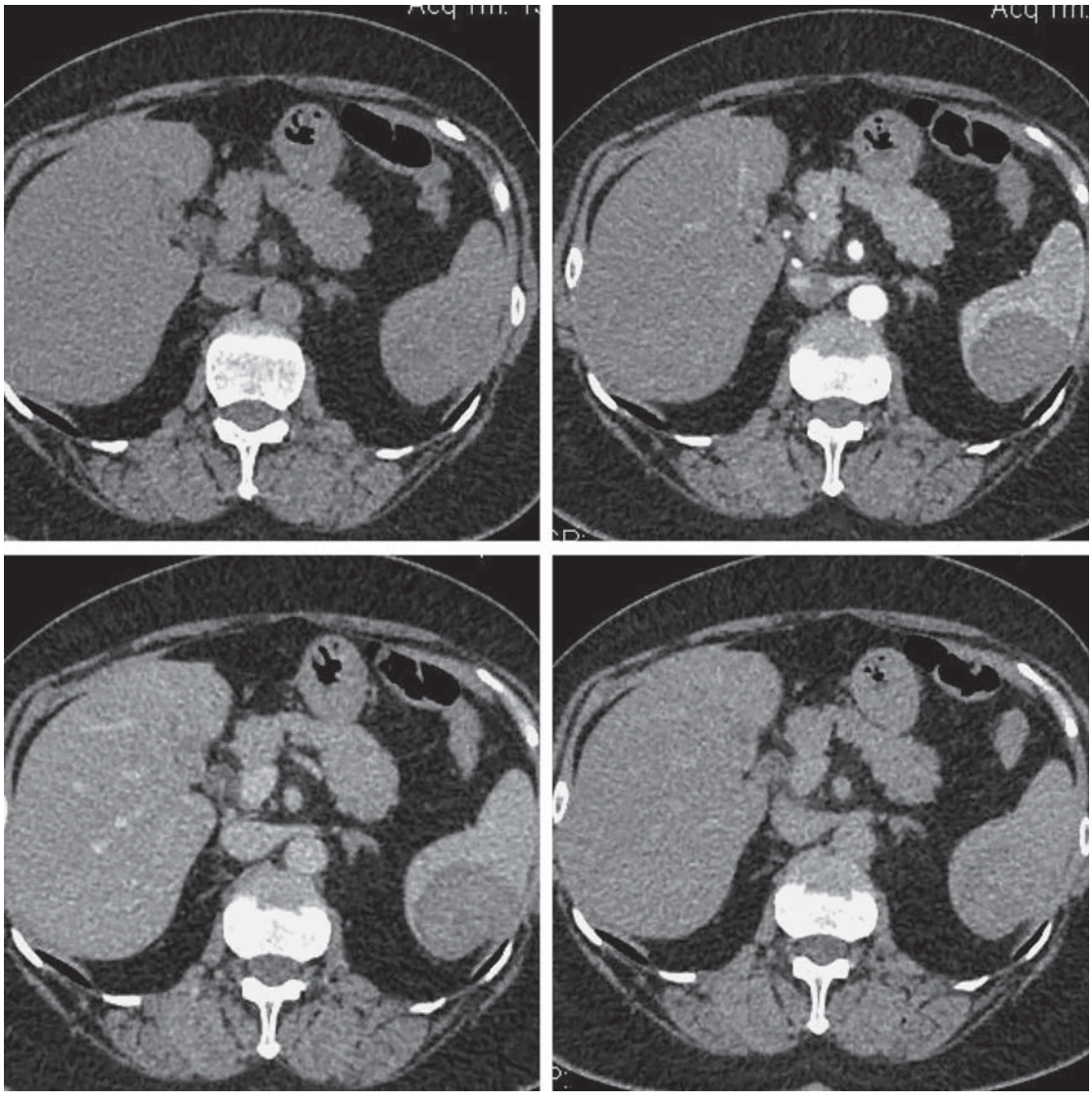


Рис. 7. КТ органов брюшной полости с контрастированием (слева сверху). Нативная, артериальная, паренхиматозная и отсроченная фазы сканирования. Аксиальная плоскость.
Пациентка А., 59 лет, в рамках обследования по поводу аденокарциномы восходящей ободочной кишки выявлено гиподенсное образование селезенки с нечеткими контурами, слабо накапливающее контрастный препарат. Интраоперационно и морфологически подтвержден метастаз аденокарциномы.

Fig. 7. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, arterial, parenchymal, delay phases. Axial images shows hypovascular rounded lesion. Morphologically verified colon adenocarcinoma metastasis.

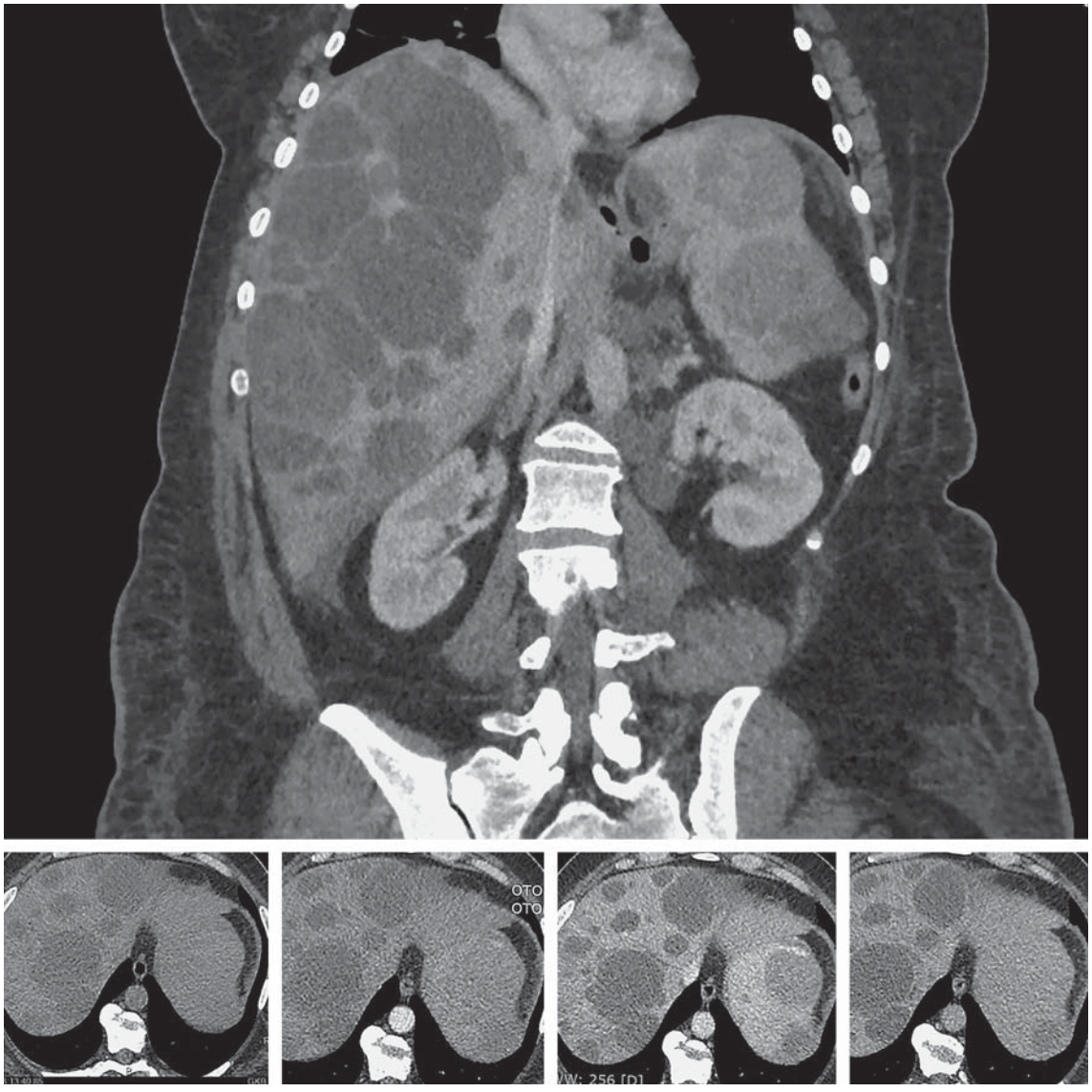


Рис. 8. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Нативная, артериальная, паренхиматозная и отсроченная фазы сканирования. Аксиальная плоскость (нижний ряд). Корональная плоскость (сверху).

Представлены множественные объемные образования печени и селезенки, преимущественно гиповаскулярные. Единичные образования в селезенке накапливают контрастный препарат. По данным иммуногистохимического исследования верифицирована ангиосаркома. Проведено дренирование брюшной полости. Получено гнойно-геморрагическое содержимое.

Fig. 8. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, arterial, parenchymal, delay phases. Axial and coronal images. Multiple hypovascular lesions of liver and spleen were detected. Some of them in spleen – with mild contrast enhancing. Immunohistochemical study showed angiosarcoma. With abdominal drainage we got purulent-hemorrhagic contents.

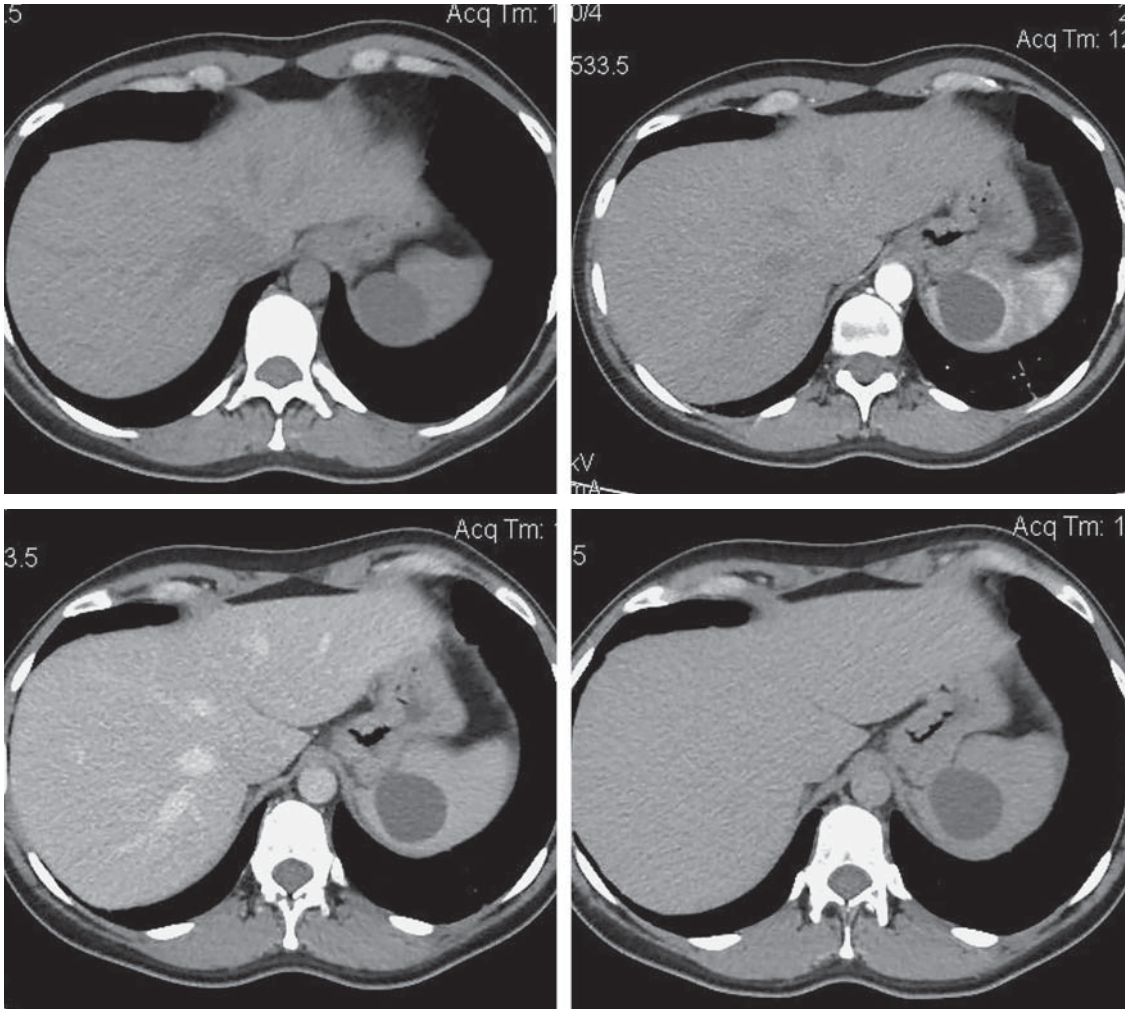


Рис. 9. КТ органов брюшной полости с контрастированием. Нативная, артериальная, паренхиматозная и отсроченная фазы сканирования. Аксиальная плоскость.
Лимфангиома селезенки имеет вид кистозного образования, в данном случае – монолокулярного. При контрастировании определяется слабое периферическое накопление контрастного препарата капсулой без солидных включений.

Fig. 9. Contrast-enhanced abdominal CT. Non-CE, arterial, parenchymal, delay phases. Axial images. Spleen lymphangioma appears like cystic lesion with mild peripheral enhancing.

Обсуждение

По данным различных авторов, при тупой травме живота селезенка наряду с печенью и почками входит в группу наиболее часто повреждаемых органов. Эффективность и целесообразость проведения КТ при политравме и тупой травме живота уже давно не вызывает сомнений. Метод в большей части случаев заменяет проведение диагностической лапароскопии у гемодинамически стабильных пациентов. В настоящее время авторы сходятся во мнении, что оправданным применение лапароскопии в диагностических целях остается при подозрении на травму непаренхиматозных элементов брюшной полости, таких как полые органы, брыжейка кишки и диафрагма [1].

Отдельный интерес представляли наблюдения гематом в отсроченном периоде при сомнительном травматическом анамнезе (n = 6, 16% от общего количества травматических повреждений). Точность метода в диагностике данной нозологии, по нашим данным, составила 100%.

В выявлении продолжающегося активного кровотечения наиболее высокая диагностическая точность (100%) демонстрировалась при выявлении симптома экстравазации (n = 7), что подтверждалось в ходе оперативных вмешательств.

Диагностические трудности возникали при так называемых двухфазных или двухмоментных повреждениях селезенки [2]. Такого рода повреждения возможны при наличии периферических разрывов органа. В ряде случаев происходило тромбирование первичного дефекта сгустком крови или прядью большого сальника при нарушении целости капсулы, что обусловливало стертость клинический картины и стабилизацию состояния пациента в момент травмы и после, предотвращая излитие крови в брюшную полость. Все эти пациенты исходно не обращались за медицинской помощью либо ограничивались обращением в травмпункт для обработки более явных и поверхностных повреждений. Болевой синдром развивался в отсроченном периоде и, как правило, был связан с физической нагрузкой, в момент которой происходил отрыв тромба или смещение пряди сальника, что вторично приводило к развитию гемоперитонеума с развернутой клинической картиной.

Наиболее широко применяемой классификацией травматических повреждений селезенки на протяжении многих лет остается классификация American Association for the Surgery of Trauma (AAST) [3]. Данная классификация основана преимущественно на морфоанатомических показателях и удобна при лучевых методах исследования.

Согласно данным литературы, в ряде случаев единственным симптомом повреждения селезенки оказывается наличие небольшого количества жидкости в околоселезеночном пространстве [4].

По нашему опыту, этот симптом может считаться индикаторным, по типу “red flag”, сообщающим, что стоит внимательнее изучить паренхиму органа, после чего при пристальном рассмотрении все же выявлялись менее заметные дефекты, что, впрочем, никак не влияло на тактику ведения пациента.

В целом опыт последних десятилетий показывает, что вопрос хирургических вмешательств при травме селезенки оказывается не столь однозначным, как считалось ранее. При сравнении различных показателей в группах пациентов с травмой селезенки, лечение которых осуществлялось консервативно и путем оперативного пособия, число осложнений и время пребывания в стационаре оказывалось выше у второй группы пациентов [5].

С другой стороны, нельзя не отметить, что данная группа, вероятно, представляла более тяжелый контингент больных. Уровень смертности в двух группах существенно не отличался. Практически полностью отошел в историю метод диагностического перитонеального лаважа, широко применявшийся ранее [6].

Абсцессы селезенки, как правило, развиваются на фоне септических состояний, к примеру, при наличии инфекционного эндокардита, либо возникают вторично, на фоне существовавшей ранее гематомы либо инфаркта. Клиническая картина, как правило, неспецифична и складывается из болевого синдрома с локализацией в области левого верхнего квадранта брюшной полости и гипертермии. При проведении КТ с КУ абсцесс определяется как округлое образование, плотность которого снижалась умеренно либо до жидкостных значений в центральных отделах с наличием периферического накопления контрастного препарата в паренхиматозную фазу сканирования.

Подкапсульная локализация абсцесса во всех выявленных случаях интраоперационно была ассоциирована с выраженным спаечным процессом, что затрудняло ход операции и увеличивало ее продолжительность. Это оказывалось наиболее существенно при вовлечении диафрагмальной поверхности органа. В рамках дифференциальной диагностики абсцессов селезенки при отсутствии характерной клинической картины и периферического накопления при КТ с КУ для более четкой дифференциальной диагностики кист, гематом и абсцессов оказывается целесообразно проведение МРТ. При однородности и жидкостных показателях сигнала данные образования трактуются как кисты. Развитие инфаркта селезенки зачастую связано с наличием в анамнезе хирургических вмешательств [7].

По нашим данным, не всегда визуализировались коагуляционные тромбы при окклюзии селезеночной артерии и ее ветвей на момент исследования, но значительная часть инфарктов была связана с опухолевой инвазией сосуда при прорастании опухолей головки и хвоста поджелудочной железы и при панкреонекрозе.

В литературе также описываются случаи инфарктов добавочной дольки селезенки [8], связанные с перекрутом ее сосудистой ножки у детей.

Кисты относятся к наиболее часто выявляемым образованиям селезенки. Симптомные кисты возникают в случаях травматизации и кровоизлияния в существующую кисту, а также при паразитарном поражении и увеличении размеров кисты [9].

Последние десятилетия становятся доступны для выполнения и показывают хорошие результаты лапароскопические методы удаления кист, в том числе при долговременном наблюдении как для паразитарных, так и для непаразитарных кист [10]. Изредка осуществляется дренирование простых кист при их больших размерах, но данная

тактика в настоящий момент подвергается сомнению, поскольку связана с достаточно высоким риском рецидивов и осложнений [11].

Показаниями к хирургическому лечению являются размеры и наличие жалоб [12]. Гемангиомы селезенки встречаются достаточно редко и не всегда имеют привычное лакунарное накопление контрастного препарата либо оно оказывается неочевидным на фоне специфического контрастирования органа.

В качестве редких случаев в литературе можно встретить описания симптомных гемангиом, что бывает связано с их разрывами. К примеру, коллеги из медицинского центра штата Мэн описывают случай, при котором гемангиома селезенки была выявлена при подозрении на тонкокишечную непроходимость. Интраоперационно оказалось, что разрыв крупной гемангиомы привел к развитию гемоперитонеума, следствием которого стала непроходимость [13].

Метастатическое поражение селезенки вследствие высокой скорости кровотока в органе возникает крайне редко. Данные образования, как правило, представлялись гиповаскулярными и имели нечеткие контуры. Во всех случаях морфологически подтверждался метастаз аденокарциномы ободочной кишки.

В литературе чаще описываются случаи метастатического поражения селезенки при раке легкого, желудка и молочной железы [14–16]. При этом практика показывает, что в случае выявления кистозных очагов у онкологических пациентов также должна сохраняться настороженность в отношении выявления метастатического поражения [17].

Первичные опухоли селезенки также относятся к крайне редким наблюдениям [18].

Описаны ангиосаркома и кистозная лимфангиома. Ангиосаркома представлялась объемным образованием неоднородной структуры и сочеталась с аналогичным поражением паренхимы печени. Данная опухоль является, как правило, крайне агрессивной, но долгое время остается бессимптомной, особенно при локализации в селезенке [19]. Лимфангиомы селезенки, как правило, встречаются у детей. Более часто они локализуются в аксиллярной области и на уровне шеи, а на долю лимфангиом брюшной полости приходится, по данным литературы, не более 5% случаев. У взрослых множественные лимфангиомы могут обнаруживаться в рамках системного заболевания (системный лимфангиоматоз) либо в качестве изолированного образования, часто имеют вид мультилокулярных структур [20]. Перегородки и капсула могут слабо накапливать контрастный препарат.

Заключение

В практике многопрофильного стационара КТ с КУ в большинстве случаев является оптимально информативным методом в диагностике заболеваний селезенки, достаточным для определения тактики лечения и планирования хирургических вмешательств. Для более четкой дифференциальной диагностики кист, гематом и абсцессов оправдано проведение МРТ. Врачу-рентгенологу необходимо также быть готовым к тому, что выявленные изменения селезенки не будут иметь характерной клинической картины и окажутся неожиданностью для направляющего специалиста, но при грамотном коллегиальном подходе качество лечебно-диагностического процесса неизбежно будет повышаться.

Участие авторов

Румер В.Б. – участие в научном дизайне, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Араблинский А.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Rumer V.B. – participation in scientific design, conducting research, collection and analysis of data, text preparation and editing, preparation and creation of the published work,

Arablinsky A.V. – concept and design of the study, collection and analysis of data, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Justin V., Fingerhut A., Uranues S. Laparoscopy in Blunt Abdominal Trauma: for Whom? When?and Why? *Curr Trauma Rep.* 2017; 3 (1): 43–50. http://doi.org/10.1007/s40719-017-0076-0
2. Вильк А.П., Галанкина И.Е., Абакумов М.М. Клинико-морфологическая характеристика повреждений селезенки при одно- и двухмоментном разрыве. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2012; 9: 32–37.
Vil'k A.P., Galankina I.E., Abakumov M.M. The clinical and morphologic characteristics of the spleen ruptures. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2012; (9): 32–37. (In Russian)
3. Morell-Hofert D, Primavesi F, Fodor M, et al. Validation of the revised 2018 AAST-OIS classification and the CT severity index for prediction of operative management and survival in patients with blunt spleen and liver injuries [published online ahead of print, 2020 Jul 21]. Eur. Radiol. 2020;. http://doi.org/10.1007/s00330-020-07061-8
4. Bekker W., Smith M., Kong V.Y., Bruce J.L., Laing G., Manchev V., Clarke D.L. Isolated free fluid on computed tomography for blunt abdominal trauma. *Ann. R. Coll. Surg. Engl.* 2019; 101 (8): 552–557. http://doi.org/10.1308/rcsann.2019.0078

5. Cadeddu M., Garnett A., Al-Anezi K., Farrokhyar F. Management of spleen injuries in the adult trauma population: a ten-year experience. *Can. J. Surg.* 2006; 49 (6): 386–390.
6. Grieshop N.A., Jacobson L.E., Gomez G.A., Thompson C.T., Solotkin K.C. Selective use of computed tomography and diagnostic peritoneal lavage in blunt abdominal trauma. *J Trauma.* 1995; 38 (5): 727–731. http://doi.org/10.1097/00005373-199505000-00008
7. Stamou K.M., Menenakos E., Gomatos I.P., Panousopoulos S.G., Smparounis S., Leandros E., Zografos G. Clinical implications of sleeve gastrectomy as a source of spleen infarction or ischemia. Obes. Surg. 2011; 21 (10): 1490–1493. http://doi.org/10.1007/s11695-010-0302-0
8. Mendi R., Abramson L.P., Pillai S.B., Rigsby C.K. Evolution of the CT imaging findings of accessory spleen infarction. *Pediatr. Radiol.* 2006; 36 (12): 1319–1322. http://doi.org/10.1007/s00247-006-0323-y
9. Hansen M., Moller A. Splenic Cysts. *Surgical Laparoscopy, Endoscopy & Percutaneous Techniques*. 2004; 14 (6): 316–322. http://doi.org/10.1097/01.sle.0000148463.24028.0c
10. Khoury G., Abiad F., Geagea T., Nabout G., Jabbour S. Laparoscopic treatment of hydatid cysts of the liver and spleen. *Surg. Endosc.* 2000; 14 (3): 243–245. http://doi.org/10.1007/s004640000048
11. Kenney C.D., Hoeger Y.E., Yetasook A.K., Linn J.G., Denham E.W., Carbray J., Ujiki M.B. Management of nonparasitic splenic cysts: does size really matter? *J. Gastrointest. Surg.* 2014; 18 (9): 1658–1663. http://doi.org/10.1007/s11605-014-2545-x
12. Morgenstern L. Nonparasitic splenic cysts: pathogenesis, classification, and treatment. *J. Am. Coll. Surg.* 2002; 194 (3): 306–314. http://doi.org/10.1016/s1072-7515(01)01178-4
13. Raef H.S., Cole, K.L. Ruptured splenic hemangioma presenting as small bowel obstruction: a case report. *J. Maine Med. Center.* 2020: 2 (2), Article 9. http://doi.org/10.46804/2641-2225.1041
14. Lam K.Y., Tang V.. Metastatic tumors to the spleen: a 25-year clinicopathologic study. *Arch. Pathol. Lab. Med.* 2000; 124 (4): 526–530. http://doi.org/10.1043/0003-9985(2000)124<0526:MTTTS>2.0.CO;2
15. Satoh H., Watanabe K., Ishikawa H., Yamashita Y.T., Ohtsuka M., Sekizawa K. Splenic metastasis of lung cancer. *Oncol. Rep.* 2001; 8 (6): 1239–1241. http://doi.org/10.3892/or.8.6.1239
16. Mitsimponas N., Mitsogianni M., Crespo F., Hartmann K.A., Diederich S., Klosterhalfen B., Giagounidis A. Isolated splenic metastasis from non-small-cell lung cancer: a case report and review of the literature. *Case Rep. Oncol.* 2017; 10 (2): 638–643. http://doi.org/10.1159/000478002
17. Ионкин Д.А., Кармазановский Г.Г., Степанова Ю.А., Шуракова А.Б., Журенкова Т.В., Щеголев А.И., Дубова Е.А. Редкие злокачественные поражения селезенки: малигнизация эпидермоидной кисты и метастазы в селезенку. *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова.* 2011; 6 (4): 137–143.
Ionkin D.A., Karmazanovsky G.G., Stepanova Ju.A., Shurakova A.B., Zhurenkova T.V., Shchegolev A.I., Dubova E.A. rare malignant defeats of a spleen: malignancy of epidermoid cyst and splenic metastasises. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center*. 2011; 6 (4): 137–143. (In Russian)
18. Morgenstern L., Bello J.M., Fisher B.L., Verham R.P. The clinical spectrum of lymphangiomas and lymphangiomatosis of the spleen. *Am. Surg*. 1992; 58 (10): 599–604.
19. Abbott R.M., Levy A.D., Aguilera N.S., Gorospe L., Thompson W.M. From the archives of the AFIP: primary vascular neoplasms of the spleen: radiologic-pathologic correlation. *Radiographics*. 2004; 24 (4): 1137–1163. http://doi.org/10.1148/rg.244045006
20. Al-Mendalawi M.D. Splenic lymphangioma in an adult. *Saudi Med. J.* 2018; 39 (3): 315. http://doi.org/10.15537/smj.2017.3.21941

Для корреспонденции*: Румер Вероника Борисовна – 125284 Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5. ГКБ имени С.П. Боткина.
E-mail: rumervb@gmail.com

Румер Вероника Борисовна – врач-рентгенолог отдела лучевой диагностики ГКБ имени С.П. Боткина ДЗМ, Москва. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

Араблинский Андрей Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Института клинической медицины имени Н.В.Склифосовского Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

Contact*: Veronika B. Rumer – 5, 2nd Botkinsky pr., Moscow, 125284, Russian Federation. S.P. Botkin City Clinical Hospital.
E-mail: rumervb@gmail.com

Veronika B. Rumer – doctor-radiologist of the Department of Radiation Diagnostics of the S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-9506-5274

Andrey V. Arablinskiy – Doct. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Radiology and Radiotherapy of Institute of Clinical medicine named after N.V. Sklifosovskiy of the First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow. https://orcid.org/0000-0003-0854-3598

От приглашенного редактора | From guest editor

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-997

Компьютерная томография – метод обоснования минимально инвазивного подхода в лечении повреждений пищевода и их осложнений

© **Бармина Т.Г.*, Даниелян Ш.Н., Коков Л.С., Шарифуллин Ф.А.-К., Забавская О.А., Попова И.Е., Рабаданов К.М., Гасанов М.А.**

ГБУЗ города Москвы "Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ города Москвы"; 129090 Москва, Большая Сухаревская площадь, д. 3, Российская Федерация

Цель исследования: проанализировать возможности компьютерной томографии (КТ) при повреждениях пищевода и их осложнениях в рамках дифференцированного подхода к выбору минимально инвазивного метода лечения.

Материал и методы. Проведен анализ результатов КТ у 25 пациентов с повреждениями пищевода различной этиологии, находившихся на лечении в НИИ СП имени Н.В. Склифосовского в период 2019–2020 гг. КТ проводилась с пероральным и внутривенным болюсным контрастированием, первично при поступлении и в динамике, всего 77 исследований.

Результаты. Во всех случаях были выявлены прямые и косвенные КТ-признаки повреждения пищевода, а также оценена степень вовлечения в патологический процесс окружающих органов и тканей. На основании полученных данных были выделены следующие варианты повреждения пищевода и его осложнений: интрамуральная гематома пищевода (2); разрыв грудного отдела пищевода без развития гнойных осложнений (2); разрыв грудного отдела пищевода, осложненный развитием медиастинита (4); разрыв грудного отдела пищевода с развитием медиастинита и эмпиемы плевры (13); разрыв шейного отела пищевода, осложненный флегмоной шеи и нисходящим медиастинитом (4). Для каждого варианта была использована различная тактика ведения пациента. Таким образом, выбор и очередность минимально инвазивных вмешательств, таких как торакоскопическая санация средостения и плевральных полостей, стентирование пищевода, наложение чрескожной эндоскопической гастростомы и эндоскопической вакуумно-аспирационной системы, проводились с учетом КТ-данных, в том числе при наблюдениях в динамике.

Заключение. КТ при повреждениях пищевода дает возможность получить полную информацию как о характере повреждения пищевода, так и о его осложнениях, определить их вид, локализацию и объем. КТ-данные позволяют обосновать минимально инвазивный подход в лечении повреждений пищевода, определить очередность вмешательств. КТ-исследования, выполняемые в динамике, позволяют оценить эффективность лечения и проводить своевременную коррекцию тактики.

Ключевые слова: повреждения пищевода и их осложнения, компьютерная томография, минимально инвазивные методы лечения

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Бармина Т.Г., Даниелян Ш.Н., Коков Л.С., Шарифуллин Ф.А.-К., Забавская О.А., Попова И.Е., Рабаданов К.М., Гасанов М.А. Компьютерная томография – метод обоснования минимально инвазивного подхода в лечении повреждений пищевода и их осложнений. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 63–73. https://doi.org/10.24835/1607-0763-997

Поступила в редакцию: 10.03.21. **Принята к печати:** 05.05.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Computed tomography as a method of substantiating a minimally invasive approach in the treatment of esophageal injuries and their complications

© **Tatyana G. Barmina*, Shagen N. Danielyan, Leonid S. Kokov, Faat A.-K. Sharifullin, Olga A. Zabavskaya, Irina E. Popova, Kadi M. Rabadanov, Murad A. Gasanov**

Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow; 3, Bolshaya Suharevskaya pl., Moscow, 129090, Russian Federation

The purpose of the study. To analyze possibilities of computed tomography (CT) for esophageal injuries and their complications as part of a differentiated approach to the choice of a minimally invasive treatment method.

Materials and methods. The results of CT scans were analyzed in 25 patients with esophageal injuries of various etiologies who were treated at the N.V. Sklifosovsky Research Institute of SP in the period 2019–2020. CT was performed with oral and intravenous bolus contrast, primarily at admission and in dynamics, a total of 77 studies.

Results. In all cases, direct and indirect CT signs of esophageal damage were detected, and the degree of involvement of surrounding organs and tissues in the pathological process was assessed. Based on the data obtained, the following variants of esophageal damage and its complications were identified: intramural esophageal hematoma (2); rupture of the thoracic esophagus without the development of purulent complications (2); rupture of the thoracic esophagus complicated by the development of mediastinitis (4); rupture of the thoracic esophagus with the development of mediastinitis and pleural empyema (13); rupture of the cervical calving of the esophagus, complicated by phlegmon of the neck and descending mediastinitis (4). Different patient management tactics were used for each variant. Thus, the selection and sequence of minimally invasive interventions, such as thoracoscopic sanitation mediastinal and pleural cavity, esophageal stenting, percutaneous endoscopic gastrostomy (CEG) and endoscopic vacuum aspiration system (E-VAS), were carried out taking into account CT data, including observations in dynamics.

Conclusion. CT scan for esophageal injuries allows you to get complete information about both the nature of esophageal damage and its complications, to determine their type, localization and volume. CT data allow us to justify a minimally invasive approach in the treatment of esophageal injuries, to determine the order of interventions. CT studies performed in dynamics allow us to evaluate the effectiveness of treatment and to carry out timely correction of tactics.

Keywords: esophageal injuries and complications, computed tomography, minimally invasive treatment method

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Barmina T.G., Danielyan Sh.N., Kokov L.S., Sharifullin F.A.-K., Zabavskaya O.A., Popova I.E., Rabadanov K.M., Gasanov M.A. Computed tomography as a method of substantiating a minimally invasive approach in the treatment of esophageal injuries and their complications. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 63–73. https://doi.org/10.24835/1607-0763-997

Received: 10.03.21. **Accepted for publication:** 05.05.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Лечение больных с повреждениями пищевода, особенно проникающего характера, остается одним из наиболее сложных вопросов современной хирургии, что обусловлено как многообразием клинических проявлений, так и трудностями диагностики [1–4]. Летальность при перфорации пищевода колеблется от 3 до 67% в зависимости от этиологии повреждения, своевременности диагностики и лечения [1, 2, 5]. Выделяют следующие основные этиологические факторы травмы пищевода: ятрогенные повреждения, барогенные и гидравлические разрывы, перфорации инородными телами, повреждения вследствие ранений и закрытой травмы груди, химического ожога и др. [1, 6, 7]. Ранняя диагностика во многом определяет исход повреждений пищевода. Классическими методами диагностики повреждения пищевода являются контрастная эзофагоскопия, эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС) и компьютерная томография (КТ) [1, 2, 7, 9].

В последние годы при лечении проникающих повреждений пищевода все шире стали применяться современные минимально инвазивные технологии, что требует дифференцированного подхода в зависимости от давности перфорации и

распространенности осложнений [2, 4, 8]. Это, в свою очередь, требует точной диагностической информации не только о наличии и локализации зоны повреждения, но и о характере и объеме вовлечения в процесс параэзофагеальной клетчатки и окружающих органов и тканей. В связи с этим особое внимание уделяется методу КТ [1, 2, 9].

Цель исследования

Проанализировать возможности КТ при повреждениях пищевода и их осложнениях в рамках дифференцированного подхода к выбору минимально инвазивного метода лечения.

Материал и методы

Был проведен анализ результатов КТ у 25 пациентов с повреждениями пищевода, находившихся на лечении в НИИ СП имени Н.В. Склифосовского в период 2019–2020 гг. Причинами травмы пищевода были: спонтанный разрыв пищевода (11 наблюдений), инструментальные разрывы и повреждения в результате операций на шее (6), повреждения инородными телами (2), перфорация язвы пищевода (2), перфорация опухоли пищевода (1), перфорация пищевода в результате химического ожога (1), спонтанная гематома пищевода (2). В анализируемой группе было 15 женщин и 10 мужчин. Средний возраст пациентов составил 64 года (колебания от 31 до 91 года). Всем пациентам при поступлении была проведена ЭГДС и контрастная эзофагоскопия.

Первичное КТ-исследование было выполнено сразу при поступлении в Институт в различные сроки с момента травмы (1–23-и сутки с момента травмы пищевода: на 1–3-и сутки – 9 пациентам, на 4–7-е сутки – 8 пациентам и свыше 7 сут – 8 пациентам). У 22 больных проводилось исследование в динамике, всего 77 исследований.

Все КТ-исследования были проведены на 64-срезовых компьютерных томографах. Область сканирования включала в себя две анатомические зоны (шею и грудь) – с уровня основания черепа до задних реберно-диафрагмальных синусов. Исследование проводили на высоте спокойного вдоха при полностью задержанном дыхании. После нативного сканирования выполнялось внутривенное болюсное контрастное усиление (КУ) с проведением артериальной, венозной и отсроченной фаз. Артериальная и венозная фазы были необходимы для оценки состояния сосудов в зоне патологического процесса, исследование в отсроченную фазу улучшало визуализацию зон некроза и гнойного расплавления клетчатки и мягких тканей. Для оценки целости стенки и состояния просвета пищевода проводилось пероральное КУ "на глотке". Постпроцессорная обработка данных включала в себя построение мультипланарных и объемных реконструкций.

Результаты исследований

На основе анализа КТ-данных с учетом распространенности процесса и выявленных осложнений были выделены следующие группы пациентов:

– с интрамуральной гематомой пищевода;

– с разрывом грудного отдела пищевода без развития гнойных осложнений;

– с разрывом грудного отдела пищевода и медиастинитом;

– с разрывом грудного отдела пищевода, медиастинитом и эмпиемой плевры;

– с разрывом шейного отела пищевода, флегмоной шеи и нисходящим медиастинитом.

Интрамуральная гематома пищевода была выявлена у 2 пациентов в виде внутристеночного образования повышенной плотности (до 72 ед.Н – плотность сгустков крови), неправильно-округлой формы, с четкими контурами, размерами 20 и 40 мм в диаметре, не накапливающего контрастное вещество при внутривенном КУ (рис. 1 а). Образование локализовалось в обоих случаях по правой стенке пищевода, с уровня Th_{IV} до пищеводно-желудочного перехода, с распространением на стенку желудка. Просвет пищевода на уровне гематомы был сужен с наличием супрастенотического расширения. Изменений параэзофагеальной клетчатки выявлено не было. Однако у одного пациента был диагностирован двусторонний гемоторакс, больше выраженный справа, в связи с чем было выполнено дренирование правой плевральной полости, эвакуировано около 500 $см^3$ лизированной крови. Обоим пациентам была проведена консервативная терапия с положительным эффектом. При КТ-исследовании в динамике было отмечено уменьшение объема и плотности гематомы (рис. 1 б).

Разрыв грудного отдела пищевода (без развития гнойных осложнений на момент первичного исследования) был диагностирован у 2 больных в виде прямых и косвенных признаков: затек контрастного вещества из пищевода (по левой его стенке) в заднее средостение, выраженная эмфизема мягких тканей грудной стенки, пневмомедиастинум и двусторонний пневмоторакс (рис. 2 а). КТ-данных о воспалительных изменениях клетчатки средостения на момент исследования получено не было. Обоим пациентам была наложена чрескожная эндоскопическая гастростома (ЧЭГ) и эндоскопическая вакуумно-аспирационная система (Э-ВАС) в просвет пищевода. Одному пациенту с двусторонним пневмоторак-

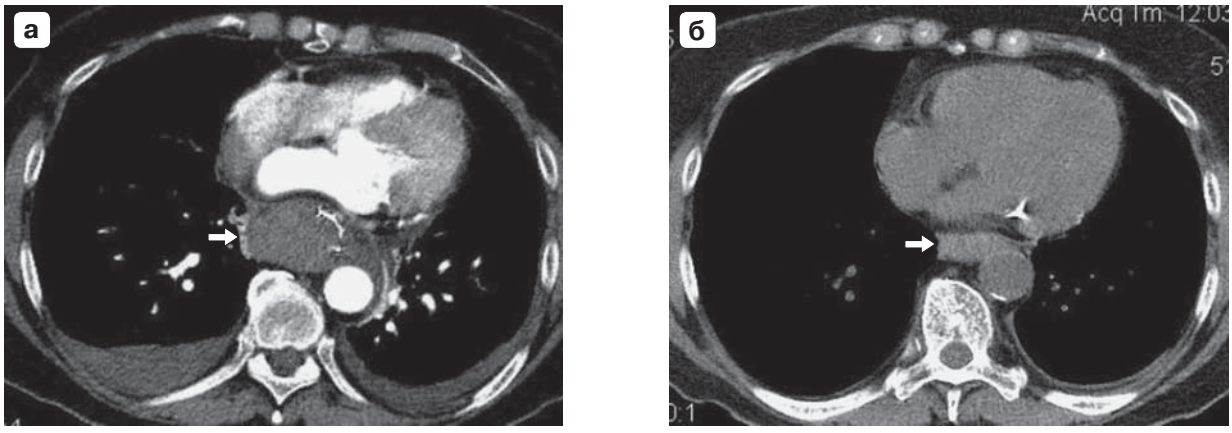


Рис. 1. КТ грудной клетки, аксиальные срезы. **а** – первичное исследование (1-е сутки от поступления) – с внутривенным болюсным контрастированием (артериальная фаза) и пероральным контрастированием: интрамуральная гематома пищевода (стрелка), вызывающая сужение его просвета; двусторонний гемоторакс; **б** – исследование в динамике (8-е сутки от поступления): уменьшение объема и плотности гематомы (стрелка).

Fig. 1. Chest CT, axial sections. **а** – primary study (day 1 of admission) – with intravenous bolus contrast (arterial phase) and oral contrast: intramural hematoma of the esophagus (arrow), causing narrowing of its lumen; bilateral hemothorax; **б** – dynamic study (day 8 of admission): decrease in the volume and density of the hematoma (arrow).

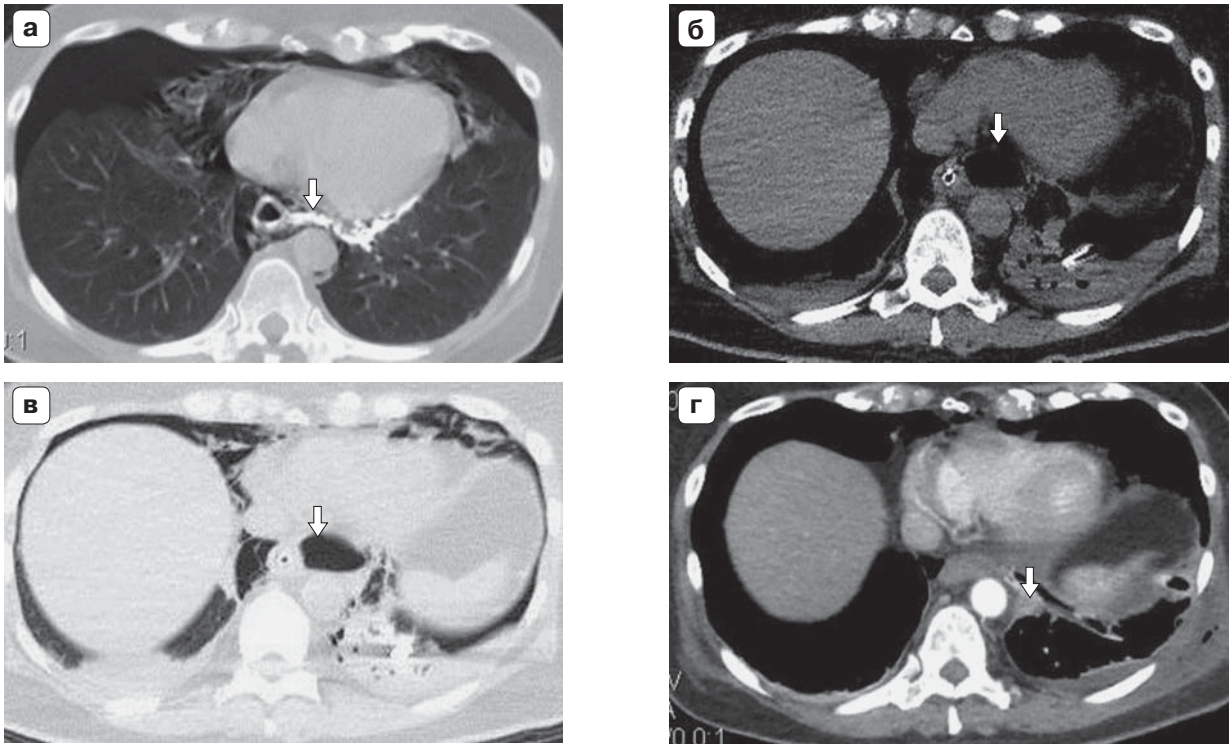


Рис. 2. КТ грудной клетки, аксиальные срезы. **а** (с пероральным контрастированием) – первичное исследование (1-е сутки от поступления): затек контрастного вещества в средостение (стрелка), пневмомедиастинум, двусторонний пневмоторакс; **б, в** (нативно) – исследование в динамике (3-и сутки от поступления) – параэзофагеальный абсцесс (стрелка), инфильтративно-воспалительные изменения в заднебазальных отделах левого легкого; **г** (с болюсным контрастированием – артериальная фаза) – исследование в динамике (5-е сутки от поступления): состояние после ВТС, дренирования заднего средостения, уменьшение объема абсцесса (стрелка).

Fig. 2. Chest CT, axial sections. **а** (with oral contrast) – primary examination (1st day of admission): contrast agent leakage into the mediastinum (arrow), pneumomediastinum, bilateral pneumothorax; **б, в** (native) – dynamic study (3 days after admission) – paraesophageal abscess (arrow), infiltrative-inflammatory changes in the posterobasal parts of the left lung; **г** (with bolus contrast – arterial phase) – dynamic study (day 5 of admission): condition after videothoracoscopy, posterior mediastinal drainage, reduction of abscess volume (arrow).

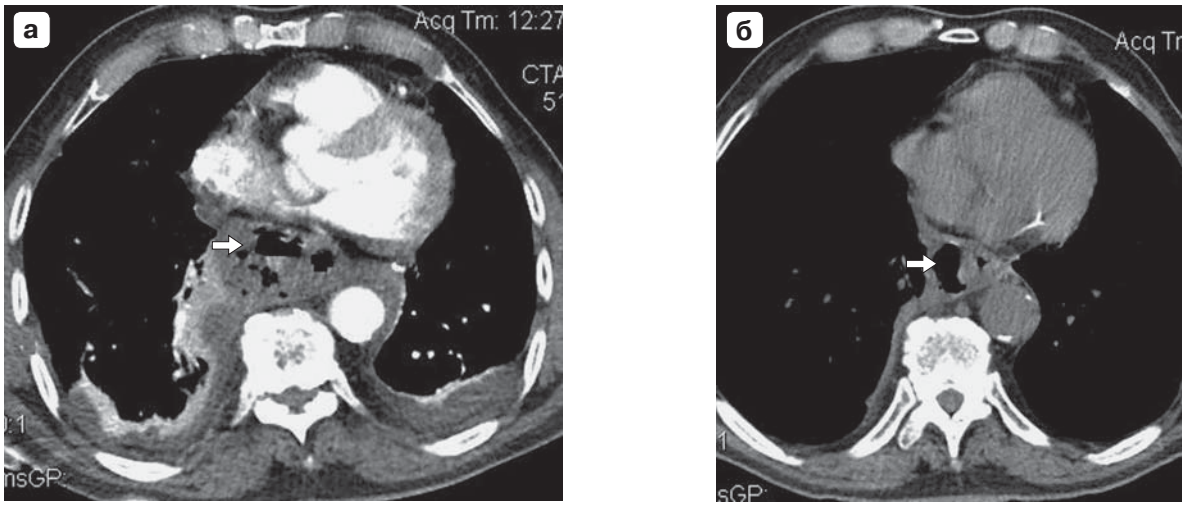


Рис. 3. КТ грудной клетки, аксиальные срезы. **а** (с болюсным контрастированием – артериальная фаза) – первичное исследование (1-е сутки от поступления): параэзофагеальный абсцесс (стрелка), двусторонний гидроторакс; **б** (нативно) – исследование в динамике (12-е сутки от поступления): остаточная полость абсцесса, без жидкостного содержимого (стрелка).

Fig. 3. Chest CT, axial sections. **а** (with bolus contrast – arterial phase) – primary examination (1st day from admission): paraesophageal abscess (arrow), bilateral hydrothorax; **б** (native) – study in dynamics (12 days from admission): residual abscess cavity, without liquid contents (arrow).

сом было выполнено дренирование плевральных полостей. При КТ-исследовании в динамике в одном случае были отмечены положительные изменения в виде уменьшения объема эмфиземы мягких тканей грудной стенки и средостения, отсутствия воспалительных изменений в клетчатке средостения. Во втором случае у пациента появились признаки медиастинита в виде абсцесса средостения – параэзофагеально расположенного образования с уровнем жидкости и формирующейся капсулой (рис. 2 б, в). Также были выявлены инфильтративно-воспалительные изменения в заднебазальных отделах левого легкого, примыкающих к абсцессу средостения. Больному были выполнены видеоторакоскопия (ВТС), санация и дренирование заднего средостения и левой плевральной полости (рис. 2 г).

У 4 пациентов при первичном КТ-исследовании наряду с вышеуказанными признаками разрыва грудного отдела пищевода были выявлены воспалительные изменения в средостении: в виде абсцесса у 3 больных, флегмоны – у 1. Абсцесс средостения (рис. 3 а) во всех случаях локализовался в нижних отделах заднего средостения – параэзофагеально, объем его варьировал от 18 до 150 см^3. Флегмона средостения (рис. 4 а, б) распространялась на верхние и нижние отделы заднего средостения (уровень $Th_{III–VIII}$) и определялась в виде зоны жидкостной плотности, неправильной формы, с нечеткими контурами, неоднородной структуры за счет наличия участков плотности мягких тканей (некрозы и секвестры) и включений газа. В 3 случаях к гнойно-некротическим изменениям клетчатки средостения тесно примыкали сосудистые структуры (нисходящая аорта, правая подключичная артерия), контуры сосудов были местами нечеткие, паравазальная клетчатка не дифференцировалась. Всем пациентам этой группы была наложена ЧЭГ и Э-ВАС в полость средостения. Несмотря на данные КТ о тесном примыкании сосудистых структур к гнойно-некротическим изменениям в средостении, аррозионных кровотечений у пациентов этой группы отмечено не было. У 2 больных медиастинит сопровождался реактивным выпотом в плевральную полость (объемом 480 и 500 см^3), в связи с чем было выполнено дренирование плевральной полости, и инфильтративно-воспалительными изменениями в легких. При КТ-исследовании в динамике во всех случаях было выявлено уменьшение объема и распространенности изменений в средостении (рис. 3 б, 4 в, г). Наряду с этим у одного больного было диагностировано увеличение инфильтративных изменений в легких, что потребовало коррекции антибиотикотерапии. Еще у одного больного отмечено увеличение объема гидроторакса, что потребовало дренирования плевральной полости.

У 13 пациентов были диагностированы воспалительные изменения в средостении и плевральной полости. При этом у 6 больных из этой группы признаки разрыва пищевода не определялись, так как КТ-исследование у 5 из них было выполнено

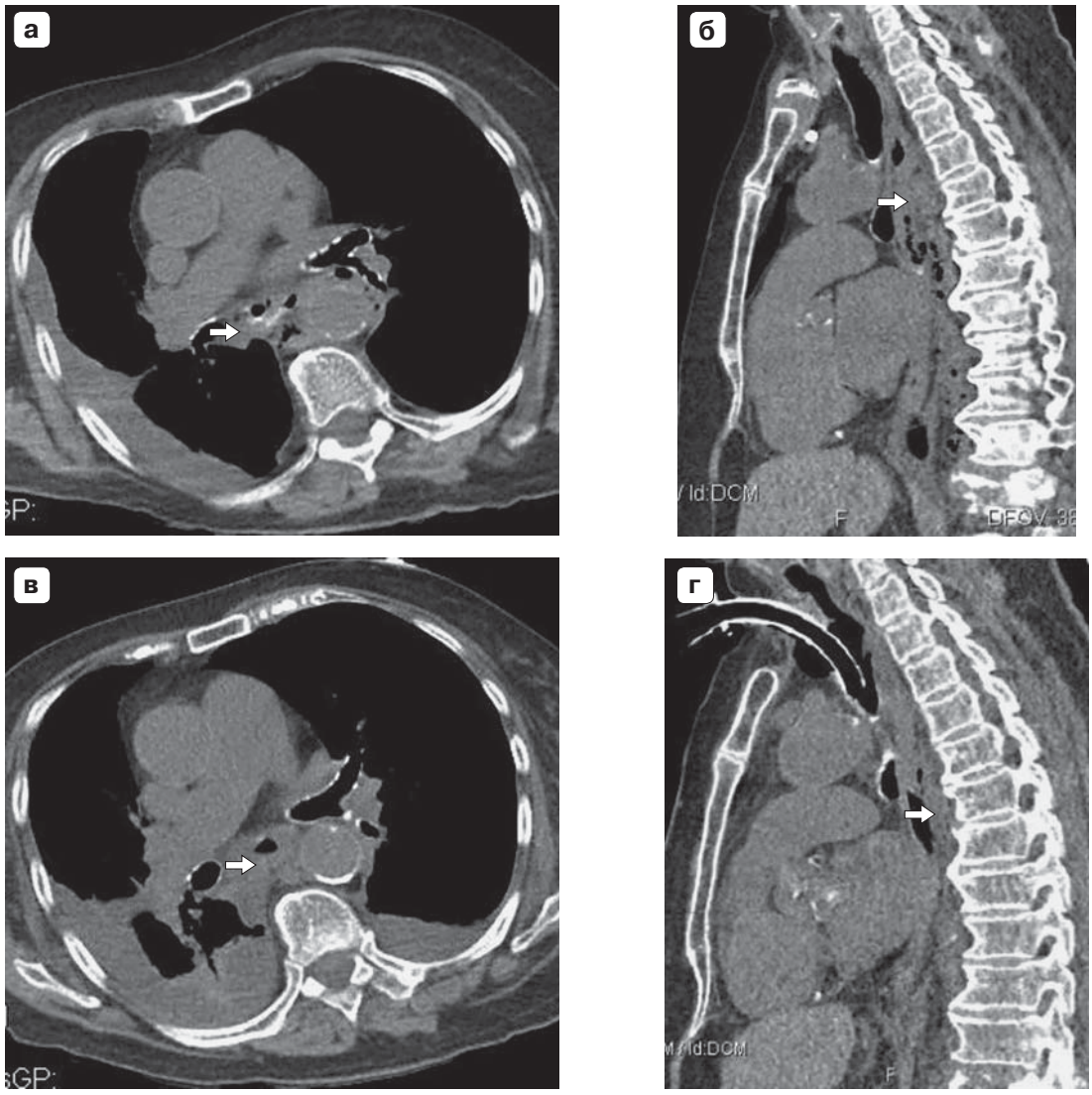


Рис. 4. КТ грудной клетки. **а, б** (с пероральным КУ) – первичное исследование (1-е сутки от поступления) – флегмона заднего средостения (стрелка), затек контрастного вещества в средостение, правосторонний гидроторакс, (**а** – аксиальный срез, **б** – сагиттальная реформация); **в, г** – исследование в динамике (30-е сутки от поступления) – формирующиеся рубцовые изменения клетчатки заднего средостения (стрелка), двусторонний гидроторакс (**в** – аксиальный срез, **г** – сагиттальная реформация).

Fig. 4. Chest CT. **а, б** (with oral contrast) – primary examination (day 1 of admission)-posterior mediastinal phlegmon (arrow), contrast agent flow into the mediastinum, right – sided hydrothorax, (**а** – axial section, **б** – sagittal reformation); **в, г** – dynamic examination (day 30 of admission) – developing scarring changes in the posterior mediastinal fiber (arrow), bilateral hydrothorax (**в** – axial cut, **г** – sagittal reformation).

после ушивания дефекта пищевода и у 1 – после стентирования пищевода (выполнены в другом медицинском учреждении до поступления в Институт). У остальных 7 пациентов были выявлены указанные выше признаки разрыва пищевода, в том числе у 1 на фоне рубцовой деформации и у 4 с повреждением медиастинальной плевры в виде затека контрастного вещества за пределы стенки пищевода в плевральную полость. Медиастинит при КТ у 6 пациентов этой группы определялся в виде абсцесса, расположенного в нижних отделах заднего средостения, объемом от 20 до 50 см^3. Флегмона средостения была выявлена у 3 больных, изменения локализовались в пределах нижних отделов заднего средостения, объем их составлял от 40 до 65 см^3. У остальных 4 пациентов были диагностированы инфильтративные изменения клетчатки средостения, без наличия отграниченных скоплений жидкости. В 8 случаях к воспалительным изменениям клет-

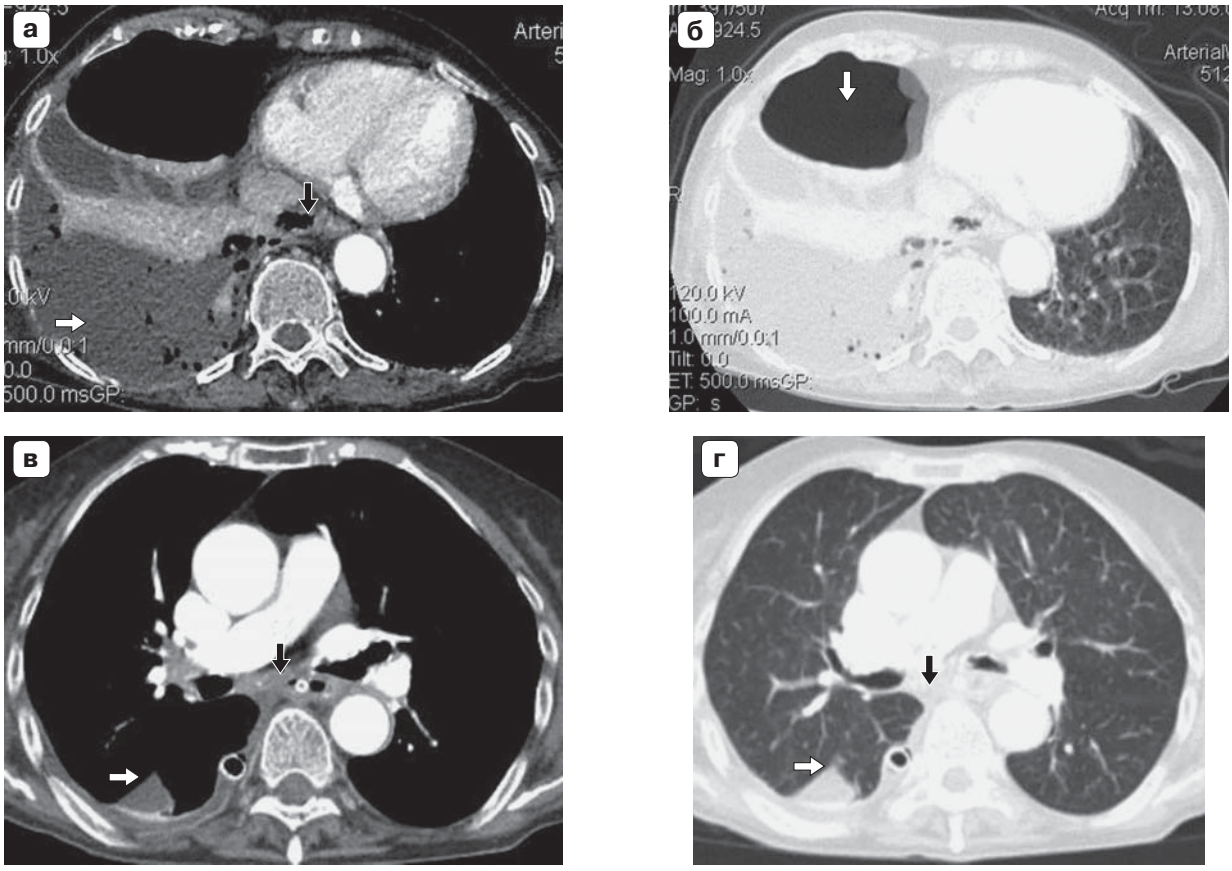


Рис. 5. КТ грудной клетки, аксиальные срезы. **а, б** (с болюсным КУ – артериальная фаза) – первичное исследование (1-е сутки от поступления): **а** – флегмона заднего средостения (черная стрелка), эмпиема плевры справа (белая стрелка), **б** – правосторонний пневмоторакс; **в, г** – исследование в динамике (6-е сутки от поступления): уменьшение объема патологических изменений в средостении (черная стрелка) и в плевральной полости (белая стрелка).

Fig. 5. Chest CT, axial sections. **а, б** – (with bolus contrast – arterial phase) – primary examination (1st day from admission): **а** – phlegmon of the posterior mediastinum (black arrow), empyema of the pleura on the right (white arrow), **б** – right-sided pneumothorax; **в, г** – study in dynamics (6 days from admission): a decrease in the volume of pathological changes in the mediastinum (black arrow) and in the pleural cavity (white arrow).

чатки средостения тесно примыкали сосудистые структуры (нисходящая аорта, непарная вена, левая подключичная артерия, нижняя полая вена). Эмпиема плевры во всех случаях определялась наличием в плевральной полости содержимого жидкостной плотности с включениями газа, равномерным утолщением листков плевры, накапливающих контрастное вещество (рис. 5 а, б). Объем эмпиемы варьировал от 70 до 1150 см^3. В 7 случаях в прилежащих к эмпиеме отделах легкого были выявлены инфильтративно-воспалительные изменения, в 1 случае – с абсцедированием. Всем пациентам этой группы были выполнены ВТС, санация и дренирование плевральной полости и средостения (при наличии гнойного медиастинита). Наряду с этим 7 пациентам с наличием дефекта стенки пищевода были выполнены: резекция рубцово-суженного пищевода при ВТС в 1 наблюдении, стентирование пищевода еще в 1 случае, ЧЭГ и Э-ВАС в полость средостения – в 5 наблюдениях. Аррозионных кровотечений у пациентов данной группы отмечено не было. При динамическом КТ-исследовании у 9 пациентов были отмечены положительные изменения в виде уменьшения объема содержимого в плевральной полости и в средостении (рис. 5 в, г).

В одном наблюдении у пациента, госпитализированного в поздние сроки (20-е сутки) после спонтанного разрыва пищевода с эмпиемой плевры, при КТ в динамике отмечено неполное расправление нижней доли левого легкого в связи с развитием панцирного легкого, что потребовало выполнения повторной ВТС с плеврэктомией и декортикацией левого легкого. Еще в одном случае при динамической КТ были диагностированы правосторонняя пневмония и правосторонний

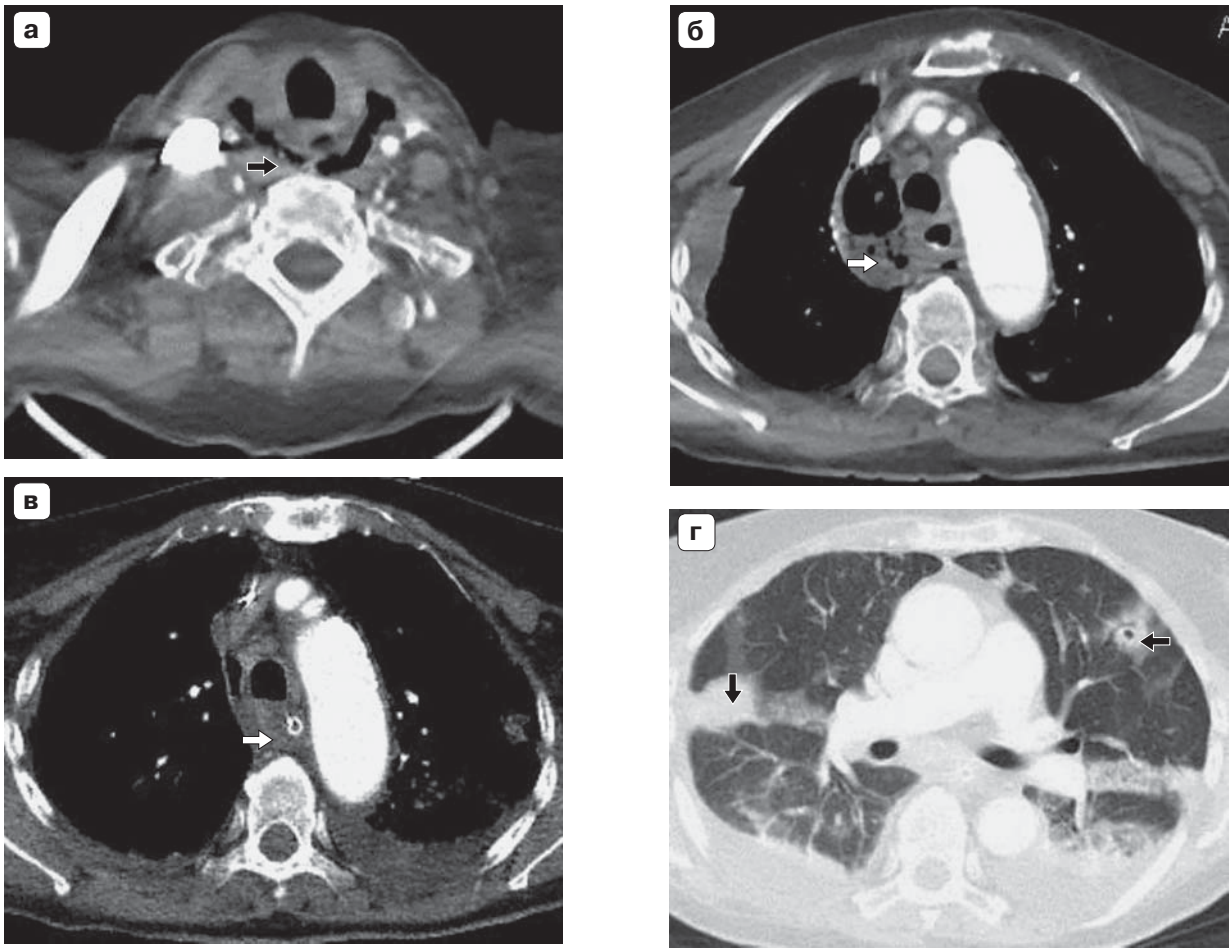


Рис. 6. КТ шеи и грудной клетки, аксиальные срезы. **а** – КТ шеи (с болюсным КУ – артериальная фаза) – первичное исследование (1-е сутки от поступления): флегмона шеи (стрелка); **б** – КТ грудной клетки (с болюсным КУ – артериальная фаза) – первичное исследование (1-е сутки от поступления) – флегмона заднего средостения (стрелка); **в, г** – КТ грудной клетки – исследование в динамике (16-е сутки от поступления), состояние после Э-ВАС: **в** – уменьшение объема патологических изменений в средостении (стрелка); **г** – двусторонний гидроторакс и септическая эмболия легких (стрелки).

Fig. 6. CT of the neck and chest, axial sections. **а** – CT of the neck (with bolus contrast – arterial phase) – primary examination (1st day from admission): neck phlegmon (arrow); **б** – chest CT (with bolus contrast – arterial phase) – primary examination (day 1 of admission) – posterior mediastinal phlegmon (arrow); **в, г** – chest CT-dynamic examination (day 16 of admission), condition after endoscopic vacuum aspiration system: **в** – reduction of the volume of pathological changes in the mediastinum (arrow); **г** – bilateral hydrothorax and septic pulmonary embolism (arrows).

гидроторакс объемом около 400 см^3 (на противоположной стороне от эмпиемы плевры). Пациенту было выполнено дренирование правой плевральной полости и продолжена антибиотикотерапия.

Повреждения шейного отдела пищевода были выявлены у 4 больных, у 2 – с развитием флегмоны шеи и верхних отделов заднего средостения (рис. 6 а, б). КТ-семиотика флегмоны шеи была такая же, как и при флегмоне средостения, описанной выше. У одного из этих пациентов также были выявлены двусторонние полисегментарные инфильтративно-воспалительные изменения в легких и левосторонний гидроторакс, дренированный на момент исследования. Одному больному были выполнены колотомия, чресшейная медиастинотомия, ушивание дефекта пищевода, санация и дренирование клетчаточных пространств шеи и средостения. Второму пациенту были установлены назогастральный зонд и Э-ВАС в полость средостения. При последующих КТ в обоих случаях отмечено уменьшение объема изменений в клетчаточных пространствах шеи и средостения, однако у одного из пациентов появились правосторонний гидроторакс и септическая эмболия легких в виде двусторонних периферически расположенных очагов и инфильтратов с наличием

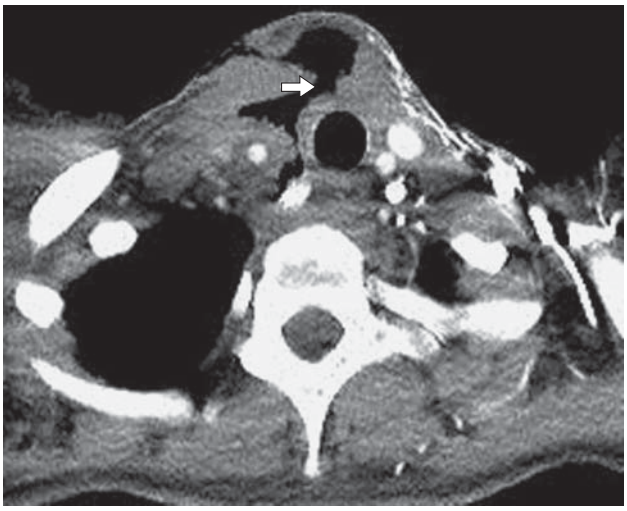


Рис. 7. КТ шеи, аксиальный срез (с пероральным и болюсным КУ – артериальная фаза): наружный свищ шейного отдела пищевода.

Fig. 7. Neck CT, axial section (with bolus and oral contrast – arterial phase): external fistula of the cervical esophagus.

тонкостенных мелких полостей распада (рис. 6 в, г), что потребовало проведения консервативного лечения, в том числе антибиотикотерапии с учетом чувствительности микрофлоры.

Еще у двух пациентов, поступивших в поздние сроки (на 12-е и 15-е сутки) с момента проведения операции на шее (лимфоидэктомия и тиреоидэктомия), были диагностированы инфильтративные изменения мягких тканей шеи с формированием наружных свищей шейного отдела пищевода. Наружные свищи визуализировались в виде линейно-извитых участков плотностью газа, распространяющихся от пищевода до кожного покрова и заполняющихся контрастным веществом при пероральном контрастировании (рис. 7).

Пациентам были выполнены ревизия и санация послеоперационной раны, наложение наружной вакуумной повязки с хорошим эффектом.

Обсуждение

Место КТ в диагностическом алгоритме при повреждениях пищевода до сих пор широко обсуждается в литературе. Так, в работе А.М. Шестюк [9] КТ грудной клетки не нашла широкого применения в диагностике повреждений пищевода и была использована всего в 12,6% случаев. В нашем же исследовании КТ-исследование было обязательным и выполнено всем пациентам с повреждениями пищевода (100%).

В ходе проведенной работы было установлено, что нативное КТ-исследование позволяет выявить косвенные признаки разрыва пищевода, такие как эмфизема мягких тканей грудной стенки, пневмомедиастинум и гидропневмоторакс, что совпадает с данными других авторов [2, 7, 10]. Использование методики перорального контрастирования повышает информативность метода за счет получения прямого признака разрыва пищевода в виде затека контрастного вещества в средостение. КТ позволяет определить уровень разрыва, локализацию и наличие повреждения медиастинальной плевры в виде затека контрастного препарата в плевральную полость. Это также соответствует данным других источников [9–11].

В литературе [12] описано, что, в отличие от рентгенологического и эндоскопического методов диагностики, позволяющих оценить слизистую оболочку пищевода, КТ благодаря послойной визуализации способна выявить изменения в толще самой стенки, что имело место и в нашем исследовании – у 2 пациентов с интрамуральной гематомой пищевода.

Известно, что преимуществом КТ перед другими методами исследования является возможность оценки состояния параэзофагеальной клетчатки, окружающих органов и тканей [1, 10, 11]. Данная возможность позволяет КТ выявить такие осложнения разрыва пищевода, как медиастинит и эмпиема плевры, оценить их степень выраженности и распространенность, что также было показано в нашей работе.

Наше мнение по использованию болюсного контрастного усиления при диагностике осложнений повреждений пищевода, которое улучшает дифференциацию мягких тканей средостения, совпадает с мнением других авторов [10–12]. Помимо этого в нашем исследовании показана возможность данной методики четко дифференцировать плотные некротические массы в клетчатке средостения от экссудативных образований (отграниченные жидкостные скопления, абсцесс) и получить информацию об их взаиморасположении. Также за счет визуализации просвета артерий и вен в различные фазы усиления можно оценить степень вовлечения в гнойно-некротический процесс прилежащих сосудистых структур.

Дополнительное использование постпроцессорной обработки с построением мультипланарных и объемных реконструкций, рекомендуемое и другими авторами [10, 12], позволяет повысить информативность полученных данных, в том числе за счет наглядности пространственного расположения исследуемых органов и тканей.

В последние годы в практику лечения повреждений пищевода все шире внедряются минимально инвазивные технологии [2, 8]. В нашем Институте спектр минимально инвазивных вмеша-

тельств достаточно широк, включает в себя лапароскопическое и торакоскопическое ушивание дефекта пищевода и санацию средостения и плевральных полостей, стентирование пищевода, применение Э-ВАС, ЧЭГ.

В нашей работе показано, что определение тактики лечения пациентов с травмой пищевода, в том числе выбор очередности минимально инвазивных вмешательств, проводилось с учетом КТ-данных, характеризующих не только зону повреждения, но и степень вовлечения в патологический процесс клетчатки средостения и плевральных полостей, что нашло отражение и в других литературных источниках [2, 4, 8].

Заключение

Таким образом, КТ при повреждениях пищевода дает возможность получить полную информацию как о характере повреждения пищевода, так и о его осложнениях, определить их вид, локализацию и объем. КТ-данные позволяют обосновать минимально инвазивный подход в лечении повреждений пищевода, определить очередность вмешательств. КТ-исследования, выполняемые в динамике, позволяют оценить эффективность лечения и проводить своевременную коррекцию тактики.

Участие авторов

Бармина Т.Г. – концепция и дизайн исследования, проведение исследования, сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне.

Даниелян Ш.Н. – подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Коков Л.С. – ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Шарифуллин Ф.А.-К. – ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Забавская О.А. – написание текста, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне.

Попова И.Е. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Рабаданов К.М. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Гасанов М.А. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Authors' participation

Barmina T.G. – concept and design of the study, conducting research, collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data, writing text.

Danielyan Sh.N. – text preparation and editing, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Kokov L.S. – responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Sharifullin F. A.-K. – responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Zabavskaya O.A. – writing text, text preparation and editing, participation in scientific design.

Popova I.E. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Rabadanov K.M. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Gasanov M.A. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Список литературы

1. Абакумов М.М. Медиастинит: Руководство для врачей. М.: Специальное издательство медицинских книг (СИМК), 2020. 296 с.
2. Бреднев А.О. Повреждения пищевода: диагностика и современная тактика лечения. *Вестник Российской военно-медицинской академии*. 2015; 3 (51): 255–260.
3. Теремов С.А. Особенности хирургического лечения травм пищевода у больных старческого возраста. *Наблюдения из практики.* 2011; 3 (8): 177–179.
4. Biancari F., D'Andrea V., Paone R., Di Marco C., Savino G., Koivukangas V., Saarnio J., Lucenteforte E. Current treatment and outcome of esophageal perforations in adults: systematic review and meta-analysis of 75 studies. *Wld J. Surg*. 2013; 37 (5): 1051–1059. http://doi.org/10.1007/s00268-013-1951-7
5. Wahed S., Dent B., Jones R., Griffin S.M. Spectrum of oesophageal perforations and their influence on management. *Br. J. Surg.* 2014; 101 (1): e156–162. http://doi.org/10.1002/bjs.9338
6. Гришин И. Н. Кардиоспазм, ахалазия кардии и перфорации пищевода. Минск: Вышэйшая школа, 2013. 192 с.
7. Ivatury R.R. Oesophageal injuries: Position paper, WSES, 2013. *Wld J. Emerg. Surg.* 2014; 1 (9): 9. https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-9
8. Ben-David K., Lopes J., Hochwald S., Draganov P., Forsmark C., Collins D., Chauhan S., Wagh M.S., Carreras J., Vogel S., Sarosi G. Minimally invasive treatment of esophageal perforation using a multidisciplinary treatment algorithm: a case series. *Endoscopy.* 2011; 43 (2): 160–162. http://doi.org/10.1055/s-0030-1256094
9. Шестюк А.М. Роль инструментальных методов диагностики при выявлении повреждений грудного отдела пищевода. *Новости хирургии*. 2010; 5 (18): 20–27.
10. Труфанов Г.Е. Лучевая диагностика заболеваний пищевода: Руководство. СПб: Элби-СПб, 2011. 192 с.
11. Ba-Ssalamah A., Zacherl J., Noebauer-Huhmann I.M., Uffmann M., Matzek W.K., Pinker K., Herold C., Schima W. Dedicated multi-detector CT of the esophagus: spectrum of diseases. *Abdom. Imaging*. 2009; 34 (1): 3–18. http://doi.org/10.1007/s00261-007-9290-5
12. Бурякина С.А. Роль МСКТ с болюсным контрастным усилением в диагностике стенозов пищевода. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR)*. 2015; 5 (3): 22–29.

References

1. Abakumov M.M. Mediastinitis: a guide for physicians. Moscow:, SIMK, 2020. 296 p. (In Russian)
2. Brednev A.O. Povrezhdeniya pishchevoda: diagnostika i sovremennaya taktika lecheniya. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii*. 2015; 3 (51): 255–260. (In Russian)
3. Teremov S.A. The peculiarities of surgical treatment of esophageal injury in patients of old age. *Nablyudeniya iz praktiki*. 2011; 3 (8): 177–179. (In Russian)
4. Biancari F., D'Andrea V., Paone R., Di Marco C., Savino G., Koivukangas V., Saarnio J., Lucenteforte E. Current treatment and outcome of esophageal perforations in adults: systematic review and meta-analysis of 75 studies. *Wld J. Surg*. 2013; 37 (5): 1051–1059. http://doi.org/10.1007/s00268-013-1951-7
5. Wahed S., Dent B., Jones R., Griffin S.M. Spectrum of oesophageal perforations and their influence on management. *Br. J. Surg.* 2014; 101 (1): e156–162. http://doi.org/10.1002/bjs.9338
6. Grishin I.N. Cardiospasm, achalasia of the cardia and perforation of the esophagus. Minsk: Vysheyshaya shkola, 2013. 192 p. (In Russian)
7. Ivatury R.R. Oesophageal injuries: Position paper, WSES, 2013. *Wld J. Emerg. Surg.* 2014; 1 (9): 9. https://doi.org/10.1186/1749-7922-9-9
8. Ben-David K., Lopes J., Hochwald S., Draganov P., Forsmark C., Collins D., Chauhan S., Wagh M.S., Carreras J., Vogel S., Sarosi G. Minimally invasive treatment of esophageal perforation using a multidisciplinary treatment algorithm: a case series. *Endoscopy.* 2011; 43 (2): 160–162. http://doi.org/10.1055/s-0030-1256094
9. Shestyuk A.M. The role of instrumental diagnostic methods in detecting injuries of the thoracic esophagus. Novosti khirurgii. 2010; 5 (18): 20–27. (In Russian)
10. Trufanov G.E. Radiation diagnosis of diseases of the esophagus. Leadership. SPb: Elbi-SPb, 2011. 192 p. (In Russian)
11. Ba-Ssalamah A., Zacherl J., Noebauer-Huhmann I.M., Uffmann M., Matzek W.K., Pinker K., Herold C., Schima W. Dedicated multi-detector CT of the esophagus: spectrum of diseases. *Abdom. Imaging*. 2009; 34 (1): 3–18. http://doi.org/10.1007/s00261-007-9290-5
12. Buryakina S.A. Value of mdct with bolus contrast enhancement in differential diagnosis of esophageal stenosis. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR).* 2015; 5 (3): 22–29. (In Russian)

Для корреспонденции*: Бармина Татьяна Геннадьевна – 129337 Москва, Ярославское шоссе, д. 8, корп. 2, кв. 494. Тел.: +7-916-803-62-66. E-mail: barminat@inbox.ru

Бармина Татьяна Геннадьевна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0002-2690-7378

Даниелян Шаген Николевич – доктор мед. наук., ведущий научный сотрудник отделения неотложной торакоабдоминальной хирургии ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0001-6117-387X

Коков Леонид Сергеевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий научным отделением лучевой диагностики ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0002-3167-3692

Шарифуллин Фаат Абдул-Каюмович – доктор мед. наук, главный научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0001-7483-7899

Забавская Ольга Александровна – канд. мед. наук, старший преподаватель учебно-клинического отдела ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0001-6893-7973

Попова Ирина Евгеньевна – канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения лучевой диагностики ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0002-5798-1407

Рабаданов Кади Магомедович – канд. мед. наук, научный сотрудник отделения неотложной торакоабдоминальной хирургии ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0002-7220-8447

Гасанов Мурад Артурович – врач-эндоскопист отделения эндоскопических исследований ГБУЗ "НИИ скорой помощи имени Н.В. Склифосовского ДЗ г. Москвы", Москва. https://orcid.org/0000-0001-9514-9446

Contact*: Tatyana G. Barmina – 129337 Moscow, Yaroslavskoe shosse, 8, korp. 2, sq. 494. Phone: +7-916-803-62-66. E-mail: barminat@inbox.ru

Tatyana G. Barmina – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher of Department of the Diagnostic Radiology, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-2690-7378

Shagen N. Danielyan – Doct. of Sci. (Med.), Leading researcher of Department of Emergency Thoracic and Abdominal Surgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-6117-387X

Leonid S. Kokov – Academician of RAS, DMSc, Professor, Academician of the RAS, Head of the Department of Diagnostic Radiology, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-3167-3692

Faat A.-K. Sharifullin – Doct. of Sci. (Med.), Chief researcher of Department of radiology, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-7483-7899

Olga A. Zabavskaya – Cand. of Sci. (Med.), senior lecturer of Educational and clinical Department, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-6893-7973

Irina E. Popova – Cand. of Sci. (Med.), Senior Researcher of Department of the Diagnostic Radiology, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-5798-1407

Kadi M. Rabadanov – Cand. of Sci. (Med.), Researcher of Department of Emergency Thoracic and Abdominal Surgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-7220-8447

Murad A. Gasanov – Interventional gastroenterologist and pulmonologist, Department of Endoscopy of Emergency Thoracic and Abdominal Surgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine of Health Department of Moscow, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-9514-9446

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-928

Артериальное кровоснабжение печени, целиако-мезентериальный бассейн (обзор литературы)

© **Рубцова Н.А.[1], Федулеев М.Н.[1]*, Нерестюк Я.И.[1], Хамидов Д.Х.[1], Сидоров Д.В.[1], Ложкин М.В.[1], Каприн А.Д.[1, 2]**

[1] МНИОИ имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России; 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, 3, Российская Федерация

[2] ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов" Минобрнауки России; 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6, Российская Федерация

Знание вариантной сосудистой анатомии целиако-мезентериального бассейна имеет первостепенное значение при оперативных вмешательствах в гепатопанкреатобилиарной зоне, желудке и двенадцатиперстной кишке, трансплантации печени. В статье освещены различные классификации сосудов целиако-мезентериального бассейна, созданные авторами в результате многочисленных исследований с применением различных методик. Рассмотрены основные достоинства и недостатки основных классификаций сосудов, приведены особенности применения в клинической практике.

Ключевые слова: артериальная анатомия печени, целиако-мезентериальный бассейн, КТ-ангиография брюшной полости, целиакография, мезентериография

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Рубцова Н.А., Федулеев М.Н., Нерестюк Я.И., Хамидов Д.Х., Сидоров Д.В., Ложкин М.В., Каприн А.Д. Артериальное кровоснабжение печени, целиако-мезентериальный бассейн (обзор литературы). *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 74–83. https://doi.org/10.24835/1607-0763-928

Поступила в редакцию: 09.07.20. **Принята к печати:** 12.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Arterial blood supply to the liver, celiac and mesenteric pool (literature review)

© **Natalia A. Rubtsova[1], Mikhail N. Pheduleev[1]*, Yaroslav I. Nerestyuk[1], Daler K. Khamidov[1], Dmitriy V. Sidorov[1], Mikhail V. Lozhkin[1], Andrey D. Kaprin[1, 2]**

[1] P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia; 3, 2nd Botlinsky proezd, Moscow, 125284, Russian Federation

[2] The Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklay str., Moscow 117198, Russian Federation

Knowledge of the variant vascular anatomy of the celiac and mesenteric basin is of paramount importance in operative interventions in the hepatopancreatobiliary zone, stomach and duodenum, liver transplantation. The article presents various classifications of vessels of the celiac and mesenteric basin, created by the authors as a result of numerous studies using various techniques. The main advantages and disadvantages of the main classifications of blood vessels are considered, the features of application in clinical practice are given.

Keywords: hepatic arterial anatomy, abdominal CT-angiography, celiacography, mesentericography

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Rubtsova N.A., Pheduleev M.N., Nerestyuk Y.I., Khamidov D.Kh., Sidorov D.V., Lozhkin M.V., Kaprin A.D. Arterial blood supply to the liver, celiac and mesenteric pool (literature review). *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 74–83. https://doi.org/10.24835/1607-0763-928

Received: 09.07.20. **Accepted for publication:** 12.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Отсутствие знаний индивидуальной анатомии целиако-мезентериального бассейна при оперативных вмешательствах в гепатопанкреатобилиарной зоне влечет за собой риски повреждения сосудистых ветвей, которые, в свою очередь, могут привести к необратимым изменениям паренхимы печени и поджелудочной железы, желчных протоков. Классическое разделение сосудов целиако-мезентериального бассейна, согласно работе N. Michels, а также данным ангиографических и КТ-исследований с внутривенным введением контрастного препарата, встречается в среднем в половине наблюдений, в то время как на остальную долю приходятся варианты сосудистой анатомии [1–14]. В каждом конкретном клиническом случае, требующем оперативного вмешательства, выявление индивидуальных особенностей кровоснабжения определяет методику проведения операции и эндоваскулярных процедур, позволяет избежать повреждения аберрантных артерий или, напротив, лигировать сосудистые ветви, а также планировать и выполнять радикальные операции с резекцией магистральных сосудов без их реконструкции [15, 16].

Типичное строение чревного ствола представляет собой разделение этого сосуда на левую желудочную артерию (ЛЖА), селезеночную артерию (СА) и общую печеночную артерию (ОПА). Первое описание классического ветвления чревного ствола приведено A. Haller в 1756 г. [17].

Изучению вариантной анатомии целиако-мезентериального бассейна посвящены многочисленные исследования, проведенные в разное время, с использованием различных методик.

Впервые варианты строения анатомии целиако-мезентериального бассейна классифицировал B. Adachi в 1928 г. [18]. В своем труде B. Adachi (1928) приводит 6 вариантов ветвления чревного ствола (рис. 1).

I. Печеночно-желудочно-селезеночный или чревный ствол, ветвями которого являются ОПА, ЛЖА и СА [18].

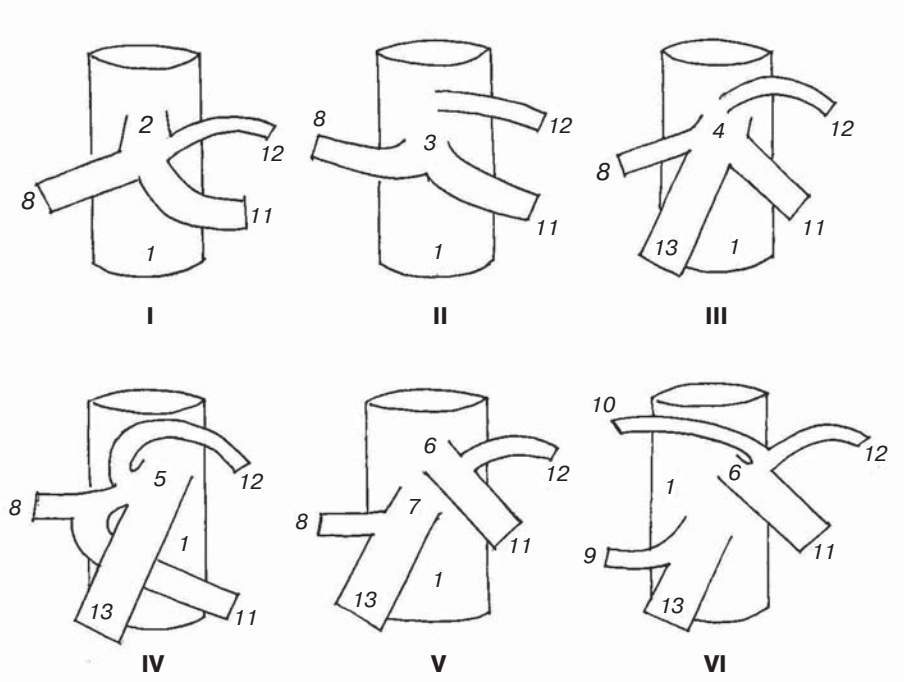


Рис. 1. Варианты отхождения и ветвления чревного ствола (по Adachi B.) I – печеночно-желудочно-селезеночный ствол; II – печеночно-селезеночный ствол; III – печеночно-селезеночно-брыжеечный ствол; IV – чревно-брыжеечный ствол; V – желудочно-селезеночный ствол и печеночно-брыжеечный ствол; VI – желудочно-селезеночный ствол. 1 – аорта; 2–7 различные варианты деления чревного ствола; 8 – общая печеночная артерия; 9 – правая добавочная печеночная артерия; 10 – левая добавочная печеночная артерия; 11 – селезеночная артерия; 12 – левая желудочная артерия; 13 – верхняя брыжеечная артерия.

Fig. 1. Variants for the passage and branching of the celiac trunk (according to Adachi B.). I – Hepatic-gastro-splenic trunk; II – Hepatic-splenic trunk; III – Hepatic-splenic-mesenteric trunk; IV – Celiac-mesenteric trunk; V – Gastro-splenic trunk and hepatic-mesenteric trunk; VI – Gastro-splenic trunk. 1 – aorta; 2–7 different variants for dividing the celiac trunk; 8 – common hepatic artery; 9 – right additional hepatic artery; 10 – left additional hepatic artery; 11 – splenic artery; 12 – left gastric artery; 13 – superior mesenteric artery.

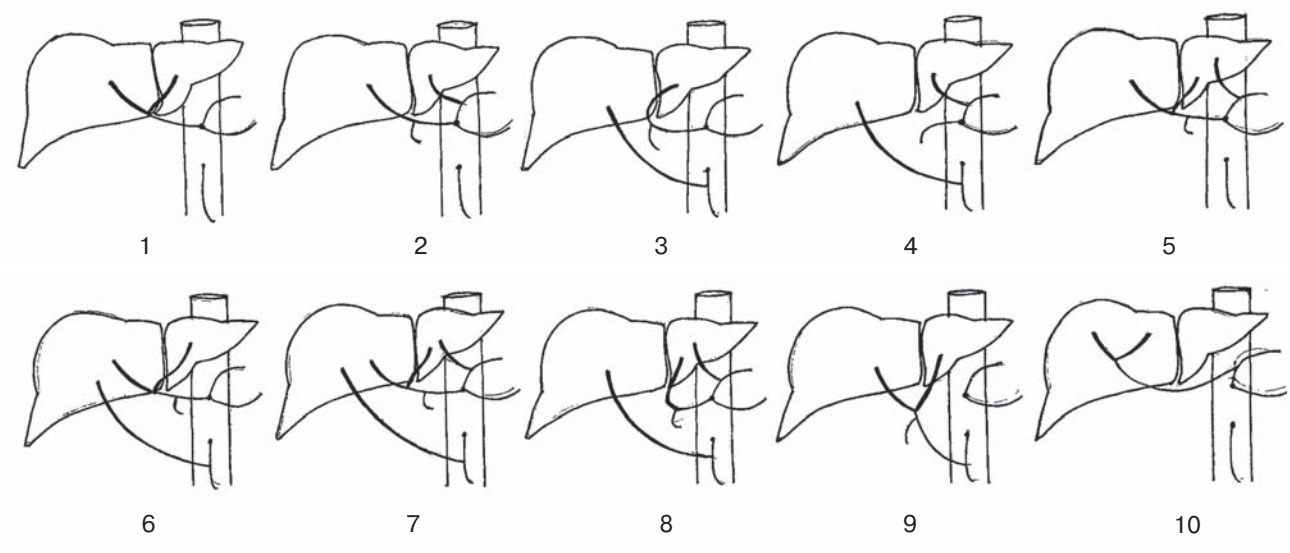


Рис. 2. Варианты печеночных артерий по классификации N. Michels, 1955.
Fig. 2. Variants of the hepatic arteries according to the classification of N. Michels, 1955.

II. Печеночно-селезеночный ствол, ЛЖА берут самостоятельное начало от брюшной аорты (7,5% случаев) [18, 19].

III. Печеночно-селезеночно-брыжеечный ствол, от которого берут свое начало печеночная и селезеночная артерии, а также верхняя брыжеечная артерия (ВБА) (1,2% случаев) [18].

IV. Чревно-брыжеечный ствол: общая печеночная, левая желудочная, селезеночная и верхняя брыжеечная артерии начинаются общим стволом [18]. Также рядом авторов отмечается возможность анастомоза между чревным стволом, ВБА и нижней брыжеечной артерией [19].

V. Желудочно-селезеночный ствол и печеночно-брыжеечный ствол: общее начало имеют ЛЖА и СА, также от одного ствола начинаются ОПА и ВБА (0,4%) [18].

VI. Желудочно-селезеночный ствол: ЛЖА и СА начинаются совместно. Добавочная левая печеночная артерия (ЛПА) (от ЛЖА) или добавочная правая печеночная артерия (ППА) (от ВБА) замещают отсутствующую общую печеночную артерию (2–4%) [19].

Известны также случаи отсутствия чревного ствола и ВБА, когда эти сосуды замещались очень сильно развитой нижней брыжеечной артерией [19]. Существует очень большое количество вариантов артерий перечисленных 6 групп, если учесть и варианты отхождения добавочных ветвей. Основные 6 типов классификации B. Adachi не получили широкого применения в хирургической практике ввиду смещения акцента на особенности анатомии начальных отделов артерий целиако-мезентериального бассейна, в классификации отсутствует разделение понятий “добавочной” и “замещающей” печеночных артерий, крайне важное в хирургии гепатопанкреатобилиарной зоны.

В 1955 г. N. Michels в своем исследовании [9] изучил материалы 200 аутопсий и определил 26 путей коллатерального кровоснабжения печени, которые он объединил в 3 группы:

1) 10 основных типов конфигурации печеночных артерий: через аберрантные печеночные артерии (замещающие и добавочные), возникающие от ВБА, ЛЖА и других источников (табл. 1, рис. 2), в последующем эта классификация стала эталоном для исследований артериального кровоснабжения в данной области [20];

Таблица 1. Варианты печеночных артерий по классификации N. Michels, 1955

Table 1. Variants of the hepatic arteries according to the classification of N. Michels, 1955

№	Варианты печеночных артерий	%
1	Типичная анатомия	55,0
2	Замещающая ЛПА от ЛЖА	10,0
3	Замещающая ППА от ВБА	11,0
4	Замещающие ЛПА и ППА	1,0
5	Добавочная ЛПА	8,0
6	Добавочная ППА	7,0
7	Добавочные ЛПА и ППА	1,0
8	Замещающая ППА и добавочная ЛПА или замещающая ЛПА и добавочная ППА	2,0
9	ОПА от ВБА	4,5
10	ОПА от ЛЖА	0,5

Таблица 2. Варианты печеночных артерий по классификации J.R. Hiatt
Table 2. Variants of the hepatic arteries according to the classification of J.R. Hiatt

	Варианты печеночных артерий	%
1-й	Типичная анатомия	75,7
2-й	Замещающая или добавочная ЛПА от ЛЖА	9,7
3-й	Замещающая или добавочная ППА от ВБА	10,6
4-й	Замещающая или добавочная ППА от ВБА + замещающая или добавочная ЛПА от ЛЖА	2,3
5-й	ОПА от ВБА	1,5
6-й	ОПА от аорты	0,2

2) 6 внепеченочных путей, которые соединяются с крупными печеночными артериями;

3) 10 путей вне бассейна чревного ствола.

По классификации N. Michels печеночную артерию называют *аберрантной*, если она берет свое начало не от собственной печеночной артерии. Аберрантные артерии могут быть *добавочными*, если они дополняют кровоснабжение при наличии нормальных артерий, и *замещающими*, если доля печени не снабжается ветвями собственной печеночной артерии [21]. Источниками кровоснабжения могут быть ВБА, ЛЖА, аорта и т.д. [21, 22].

Наиболее частым вариантом строения сосудов целиако-мезентериального бассейна, по данным N. Michels, является 3-й тип, встречающийся в 11% случаев: замещающая правая печеночная артерия отходит от верхней брыжеечной. Замещающая правая печеночная артерия при 3-м типе по N. Michels проходит по краю или позади воротной вены и вступает в гепатодуоденальную связку рядом с желчным протоком. В то же время описываются случаи, когда замещающая правая печеночная артерия следует позади или через головку поджелудочной железы, тем самым становясь более подверженной риску повреждения при оперативных вмешательствах.

J. Hiatt и соавт. (1994) в исследовании на 1000 клинических случаев изменил классификацию N. Michels, объединив замещающие и добавочные печеночные артерии, отходящие от одного источника, в один тип, и тем самым сократил число вариантов строения сосудов целиако-мезентериального бассейна до 5 основных типов. Вариант, когда ОПА берет самостоятельное начало от аорты, был классифицирован как 6-й тип [7].

Некоторые из вариантов классификации J. Hiatt сходны с типами ветвления сосудов в классификации, созданной B. Adachi в 1928 г.: так 4-й тип по J. Hiatt является 6-м типом по B. Adachi, 5-й тип имеет одинаковую анатомию в обеих классификациях. Как и в классификации N. Michels, наиболее частым анатомическим вариантом является тип строения, при котором правая аберрантная печеночная артерия берет начало от верхней брыжеечной, Hiatt III, Michels III. При данном варианте при оперативных вмешательствах в гепатопанкреатодуоденальной зоне существенной является следующая анатомическая особенность: аберрантная правая печеночная артерия, отходящая от верхней брыжеечной артерии, проходит позади воротной вены, в то время как при классическом варианте правая печеночная артерия проходит кпереди от воротной вены в пределах гепатодуоденальной связки. Это необходимо помнить, чтобы избежать ятрогенного повреждения при оперативном вмешательстве [7].

При выполнении гастрэктомии или проксимальной резекции желудка необходимо соблюдать дополнительную осторожность у пациентов с вариантом строения Hiatt II, когда левая аберрантная печеночная артерия отходит от левой желудочной, чтобы избежать развития ишемии левой доли печени [7]. Классификация J.R. Hiatt приведена в табл. 2.

С внедрением новых технологий и возможностей ангиографии стало возможным получать более совершенную информацию, оптимизирующую практику хирургов. Кроме того, появление КТ-ангиографии сделало процедуру менее инвазивной при сохранении информативности, а также появление возможности трехмерного моделирования сосудов, определение взаиморасположения сосудов с прилежащими анатомическими структурами.

Современные исследователи S.Q. Yi и соавт. (2008), T. Osawa и соавт. (2004) продолжают изучать варианты строения целиако-мезентериального бассейна; описано общее отхождение нижней брыжеечной артерии и ОПА от ВБА [23, 24].

В.И. Егоров и соавт. (2009) в результате анализа 171 КТ-ангиограммы, полученной при обследовании 150 больных с заболеваниями гепатопанкреатобилиарной зоны, выявили частоту вариантов строения печеночных артерий в сопоставлении с результатами ранее проведенных исследований и интраоперационными находками при расширенных панкреатодуоденальных резекциях [21, 25].

Таблица 3. Варианты печеночных артерий по данным различных авторов (показатели в процентах)
Table 3. Variants of the hepatic arteries according to various authors (indicators in percent)

Тип	N. Michels [9], n = 200	De Cecco [15], n = 250	Coskun [22], n = 48	В.И. Егоров n = 150	Е.Л. Борисова [14], n = 200	G. Noussiosa и соавт., n = 19 013
1-й	55,0	66,0	54,1	56,4	57	81
2-й	10,0	5,2	0	4,3	5,0	3
3-й	11,0	9,2	6,3	14,3	7,5	3.7
4-й	1,0	2,0	0	2,1	2,5	0.8
5-й	8,0	5,2	16,6	9,3	9,5	3.2
6-й	7,0	4,0	2,1	3,6	0,5	1.6
7-й	1,0	2,0	4,2	0,7	1,0	0.2
8-й	2,0	0,6	0	4,3	0,5	0.35
9-й	4,5	2,0	0	3,6	2,0	1.2
10-й	0,5	0	0	0	0,5	0.04
Другие варианты		3,3	16,6	1,4	14	4.1

S.-Y. Song (2010) на основании анализа данных МСКТ-артериографии и цифровой субтракционной ангиографии печени, выполненных у 5002 пациентов, приводит 15 вариантов развития чревного ствола и ВБА из 4 основных артерий [26]. При этом у 89,1% пациентов наблюдалось типичное строение чревного ствола, в остальных случаях выявлены следующие варианты: чревно-верхнебрыжеечный ствол, желудочно-верхнебрыжеечный ствол, желудочно-селезеночно-верхнебрыжеечный ствол, желудочно-селезеночный ствол (ОПА от аорты), печеночно-желудочный ствол, печеночно-желудочно-верхнебрыжеечный ствол, печеночно-верхенебрыжеечный ствол (9-й тип по N. Michels, ОПА от ВБА), печеночно-селезеночный ствол, печеночно-селезеночно-верхнебрыжеечный ствол (левая желудочная артерия от аорты), печеночно-селезеночный ствол и гастромезентериальный ствол.

Частота встречаемости того или иного типа строения сосудов целиако-мезентериального бассейна по классификации N. Michels была оценена Е.Л. Борисовой в 2013 г. по данным МСКТ-ангиографии на таком же количестве исследований, как и в исследовании N. Michels [20]. Самым частым вариантом анатомии сосудов выделяется 5-й тип – добавочная ЛПА отходит от ЛЖА (9,5%); при этом отмечается, что перерезка добавочной ЛПА, обеспечивающей дополнительный приток крови к левой доле печени, как правило, не нарушает нормального кровообращения в левой доле печени. В 14% случаев выявлены варианты анатомического строения печеночных артерий, не описанные в классификации по N. Michels. Предложенная J.R. Hiatt модификация классификации N. Michels, по мнению Е.Л. Борисовой, является менее приемлемой в хирургической практике ввиду отсутствия различий между понятиями “добавочной” и “замещающей” аберрантными артериями печени [20]. Данные результатов исследований отражены в табл. 3.

В 2017 г., проведя анализ литературы по исследованиям, которые в общей сложности включали в себя результаты обследований более 19 000 пациентов, G. Noussiosa и соавт. также отмечают наиболее частый вариант строения сосудов, когда правая замещающая печеночная артерия отходит от верхней брыжеечной (3-й тип по N. Michels). Этот вариант строения встречается в 3,7% случаев, в то время как классическая анатомия чревного ствола составляет 81%. Кроме того, G. Noussiosa и соавт. (2017) обращают внимание на то, что неклассифицируемые типы встречаются наиболее часто (4,1%) среди всех вариантов строения сосудов целиако-мезентериального бассейна [27].

Неосведомленность хирурга, выполняющего оперативное вмешательство по поводу опухолевого поражения печени или поджелудочной железы, может повысить риски хирургических осложнений, обусловленных нестандартной сосудистой анатомией, вследствие пересечения значимых сосудистых стволов. И напротив: осведомленность в отношении особенностей сосудистой анатомии может качественно повысить процесс планирования хирургического лечения и сократить время операции. В качестве иллюстрации вышесказанного приводим несколько клинических случаев.

Клиническое наблюдение 1

Пациентка Ч., 74 года, диагноз: рак головки поджелудочной железы, III стадия T3N1M0, состояние после предоперационной химиотерапии. При предопераци-

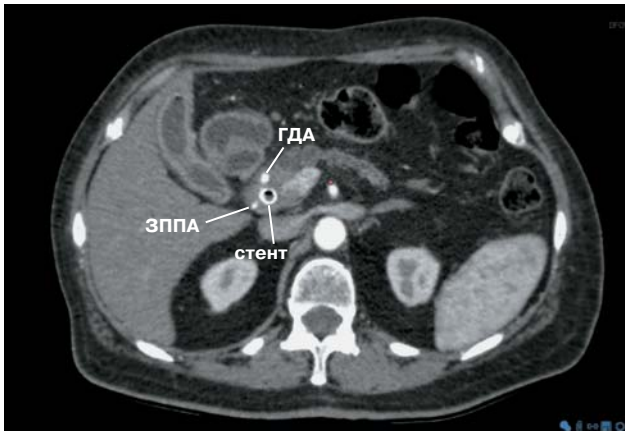


Рис. 3. Компьютерная томограмма органов брюшной полости в аксиальной плоскости. Артериальная фаза контрастного усиления. Образование головки поджелудочной железы с панкреатической гипертензией, в просвете холедоха визуализируется стент. Расположение артерий кпереди и кзади от стента (ЗППА – замещающая правая печеночная артерия, ГДА – гастродуоденальная артерия).

Fig. 3. CT scan of the abdominal organs in the axial plane. Arterial phase of contrast enhancement. The formation of the head of the pancreas with pancreatic hypertension, a stent is visualized in the lumen of the common bile duct. The location of the arteries anterior and posterior to the stent (ЗППА – replacing the right hepatic artery, ГДА – gastroduodenal artery).

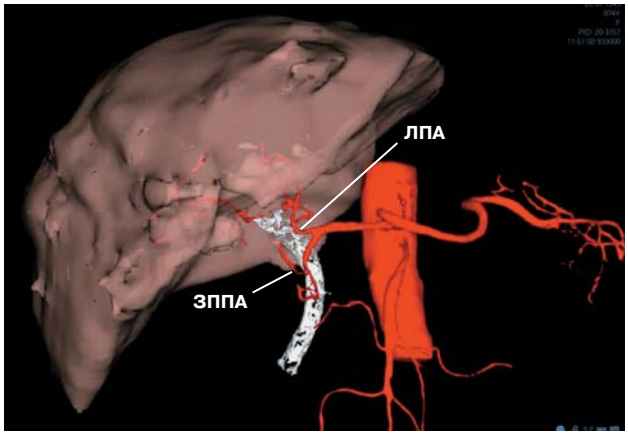


Рис. 4. 3D-реконструкция артериальных сосудов целиако-мезентериального бассейна, печени и стента в просвете холедоха, выполненная на основе данных КТ. ЗППА – замещающая правая печеночная артерия, ЛПА – левая печеночная артерия.

Fig. 4. 3D reconstruction of the arterial vessels of the celiac arteriosus of the pool, liver and stent in the lumen of the common bile duct, performed on the basis of CT data. ЗППА – right hepatic artery, ЛПА – left hepatic artery.

онной КТ-ангиографии визуализирована замещающая правая печеночная артерия (рис. 3–5), которая отходила самостоятельным стволом от *a. gastroduodenalis* и была вовлечена в опухолевый процесс. Дополнительных источников артериального кровоснабжения правой доли печени выявлено не было. Во время выполнения панкреатодуоденальной резекции ствол правой печеночной артерии был резецирован в пределах здоровых тканей, артериальное кровоснабжение правой доли печени было восстановлено за счет формирования сосудистого анастомоза со стволом общей печеночной артерии.

Клиническое наблюдение 2

Пациентка К., 78 лет, диагноз: рак головки поджелудочной железы, III стадия T3N1M0. При подготовке к оперативному вмешательству в объеме панреатодуоденальной резекции по результатам КТ-ангиографии обнаружена замещающая правая печеночная артерия, отходящая одним стволом от чревного ствола и проходящая по задней поверхности воротной вены (рис. 6, 7). Данное обстоятельство позволило с максимальной точностью определить все сосудистые структуры во время выполнения лимфаденэктомии в зоне гепатодуоденальной связки и тем самым сократить время оперативного вмешательства.

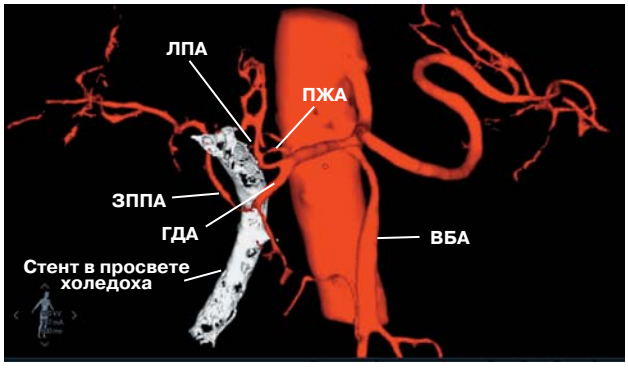


Рис. 5. 3D-реконструкция артериальных сосудов целиако-мезентериального бассейна и стента в просвете холедоха. Особенности кровоснабжения печени – замещающая правая печеночная артерия отходит от гастродуоденальной артерии. Стрелками указаны: замещающая правая печеночная артерия (ЗППА), гастродуоденальная артерия (ГДА), верхняя брыжеечная артерия (ВБА).

Fig. 5. 3D-reconstruction of the arterial vessels of the celiac arteriosus of the pool and stent in the lumen of the common bile duct. Features of blood supply to the liver – the replacement right hepatic artery departs from the gastroduodenal artery. The arrows indicate: replacing the right hepatic artery (ЗППА), gastroduodenal artery (ГДА), superior mesenteric artery (ВБА).

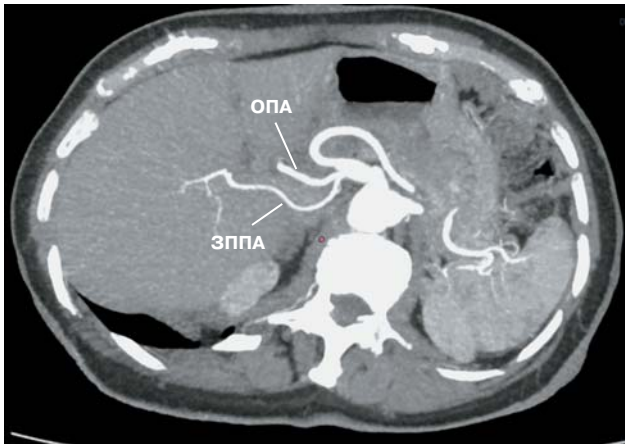


Рис. 6. Компьютерная томограмма. Аксиальная плоскость. Максимальная интенсивная проекция (MIP). От чревного ствола отходит общая печеночная артерия одним устьем с замещающей правой печеночной артерией. ЗППА – замещающая правая печеночная артерия, ОПА – общая печеночная артерия.

Fig. 6. CT scan. Axial plane. Maximum Intense Projection (MIP). From the celiac trunk, the common hepatic artery leaves with one mouth with a replacement right hepatic artery. ЗППА – replacing the right hepatic artery, ОПА – common hepatic artery.

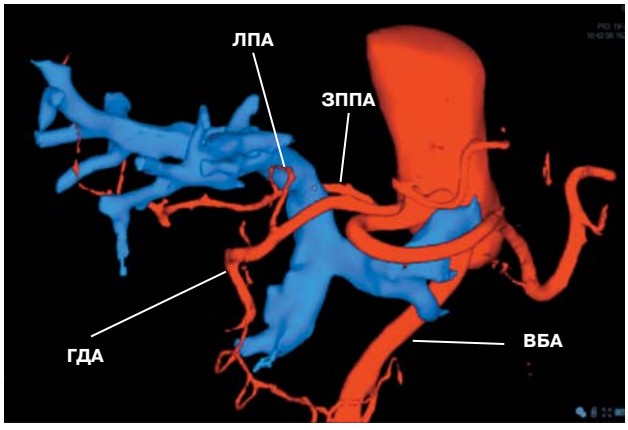


Рис. 7. 3D-реконструкция артериальных сосудов целиако-мезентериального бассейна и конфлюенса воротной вены. Замещающая правая печеночная артерия проходит кзади от воротной вены. ЗППА – замещающая правая печеночная артерия, ЛПА – левая печеночная артерия, ГДА – гастродуоденальная артерия, ВБА- верхняя брыжеечная артерия.

Fig. 7. 3D reconstruction of the arterial vessels of the celiac arterial basin and portal vein confluence. The replacement right hepatic artery passes posterior to the portal vein. ЗППА – replacing the right hepatic artery, ЛПА – left hepatic artery, ГДА – gastroduodenal artery, ВБА – superior mesenteric artery.

Заключение

Понимание анатомии висцеральных ветвей брюшной аорты позволяет снизить хирургические риски при выполнении оперативных вмешательств, избежать осложнений, таких как кровотечение, ишемия с последующим асбцедированием, что, в свою очередь, способствует снижению послеоперационной смертности.

Современная тактика хирургического лечения не может быть полноценна без предоперационной оценки сосудистой анатомии методом КТ-ангиографии, которая в настоящее время является “золотым стандартом” при исследовании сосудов брюшной полости, вытеснив за последние десятилетия катетерную ангиографию как более инвазивный метод.

Данные о сосудистой анатомии висцеральных ветвей брюшной аорты при местнораспространенном опухолевом процессе с вовлечением сосудистых структур, полученные при проведении предоперационной КТ-ангиографии с трехмерной реконструкцией, позволяют на этапе планирования объема операции выработать оптимальную хирургическую стратегию, определяющую возможные варианты сосудистых реконструкций. В свою очередь адекватное планирование хирургической тактики значительно сокращает время оперативного вмешательства и уменьшает психоэмоциональное напряжение хирурга.

Участие авторов

Рубцова Н.А. – подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Федулеев М.Н. – написание текста, ответственность за целостность всех частей статьи, подготовка, создание опубликованной работы.

Нерестюк Я.И. – написание текста.

Хамидов Д.Х. – подготовка и редактирование текста.

Сидоров Д.В. – подготовка и редактирование текста.

Ложкин М.В. – подготовка и редактирование текста.

Каприн А.Д. – участие в научном дизайне.

Authors’ participation

Rubtsova N.A. – text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Pheduleev M.N. – writing text, responsibility for the integrity of all parts of the article, preparation and creation of the published work.

Nerestyuk Y.I. – writing text.

Khamidov D.Kh. – text preparation and editing.

Sidorov D.V. – text preparation and editing.

Lozhkin M.V. – text preparation and editing.

Kaprin A.D. – participation in scientific design.

Список литературы

1. Балахнин П.В., Таразов П.Г., Поликарпов А.А, Суворова Ю.В., Козлов А.В. Длительная регионарная химиотерапия при метастазах колоректального рака в печень: значение артериальной анатомии для хирургической установки имплантируемых инфузионных систем. *Вопросы онкологии*. 2003; 49: 50: 588–594.
2. Балахнин П.В., Таразов П.Г., Поликарпов А.А., Суворова Ю.В., Козлов А.В. Варианты артериальной анатомии печени по данным 1511 ангиографий. *Анналы хирургической гепатологии*. 2004; 9: 2: 14–21.
3. Вишневский В.А., Кубышкин В.А., Чжао А.В., Икрамов Р.З. Операции на печени. М.: Миклош, 2003. 156 с.
4. Галян Т.Н. Ангиоархитектоника и билиарная анатомия печени родственного донора по данным мультиспиральной компьютерной и магнитно-резонансной томографии: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2011. 24 с.
5. Allen P.J., Stojadinovic A., Ben-Porat L., Gonen M., Kooby D., Blumgart L., Paty P., Fong Y. The management of variant arterial anatomy during hepatic arterial infusion pump placement. *Ann. Surg. Oncol*. 2002; 9 (9): 875–880. http://doi.org/10.1007/BF02557524
6. Covey A.M., Brody L.A., Maluccio M.A., Getrajdman G.I., Brown K.T. Variant hepatic arterial anatomy revisited: Digital subtraction angiography performed in 600 patients. *Radiology*. 2002; 224: 2: 542–547. http://doi.org/10.1148/radiol.2242011283
7. Hiatt J.R., Gabbay J., Busuttil R.W. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases. *Ann. Surg*. 1994; 220: 1: 50–52. http://doi.org/10.1097/00000658-199407000-00008
8. Koops A., Wojciechowski B., Broering D.C., Adam G., Krupski-Berdien G. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg. Radiol. Anat*. 2004; 26 (3): 239–244. http://doi.org/10.1007/s00276-004-0229-z
9. Michels N.A. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia: Lippincott, 1955.
10. Nebesar R.A., Kornblith P.L., Pollard J.J., Michels N.A. Celiac and superior mesenteric artery a correlation of angiograms and dissections. Boston: Little, Brown and Co., 1969. 228 p.
11. Rong G.H., Sindekir W.F. Aberrant peripancreatic arterial anatomy: Consideration in performing pancreatectomy for malignant neoplasms. *Am. Surg*. 1987; 53: 12: 726–729.
12. Rygaard H., Forrest M., MygingT., Baden H. Anatomic variants of the hepatic arteries. *Acta Radiol. Diagn*. 1986; 27: 4: 425–427.
13. De Santis M., Ariosi P., Calò G.F., Romagnoli R. Anatomia vascolare arteriosa epatica e sue varianti [Hepatic arterial vascular anatomy and its variants]. *Radiol. Med*. 2000; 100 (3): 145–151. (In Italian)
14. Winston C.B., Lee N.A., Jarnagin W.R., Teitcher J., DeMatteo R.P., Fong Y., Blumgart L.H. CT angiography for delineation of celiac and superior mesenteric artery variants in patients undergoing hepatobiliary and pancreatic surgery. *Am. J. Roentgenol*. 2007; 189 (1): W13–19. http://doi.org/10.2214/AJR.04.1374
15. Кубышкин В.А., Вишневский В.А. Рак поджелудочной железы. М.: Медпрактика, 2003. 380 с.
16. Старостина Н.С. МСКТ-ангиография для выявления аберрантных артерий и коллатералей целиако-мезентериального бассейна до и после операций на поджелудочной железе с резекцией магистральных артерий без их реконструкции: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2015. 24 с.
17. Haller A. Icones anatomicae quibus praecipuae aliquae partes corporis humani delineatae proponuntur and arteriarum potissimum historia. Vandenhoeck. Gottingen, 1756.
18. Adachi B. Das Arteriensystem der Japaner. Kyoto: Kenkyusha Press, 1928.
19. Лужа Д. Рентгеновская анатомия сосудистой системы. Будапешт: Изд-во АН Венгрии, 1973. 379 с.
20. Борисова Е.Л. Изучение вариантной анатомии печеночных артерий с помощью МСКТ на примере 200 исследований. *Российский электронный журнал лучевой диагностики (REJR)*. 2013, 3 (3): 84–90.
21. Егоров В.И., Яшина Н.И., Кармазановский Г.Г., Федоров А.В. КТ-ангиография как надежный метод верификации заболеваний, вариантов строения и послеоперационных изменений артерий целиако-мезентериального бассейна. *Медицинская визуализация*. 2009, 3: 82–94.
22. Копчак В.М., Усенко А.Ю., Копчак К.В., Зелинский А.И. Хирургическая анатомия поджелудочной железы. Киев, 2011.
23. Yi S.Q., Li J., Terayama H., Naito M., Iimura A., Itoh M. A rare case of inferior mesenteric artery arising from the superior mesenteric artery, with a review of the review of the literature. *Surg. Radiol. Anat*. 2008; 30 (2):159–165. http://doi.org/10.1007/s00276-007-0298-x
24. Osawa T., Feng X.Y., Sasaki N., Nagato S., Matsumoto Y., Onodera M., Nara E., Fujimura A., Nozaka Y. Rare case of the inferior mesenteric artery and the common hepatic artery arising from the superior mesenteric artery. *Clin. Anat.* 2004; 17 (6): 518–521. http://doi.org/10.1002/ca.10234
25. Егоров В.И., Яшина Н.И., Федоров А.В., Вишневский В.А., Кармазановский Г.Г., Шевченко Т.В. Артериальные целико-мезентериальные аберрации: сравнение операционный данных и КТ-ангиографии. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова.* 2009; 11: 4–9.
26. Song S.Y., Chung J.W., Yin Y.H., Jae H.J., Kim H.C., Jeon U.B., Cho B.H., So Y.H., Park J.H. Celiac axis and common hepatic artery variations in 5002 patients: systematic analysis with spiral CT and DSA. *Radiology.* 2010; 255 (1): 278–288. http://doi.org/10.1148/radiol.09090389
27. Noussios G., Dimitriou I., Chatzis I., Katsourakis A. The Main Anatomic Variations of the Hepatic Artery and Their Importance in Surgical Practice: Review of the Literature. *J. Clin. Med. Res*. 2017; 9 (4): 248–252. http://doi.org/10.14740/jocmr2902w

References

1. Balakhnin P.V., Tarazov P.G., Polikarpov A.A., Suvorova J.V., Kozlov A.V. Long-term regional chemotherapy for metastases of colorectal cancer in the liver. The importance of arterial anatomy for the surgical installation of implantable infusion systems. *Problems in oncology*. 2003; 49: 50: 588–594. (In Russian)
2. Balakhnin P.V., Tarazov P.G., Polikarpov A.A., Suvorova Yu.V., Kozlov A.V. The angiographic evaluated of the hepatic arterial anatomy variations in 1511 patients. *Annaly*

khirurgicheskoy gepatologii = Annals of HPB surgery. 2004; 9: 2: 14–21. (In Russian)
3. Vishnevsky V.A., Kubyshkin V.A., Zhao A.V., Ikramov R.Z. Surgery on the liver. M.: Miklos, 2003. 156 p. (In Russian)
4. Galyan T.N. Angioarchitectonics and biliary anatomy of the liver of a related donor according to multispiral computed and magnetic resonance imaging: Dis. ... Cand. of Sci. (Med.). Moscow, 2011. 24 p. (In Russian)
5. Allen P.J., Stojadinovic A., Ben-Porat L., Gonen M., Kooby D., Blumgart L., Paty P., Fong Y. The management of variant arterial anatomy during hepatic arterial infusion pump placement. *Ann. Surg. Oncol*. 2002; 9 (9): 875–880. http://doi.org/10.1007/BF02557524
6. Covey A.M., Brody L.A., Maluccio M.A., Getrajdman G.I., Brown K.T. Variant hepatic arterial anatomy revisited: Digital subtraction angiography performed in 600 patients. *Radiology*. 2002; 224: 2: 542–547. http://doi.org/10.1148/radiol.2242011283
7. Hiatt J.R., Gabbay J., Busuttil R.W. Surgical anatomy of the hepatic arteries in 1000 cases. *Ann. Surg*. 1994; 220: 1: 50–52. http://doi.org/10.1097/00000658-199407000-00008
8. Koops A., Wojciechowski B., Broering D.C., Adam G., Krupski-Berdien G. Anatomic variations of the hepatic arteries in 604 selective celiac and superior mesenteric angiographies. *Surg. Radiol. Anat*. 2004; 26 (3): 239–244. http://doi.org/10.1007/s00276-004-0229-z
9. Michels N.A. Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs with a descriptive atlas. Philadelphia: Lippincott, 1955.
10. Nebesar R.A., Kornblith P.L., Pollard J.J., Michels N.A. Celiac and superior mesenteric artery a correlation of angiograms and dissections. Boston: Little, Brown and Co., 1969. 228 p.
11. Rong G.H., Sindekir W.F. Aberrant peripancreatic arterial anatomy: Consideration in performing pancreatectomy for malignant neoplasms. *Am. Surg*. 1987; 53: 12: 726–729.
12. Rygaard H., Forrest M., MygingT., Baden H. Anatomic variants of the hepatic arteries. *Acta Radiol. Diagn*. 1986; 27: 4: 425–427.
13. De Santis M., Ariosi P., Calò G.F., Romagnoli R. Anatomia vascolare arteriosa epatica e sue varianti [Hepatic arterial vascular anatomy and its variants]. *Radiol. Med*. 2000; 100 (3): 145–151. (In Italian)
14. Winston C.B., Lee N.A., Jarnagin W.R., Teitcher J., DeMatteo R.P., Fong Y., Blumgart L.H. CT angiography for delineation of celiac and superior mesenteric artery variants in patients undergoing hepatobiliary and pancreatic surgery. *Am. J. Roentgenol*. 2007; 189 (1): W13–19. http://doi.org/10.2214/AJR.04.1374
15. Kubyshkin V.A., Vishnevsky V.A. Pancreas cancer. M.: Medpraktika, 2003. 380 p. (In Russian)
16. Starostina N.S. MSCT angiography to detect aberrant arteries and collaterals of the celiac-mesenteric basin before and after pancreatic surgery with resection of the main arteries without reconstruction: Dis. ... Cand. of Sci. (Med.). Moscow, 2015. 24 p. (In Russian)
17. Haller A. Icones anatomicae quibus praecipuae aliquae partes corporis humani delineatae proponuntur and arteriarum potissimum historia. Vandenhoeck. Gottingen, 1756.
18. Adachi B. Das Arteriensystem der Japaner. Kyoto: Kenkyusha Press, 1928.
19. Luzha D. X-ray anatomy of the vascular system. Budapest: Publishing House of the Hungarian Academy of Sciences, 1973. 386 p.
20. Borisova E.L. The study of variant anatomy of the hepatic arteries using MSCT on the example of 200 studies. *Russian Electronic Journal of Radiology (REJR)*. 2013, 3 (3): 84–90. (In Russian)
21. Egorov V.I., Yashina N.I., Karmazanovsky G.G., Fedorov A.V. CT angiography as a reliable method for verifying diseases, structural options, and postoperative changes in the arteries of the celiac-mesenterial pool. *Medical Visualization.* 2009, 3: 82–94. (In Russian)
22. Kopchak V.M., Usenko A.Yu., Kopchak K.V., Zelinsky A.I. Surgical anatomy of the pancreas. Kiev, 2011. (In Russian)
23. Yi S.Q., Li J., Terayama H., Naito M., Iimura A., Itoh M. A rare case of inferior mesenteric artery arising from the superior mesenteric artery, with a review of the review of the literature. *Surg. Radiol. Anat*. 2008; 30 (2):159–165. http://doi.org/10.1007/s00276-007-0298-x
24. Osawa T., Feng X.Y., Sasaki N., Nagato S., Matsumoto Y., Onodera M., Nara E., Fujimura A., Nozaka Y. Rare case of the inferior mesenteric artery and the common hepatic artery arising from the superior mesenteric artery. *Clin. Anat.* 2004; 17 (6): 518–521. http://doi.org/10.1002/ca.10234
25. Egorov V.I., Yashina N.I., Fedorov A.V., Vishnevsky V.A., Karmazanovsky G.G., Shevchenko T.V. Arterial whole-mesenteric aberrations: comparison of operational data and CT angiography. *Pirogov Russian Journal of Surgery = Khirurgiya. Zhurnal imeni N.I. Pirogova*. 2009; 11: 4–9. (In Russian)
26. Song S.Y., Chung J.W., Yin Y.H., Jae H.J., Kim H.C., Jeon U.B., Cho B.H., So Y.H., Park J.H. Celiac axis and common hepatic artery variations in 5002 patients: systematic analysis with spiral CT and DSA. *Radiology.* 2010; 255 (1): 278–288. http://doi.org/10.1148/radiol.09090389
27. Noussios G., Dimitriou I., Chatzis I., Katsourakis A. The Main Anatomic Variations of the Hepatic Artery and Their Importance in Surgical Practice: Review of the Literature. *J. Clin. Med. Res*. 2017; 9 (4): 248–252. http://doi.org/10.14740/jocmr2902w

Для корреспонденции*: Федулеев Михаил Николаевич – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3. Тел.: +7-915-410-89-88. E-mail: pheduleev@yandex.ru

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: rna17@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Федулеев Михаил Николаевич – врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: pheduleev@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-4251-2931

Нерестюк Ярослав Игоревич – кандидат медицинских наук, врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: nerestyuk@inbox.ru. https://orcid.org/0000-0002-5719-549X

Хамидов Далер Хамидович – врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: dlr.khamidov@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-1442-3157

Сидоров Дмитрий Владимирович – доктор медицинских наук, заведующий абдоминальным хирургическим отделением МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: dvsidorov_65@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-8282-9351

Ложкин Михаил Владимирович – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: contact@nmicr.ru. https://orcid.org/0000-0003-1125-1131

Каприн Андрей Дмитриевич – академик РАН, член-корр. РАО, доктор мед. наук, профессор, главный уролог РАН, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, заведующий кафедрой урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии медицинского факультета, медицинского института ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов". https://orcid.org/0000-0001-8784-8415

Contact*: Mikhail N. Pheduleev – 3, 2nd Botkinskiy pass, Moscow, 125284, Russian Federation. Phone: +7-915-410-89-88. E-mail: pheduleev@yandex.ru

Natalia A. Rubtsova – Doct. of Sci. (Med.), Head of Radiology Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: rna17@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Mikhail N. Pheduleev – radiologist of CT and MRI Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: pheduleev@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-4251-2931

Yaroslav I. Nerestyuk – Cand. of Sci. (Med.), radiologist of CT and MRI Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: nerestyuk@inbox.ru. https://orcid.org/0000-0002-5719-549X

Daler K. Khamidov – radiologist of CT and MRI Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: dlr.khamidov@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-1442-3157

Dmitriy V. Sidorov – Doct. of Sci. (Med.), Head of the Abdominal Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: dvsidorov_65@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-8282-9351

Mikhail V. Lozhkin – Cand. of Sci. (Med.), doctor of the Abdominal Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia, Moscow. E-mail: contact@nmicr.ru. https://orcid.org/0000-0003-1125-1131

Andrey D. Kaprin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Corresponding member of Russian Academy of Education, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Chief urologist of the Russian Academy of Sciences, General Director of "National Medical Radiological Research Center" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Head of Department of urology and surgical nephrology with a course of oncourology at the medical faculty of medical institute of The Peoples' Friendship University of Russia, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-8784-8415

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-905

Значение методов лучевой диагностики в условиях современного подхода к выявлению воспалительных заболеваний кишечника

© Дуброва С.Э.*

ГБУЗ МО "Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф.Владимирского" Минздрава Московской области; 129110 Москва, ул. Щепкина, 61/2, Российская Федерация

В статье рассматриваются современные возможности выявления воспалительных заболеваний кишечника при помощи методов лучевой диагностики. Методы лучевой диагностики позволяют определить фазы активности процесса при воспалительных заболеваний кишечника, способствуют своевременной постановке диагноза, назначению и коррекции терапии. Применение адекватного объема диагностических мероприятий позволяет на раннем этапе выявлять осложнения, требующие незамедлительного хирургического лечения, такие как фибростенотические поражения, свищи и абсцессы.

Источниками обзорного исследования являлись публикации, включенные в рецензируемые базы E-library, PubMed, GoogleScholar, материалы конференций и неиндексируемых изданий, включая веб-страницы конференций и репозиториев научных данных университетов.

Ключевые слова: язвенный колит, болезнь Крона, лучевая диагностика, воспалительные заболевания кишечника, обзор

Автор подтверждатт отсутствие конфликтов интересов.

Финансирование: исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Дуброва С.Э. Значение методов лучевой диагностики в условиях современного подхода к выявлению воспалительных заболеваний кишечника. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 84–89. https://doi.org/10.24835/1607-0763-905

Поступила в редакцию: 01.06.20. **Принята к печати:** 10.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in Differential Diagnosis of Focal Liver Lesions

© Sofya E. Dubrova*

Moscow Regional Research Clinical Institute; 61/2 Shchepkina str., Moscow, 129110, Russian Federation

The article discusses the modern possibilities of identifying inflammatory bowel diseases using methods of radiation diagnosis. Methods of radiation diagnostics help determine the stages of inflammatory bowel diseases helping in timely diagnosis, prescription and timely correction of therapy. The use of an adequate amount of diagnostic measures allows early detection of complications requiring immediate surgical treatment, such as fibrostenotic lesions, fistulae, and abscesses.

The sources of the review were publications included in peer-reviewed databases E-library, PubMed, GoogleScholar, conference materials and non-indexed publications, including web pages of conferences and repositories of scientific data from universities.

Keywords: ulcerative colitis, Crohn's disease, imaging methods, inflammatory bowel disease, review

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Dubrova S.E. Value of radiology diagnostic methods in modern access to the detection of inflammatory bowel diseases . *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 84–89. https://doi.org/10.24835/1607-0763-905

Received: 01.06.20. **Accepted for publication:** 10.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) – это группа идиопатических хронических воспалительных состояний кишечника, которая объединяет два заболевания: болезнь Крона (БК) и язвенный колит (ЯК), каждое из которых имеет как самостоятельные, так и наслаивающиеся друг на друга клинические и патологические черты.

Методы лучевой диагностики являются эффективными не только для первичной диагностики ВЗК, но и для последующего клинического мониторинга течения болезни и контроля прогресса лечения [1]. Диагностические инструменты, такие как ультразвуковые исследования (УЗИ), рентгенодиагностика, компьютерная томография (КТ) и магнитно-резонансная томография (МРТ), помогают обнаружить воспалительные изменения в тонкой кишке, соответствующие ВЗК [2]. Кроме того, лучевая визуализация обычно предшествует эндоскопическому исследованию тонкой кишки. Решение о том, какое лучевое исследование следует выполнять, зависит от нескольких факторов, таких как особенности пациента, характер и место поражения тонкой кишки, а также локальная доступность и опыт экспертов [1].

Помимо обнаружения характерного поражения тонкой кишки, методы визуализации имеют потенциал для оценки толщины стенки различных слоев тонкой и толстой кишки, что является одним из дифференциальных признаков отличия БК от ЯК. Трансабдоминальная ультрасонография позволяет получать изображения воспаленной и невоспаленной стенки кишечника с высокой точностью, используя порог общей толщины стенки > 3 мм [3]. Кроме того, появляются новые данные, свидетельствующие о том, что магнитно-резонансная колонография обладает высокой точностью для диагностики активности заболевания, локализации и тяжести ВЗК, а также для проникающих и ограничивающих поражений, характерных для БК [4].

Тем не менее никакие опубликованные исследования, основанные на данных трансабдоминального УЗИ или МРТ, не выявили различий в изменениях стенки кишки, способных поставить диагноз между БК и ЯК. Совсем недавно в проспективном эндоскопическом УЗИ удалось провести различие между активным ЯК и активной БК с использованием радиального эндоскопа с прямой видимостью в сигмовидной кишке, в результате чего была оценена степень утолщения каждого отдельного слоя стенки в сочетании с отсутствием или наличием перикишечных лимфатических узлов [5]. На сегодняшний день эндоскопическая ультрасонография представляется как перспективный и безопасный метод, готовый к более широкому распространению в клинической практике ведения ВЗК.

Анализ результатов лучевых методов диагностики при БК является ключевым компонентом процесса принятия решений о тактике ведения пациента по ряду причин. Во-первых, определение степени и активности БК влияет на стратегические решения, связанные с лечением. Для этого необходима оценка лучевых симптомов изменений в тонкой и толстой кишке, внекишечных проявлений, а также эндоскопических (гастроскопия и колоноскопия) и лабораторных исследований [6]. Во-вторых, мониторинг прогрессирования заболевания и реакции на лечение, включая хирургическое вмешательство, с использованием методов лучевой визуализации позволяет проводить коррекцию терапии.

Применение адекватного объема диагностических мероприятий позволяет на раннем этапе выявлять осложнения, требующие незамедлительного хирургического лечения, такие как фибростенотические поражения, свищи и абсцессы. Также хроническое воспаление желудочно-кишечного тракта повышает риск развития колоректального рака. Наличие у пациента обозначенного фактора риска требует соблюдения динамического наблюдения за пациентами с БК [7].

Патогномоничным для оценки БК является прерывистое и неоднородное трансмуральное воспаление, распространяющееся через все слои кишечной стенки. На этих признаках основывается ультразвуковая диагностика БК. Стандартный ультразвук в В-режиме имеет ограниченную информативность в этой ситуации, но в некоторых недавних работах было высказано предположение о том, что УЗИ с контрастным усилением может быть эффективным при определении активности заболевания [8]. Для лучшей визуализации осложнений ВЗК, повышения визуализации структуры кишечной стенки и оценки активности воспалительного процесса зарубежные коллеги используют цветовое ультразвуковое допплеровское исследование с введением контрастного вещества. Данная методика имеет ограничения из-за того, что микропузырьки газа находятся в сосудистом русле очень короткий промежуток времени.

Критериями, которые наиболее широко используются для ультразвуковой диагностики ВЗК, являются: 1) толщина кишечной стенки, которая определяется на поперечном и продольном срезах кишки (в норме толщина стенки составляет 2–3 мм); стенка считается утолщенной, если ее толщина превышает 3 мм; 2) структура кишечной стенки (в норме визуализируются 5 слоев стенки

кишки, отличающихся по своим эхогенным свойствам); 3) васкуляризация кишечной стенки – при допплерографии в неизмененной кишечной стенке васкуляризации не определяется.

В последнее время благодаря накоплению опыта специалистов появилась возможность использования УЗИ прямой кишки трансректальным доступом, который позволяет визуализировать слои кишечной стенки и распространенность выраженных изменений в данном анатомическом сегменте. При данном исследовании также может быть выявлена малигнизация, что позволяет сделать первый шаг на этапе дифференциальной диагностики процесса. Вместе с тем в случае значительного стеноза просвета кишки и высоколокализованого ВЗК возможности трансректальной ультразвуковой диагностики ограничены.

По данным недавних исследований было показано, что УЗИ является надежным методом оценки локализации и наличия таких морфологических изменений, как воспалительная инфильтрация стенки кишечника и абсцесс [9]. Основная проблема этой методики – операторозависимость и длительность выполнения.

Капсульная эндоскопия (КЭ), которую начали выполнять с 2000 г., является все более доступным методом оценки патологии тонкой кишки. Текущие показания к КЭ включают идентификацию неясного кровотечения из желудочно-кишечного тракта и исследование БК, опухолей тонкой кишки и мальабсорбционных состояний. При оценке БК сужение или наличие фистул увеличивает риск удержания капсулы (определяется как капсула, остающаяся в желудочно-кишечном тракте более 2 нед) и перфорации капсулы. Методы КТ и МРТ для определения проходимости кишечной трубки рекомендуется выполнять до КЭ. Важно отметить, что применение МРТ противопоказано в случаях задержки капсулы, распространенность которых при осложненном течении БК достигает 13% [10]. Кроме того, неспецифические аномалии слизистой оболочки часто выявляются при КЭ, и без биопсии это может привести к высоким ложноположительным показателям БК, уменьшая преимущества КЭ по сравнению с лучевыми методами. Редким осложнением может быть капсульная аспирация, которая чаще всего встречается у пациентов с неврологическими нарушениями, глотательными расстройствами и сниженным кашлевым рефлексом. В тщательно отобранных случаях, особенно в случаях со стабильным неясным кровотечением желудочно-кишечного тракта и БК без стриктур, КЭ является безопасным, неинвазивным средством исследования в оценке слизистой оболочки тонкой кишки [11].

МРТ используется для выявления острых и хронических признаков БК [12]. Магнитно-резонансная энтерография (МРЭ) является предпочтительным методом визуализации. Отчасти это связано с повышенной настороженностью в отношении кумулятивного воздействия ионизирующего излучения от КТ и флюороскопии, особенно у детей и молодых людей, которые потенциально могут быть подвержены большому числу обследований в течение всей своей жизни, в противном случае накопится потенциально значительное кумулятивное облучение. МРТ хорошо подходит для оценки воспалительных заболеваний тонкой кишки с чувствительностью 93% и специфичностью 93%. МРТ обладает превосходным контрастным разрешением мягких тканей, возможностью получать многоплоскостные изображения и функциональную информацию. Основные показания к МРЭ включают визуализацию тонкой кишки у пациентов с подозрением или наблюдение за подтвержденной БК. Обследование включает оценку перианальной области, которая также оптимально проводится с помощью МРТ. Отсутствие ионизирующего излучения является сильным преимуществом МРТ. Эти преимущества часто перевешивают такой недостаток, как длительность выполнения самого исследования и более высокая стоимость по сравнению с КТ, необходимого для проведения МРЭ, и увеличения стоимости исследования по сравнению с КТ [13].

В случае критического состояния пациента выполнение МРТ может нести ряд рисков. Так, например, при подозрении на БК может неоднократно потребоваться введение контрастного вещества на основе гадолиния (GBCA), который может кумулироваться в различных анатомических структурах центральной нервной системы у пациентов и приводить к их поражению.

Диффузионно-взвешенное изображение (ДВИ, от англ. – Diffusion-weighted imaging – DWI) используется в качестве ценной методики для выявления воспалительных изменений и может изменить протокол МРТ и устранить необходимость введения контрастного вещества. Данная методика относительно давно и эффективно применяется в исследованиях других органов, например таких, как головной мозг, применение ДВИ для оценки кишечника является относительно новым инструментом. Было показано, что повышенная интенсивность на Т2-взвешенных изображениях (ВИ) и ограничение диффузии по ДВИ от стенки кишечника соответствуют острому воспалительному процессу [14].

Применение ДВИ позволяет выявить участки кишки с активным воспалительным процессом, разграничить их с участками неизмененной ки-

шечной стенки при БК, демонстрируя превосходную чувствительность 94% и специфичность 88% по сравнению с динамическим МР-контрастированием [14].

Диагностические критерии ВЗК при МРТ: толщина стенки кишки свыше 3 мм указывает на наличие патологии. Помимо исходного утолщения стенки, которое является основным критерием активного ВЗК, после внутривенного усиления отмечается патологическое накопление контрастного вещества стенкой кишки, что объясняется ее богатым кровоснабжением. В случае активного воспалительного процесса при ВЗК интенсивное накопление контрастного средства (КС) стенкой кишки обусловлено усилением кровотока и повышением проницаемости капилляров в пораженных тканях. Существует гипотеза, что степень интенсивности накопления контрастного вещества стенкой кишки при БК коррелирует с тяжестью заболевания, не получившая, однако, широкого подтверждения.

Слоистость кишечной стенки хорошо визуализируется на Т2ВИ с визуализацией доступных для оценки трех слоев стенки кишки: между двумя темными слоями – слизистой и собственно-мышечной (muscularis propria) оболочками – виден подслизистый слой в виде яркой полоски, обусловленной отеком или жировой инфильтрацией. На Т2ВИ с подавлением сигнала от жира можно определить природу высокоинтенсивного сигнала: его стойкое присутствие указывает на наличие отека в активную фазу заболевания, а полное исчезновение – на жировую инфильтрацию, являющуюся маркером ремиссии. Показателями активности воспалительного процесса по данным МРТ, так же как и КТ, являются: утолщение и слоистый вид кишечной стенки, повышение МР-сигнала от кишечной стенки и окружающей жировой клетчатки после внутривенного усиления, регионарная лимфаденопатия и мезентериальная гиперваскуляризация.

КТ в качестве альтернативы МРТ и ультразвука часто применяется для диагностики БК из-за ее большей доступности, скорости выполнения исследования и способности одномоментно оценивать изменения в стенке кишечника, экстрамуральные и внекишечные проявления. Существуют клинические обстоятельства, когда КТ является предпочтительным методом оценки БК, например в острых ситуациях, после операции, у пациентов с противопоказаниями к МРТ или у пациентов с клаустрофобией. При необходимости у пациентов с БК молодого возраста возможно применение низкодозных протоколов сканирования при КТ с целью минимизации лучевой нагрузки.

Наибольший практический интерес КТ представляет в ургентной диагностике абсцессов и перфораций [15]. КТ-энтерография (КТЭ) – это разновидность рутинной КТ, которая конкретно оценивает степень и тяжесть БК в тонкой кишке. Диагностические критерии БК с использованием КТЭ включают утолщение и гиперваскуляризацию кишечной стенки, отложение жира в подслизистом слое и мезентериальную лимфаденопатию. Этот метод высокоэффективно выявляет осложнения при БК, включая непроходимость кишечника, свищ, перфорацию или абсцесс.

КТЭ показана симптоматическим пациентам и лицам старше 35 лет при наличии противопоказаний к МРТ. Было установлено, что низкие дозы КТЭ, использующие методы индивидуального автоматического подбора дозовой нагрузки на пациента, являются чувствительными (от 0,85 до 0,94) и специфичными (от 0,84 до 0,97) для обнаружения активных воспалительных изменений БК при использовании доз облучения значительно ниже, чем те, которые связаны с традиционными методами [16]. Существуют известные факторы риска у пациентов с БК, которые, как правило, приводят к увеличению кумулятивных эффективных доз (КЭД) в течение жизни, включая историю хирургического вмешательства, биологическую терапию, болевые симптомы, изолированную болезнь подвздошной кишки и структурированную или пенентрирующую БК. От 7 до 11% пациентов с ВЗК подвергаются воздействию высокой КЭД (> 35–75 мЗв), в основном это пациенты с БК [17].

Диагностическая точность КТ при ВЗК связана с чувствительностью КТ в диагностике изменений тонкой кишки при БК, варьирует от 80 до 88%. Поверхностные повреждения (например, афтозные язвы) плохо различимы при КТ, что не позволяет ей занимать приоритетные позиции в диагностике легких форм ВЗК. В этих случаях наиболее информативным методом является колоноскопия, диагностическая точность которой соответствует 69% против 30% при КТ. При этом КТ является общепризнанным “золотым стандартом” в обнаружении экстракишечных изменений, осложняющих течение ВЗК. По данным ряда авторов, чувствительность КТ в диагностики абсцессов составляет 59–85%, внутренних свищей – 70%. Под контролем КТ чаще всего производится чрескожное дренирование абсцессов. Не менее ценно КТ-исследование в выявлении причин острой кишечной непроходимости и визуализации стриктур тонкой и толстой кишки.

В последние годы стала популярна методика виртуальной КТ-колоноскопии. Исследование проводится после предварительной очистки киш-

ки с последующим заполнением кишки воздухом или двуокисью углерода. Выполняется постпроцессинговая внутрипросветная 3D-реконструкция полученного изображения. Метод малопригоден для выявления поверхностных изъязвлений, но достаточно хорошо обнаруживает небольшие внутрипросветные образования и стриктуры [18].

Разнообразие клинической картины, преобладание на определенных этапах заболевания внекишечных проявлений, отсутствие специфических методов диагностики часто приводят к большому количеству диагностических ошибок, что, в свою очередь, увеличивает продолжительность периода с момента возникновения первых симптомов заболевания до постановки правильного диагноза, а не всегда эффективная и адекватная терапия при этом – к увеличению времени нетрудоспособности, инвалидизации, а часто и к смерти больных с ВЗК.

ВЗК – это хронические заболевания, сопровождающиеся периодическими обострениями и периодами ремиссии. Своевременное выявление и лечение ВЗК положительно влияет на течение заболевания.

Существуют доказательства, что регулярная оценка активности заболевания позволяет своевременно корректировать схему лечения и эффективно контролировать активность заболевания, поэтому пациент нуждается в постоянном наблюдении врача общей практики – семейного врача / участкового терапевта [19].

Заключение

Диагностика и подтверждение воспалительных заболеваний кишечника основаны на комбинации эндоскопических и лучевых методов исследования, каждый из которых имеет свои достоинства и ограничения. Для оценки особенностей патологического процесса при ВЗК, его распространения, состояния смежных органов и окружающих тканей независимо от степени стеноза преимущественно применяют КТ и МРТ. Несмотря на высокотехнологические инструменты визуализации, большинство авторов отмечают отсутствие корреляции между стадией активности процесса, поставленной поданным КТ, МРТ и морфологического исследования, объясняя это ограниченными возможностями методов. На сегодняшний день вопрос поиска оптимальных методов ранней диагностики и путей проведения эффективной дифференциальной диагностики остается открытым.

Список литературы [References]

1. Panes J., Bouhnik Y., Reinisch W., Stoker J., Taylor S. A., Baumgart D. C., Danese S., Halligan S., Marincek B., Matos C., Peyrin-Biroulet L., Rimola J., Rogler G., van Assche G., Ardizzone S., Ba-Ssalamah A., Bali M.A., Bellini D., Biancone L., Castiglione F., Ehehalt R., Grassi R., Kucharzik T., Maccioni F., Maconi G., Magro F., Martín-Comín J., Morana G., Pendsé D., Sebastian S., Signore A., Tolan D., Tielbeek J. A., Weishaupt D., Wiarda B., Laghi A. Imaging techniques for assessment of inflammatory bowel disease: joint ECCO and ESGAR evidence-based consensus guidelines. *J. Crohns Colitis*. 2013; 7 (7): 556–585. https://doi.org/10.1016/j.crohns.2013.02.020
2. Левченко С.В., Самсонова Н.Г., Орлова Н.В., Павлов М.В., Карпеева А.А., Лунин М.А. Лучевая диагностика Болезни Крона. *Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология*. 2014; 107 (7): 38–44. Levchenko S.V., Samsonova N.G., Orlova N.V., Pavlov M.V., Karpeeva A.A., Lunin M.A.Z. Radiological small bowel imaging in Crohn's disease patients. *Experimental and clinical gastroenterology*. 2014; 107 (7): 38–44. (In Russian)
3. Fraquelli M., Colli A., Casazza G., Paggi S., Colucci A., Massironi S., Duca P., Conte D. Role of US in detection of Crohn disease: meta-analysis. *Radiology*. 2005; 236 (1): 95–101. https://doi.org/10.1148/radiol.2361040799
4. Ordás I. Rimola J., García-Bosch O., Rodríguez S., Gallego M., Etchevers M.J., Pellisé M., Feu F., González-Suárez B., Ayuso C., Ricart E., Panés J. Diagnostic accuracy of magnetic resonance colonography for the evaluation of disease activity and severity in ulcerative colitis: a prospectivee study. *Gut*. 2013; 62 (11): 1566–1572. https://doi.org/10.1136/gutjnl-2012-303240
5. Ellrichmann M., Wietzke-Braun P., Dhar S., Nikolaus S., Arlt A., Bethge J., Kuehbacher T., Wintermeyer L., Balschun K., Klapper W., Schreiber S., Fritscher-Ravens A. Endoscopic ultrasound of the colon for the differentiation of Crohn's disease and ulcerative colitis in comparison with healthy controls. *Aliment. pharmacol. ther*. 2014; 39 (8): 823–833. https://doi.org/10.1111/apt.12671
6. Moy M.P., Sauk J., Gee M.S. The role of MR enterography in assessing Crohn's disease activity and treatment response. *Gastroenterol. Res. Pract*. 2016; 2016: 8168695. https://doi.org/10.1155/2016/8168695
7. Cosnes J., Cattan S., Blain A., Beaugerie L., Carbonnel F., Parc R. and Gendre J-P. Long-term evolution of disease behavior of Crohn's disease. *Inflammat. Bowel Dis.* 2002; 8 (4): 244–250. https://doi.org/10.1097/00054725-200207000-00002
8. Pauls S., Gabelmann A., Schmidt S. A. Rieber A., Mittrach C., Haenle M.M., Brambs H-J., Kratzer W. Evaluating bowel wall vascularity in Crohn's disease: a comparison of dynamic MRI and wideband harmonic imaging contrast-enhanced low MI ultrasound. *Eur. Radiol.* 2006; 16 (11): 2410–2417. https://doi.org/10.1007/s00330-006-0330-2
9. Parente F., Greco S., Molteni M., Anderloni A., Maconi G., Porro G.B. Modern imaging of Crohn's disease using bowel ultrasound. *Inflammat. Bowel Dis.* 2004; 10 (4): 452–461. https://doi.org/10.1097/00054725-200407000-00022
10. Boysen M., Ritter M. Small bowel obstruction from capsule endoscopy. *West. J. Emerg. Med.* 2010; 11 (1): 71–73.
11. Van de Bruaene C., De Looze D., and Hindryckx P. Small bowel capsule endoscopy: where are we after almost 15 years of use? *Wld J. Gastrointest. Endoscopy*. 2015; 7 (1): 13–36. https://doi.org/10.4253/wjge.v7.i1.13
12. Murphy K.P., McLaughlin P.D., O'Connor O.J., Maher M.M. Imaging the small bowel. *Curr. Opin. Gastroenterol.*

2014; 30 (2): 134–140.
https://doi.org/10.1097/MOG.0000000000000038
13. Vaknin S., Shemer J., and O. Luxenburg. Medical resonance imaging (MRI)-the technology, the regulation and the utilization pattern in Israel. *Harefuah*. 2012; 151 (5): 306–309, 317.
14. Oto A., Zhu F., Kulkarni K., Karczmar G.S., Turner J.R., and Rubin D. Evaluation of diffusion-weighted MR imaging for detection of bowel inflammation in patients with Crohn's disease. *Acad. Radiol*. 2009; 16 (5): 597–603.
https://doi.org/10.1016/j.acra.2008.11.009
15. Laughlin P.D. Mc, O'Connor O.J., O'Neill S.B., Shanahan F., Maher M.M. Minimization of radiation exposure due to computed tomography in inflammatory bowel disease. *ISRN Gastroenterol*. 2012; 2012: 790279.
https://doi.org/10.5402/2012/790279
16. Rosenfeld G., Brown J., Vos P. M., Leipsic J., Enns R., Bressler B. Prospective comparison of standard- versus low-radiation-dose CT enterography for the quantitative assessment of Crohn disease. *Am. J. Roentgenol*. 2018; 210 (2): W54–W62.
https://doi.org/10.2214/AJR.17.18296
17. Estay C., Simian D., Lubascher J., Figueroa C., O'Brien A., Quera R. Ionizing radiation exposure in patients with inflammatory bowel disease: are we overexposing our patients? *J. Dig. Dis.* 2015; 16 (2): 83–89.
https://doi.org/10.1111/1751-2980.12213
18. Хомутова Е.Ю., Игнатьев Ю.Т., Скрипкин Д.А., Филиппова Ю.Г. Виртуальная колоноскопия: методика проведения. *Радиология–Практика*. 2009; 2: 21–27.
Khomutova E.Yu., Ignatiev Yu.T., Skripkin D.A., Filippova Yu.G., Virtual colonoscopy: methodology. *Radiology–Practice*. 2009; 2: 21–27. (In Russian)
19. Selby L.. Kane S., Wilson J., Balla P., Riff B., Bingcang C., Hoellein A., Pande S., de Villiers W.J. Inflamm Bowel Dis. et al. Receipt of preventive health services by IBD patients is significantly lower than by primary care patients. *Inflammat. Bowel Dis.* 2008; 14 (2): 253–258.
https://doi.org/10.1002/ibd.20266

Для корреспонденции*: Дуброва Софья Эриковна – 129110 Москва, ул. Щепкина, 61/2-11, Российская Федерация. Тел.: +7-985-928-11-73. E-mail: dubrova.sofya@gmail.com

Дуброва Софья Эриковна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог отделения КТ и МРТ рентгенологического отдела ГБУЗ МО "МОНИКИ имени М.Ф. Владимирского" Минздрава Московской области, Москва. https://orcid.org/0000-0001-8809-1629

Contact*: Sofya E. Dubrova – 129110, Moscow, Russian Federation, Shchepkina str., 61/2-11. E-mail: dubrova.sofya@gmail.com

Sofya E. Dubrova – Cand. of Sci. (Med.), radiologist of the CT and MRI department of the X-ray department of GBUZ MO Moscow Regional Clinical Research Institute M.F.Vladimirsky MH MO, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-8809-1629

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-927

Комбинированная гибридная радионуклидная визуализация метастатической нейроэндокринной опухоли желудочно-кишечного тракта без выявленного первичного очага с использованием ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (клиническое наблюдение и обзор литературы)

© **Леонтьев А.В.*, Рубцова Н.А., Халимон А.И., Антоневская Т.Л., Кулиев М.Т., Левшакова А.В., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Каприн А.Д.**

МНИОИ имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России; 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, 3, Российская Федерация

Нейроэндокринные опухоли (НЭО) представляют собой гетерогенную группу новообразований различных локализаций, происходящих из клеток APUD-системы и обладающих биологически активными свойствами. Несмотря на то что результаты морфологического и иммуногистохимического исследования имеют высокую прогностическую ценность при НЭО желудочно-кишечного тракта, ограничения данных методов могут привести к неточностям в определении степени злокачественности и прогноза опухолевого процесса, а также в выборе тактики лечения. Это в том числе может быть обусловлено присутствием клеток с различной степенью дифференцировки и пролиферативной активности как в пределах одного очага поражения, так и всего опухолевого процесса.

Такие свойства НЭО, как гиперэкспрессия соматостатиновых рецепторов на поверхностных мембранах клеток и повышенный уровень гликолиза, служат основой для их радионуклидной визуализации и терапии.

Совместное применение таких гибридных методик радионуклидной диагностики, как ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ПЭТ/КТ или ОФЭКТ/КТ с радиомечеными лигандами к соматостатиновым рецепторам, позволяет косвенно оценить клеточную гетерогенность во всем объеме опухолевого процесса, что дает возможность минимизировать вышеуказанные неточности диагностики.

Нами представлено наблюдение пациента с метастатической НЭО без выявленного первичного очага, которому в рамках первичного стадирования были выполнены ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC. В обсуждение вынесены аспекты применения радионуклидной визуализации с двумя радиофармпрепаратами у пациентов с НЭО.

Ключевые слова: нейроэндокринная опухоль, НЭО, Ki-67, соматостатиновые рецепторы, ОФЭКТ/КТ, ПЭТ/КТ, ФДГ

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Леонтьев А.В., Рубцова Н.А., Халимон А.И., Антоневская Т.Л., Кулиев М.Т., Левшакова А.В., Пылова И.В., Лазутина Т.Н., Каприн А.Д. Комбинированная гибридная радионуклидная визуализация метастатической нейроэндокринной опухоли желудочно-кишечного тракта без выявленного первичного очага с использованием ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (клиническое наблюдение и обзор литературы). *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 90–97. https://doi.org/10.24835/1607-0763-927

Поступила в редакцию: 08.07.20. **Принята к печати:** 08.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Dual tracer hybrid radionuclide imaging of a metastatic gastrointestinal neuroendocrine tumor with unknown primary site using ^{18}F-FDG PET/CT and ^{99m}Tc-HYNIC-TOC SPECT/CT (case report and literature review)

© **Alexey V. Leontyev*, Natalia A. Rubtsova, Alexander I. Khalimon, Tamara L. Antonevskaya, Magomed T. Kuliev, Antonina V. Levshakova, Irina V. Pylova, Tatyana N. Lazutina, Andrey D. Kaprin**

P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia; 3, 2nd Botlinsky proezd, Moscow, 125284, Russian Federation

Neuroendocrine tumors (NET) are a heterogeneous group of neoplasms of various locations originating from the APUD system cells with biologically active properties. Although immunohistochemical assay for Ki-67 has been proved to have prognostic significance in GEP-NENs, pitfalls may lead to misjudgment of the tumor grades, prognosis and during treatment planning due to the presence of cells with varying degrees of differentiation and proliferative activity within a single lesion, as well as the entire neoplastic process. These features can affect the results of imaging and therapy planning.

An increase in the number of somatostatin receptors on the surface of membrane cells, as well as an increase in glycolysis may occur in NETs. These phenomena play role when choosing imaging methods, as well as in treatment planning.

Combined dual-tracer imaging, specifically PET/CT or SPECT/CT using labeled somatostatin analogues can be used in intermediate assessment of cellular heterogeneity in the entire neoplastic process in NENs and help to minimize diagnostic pitfalls listed above.

We present an observation of a patient with metastatic GEP-NEN of unknown primary in which ^{18}F-FDG PET/CT and ^{99m}Tc-HYNIC-TOC SPECT/CT were performed for initial staging. In the framework of this, aspects of use of dual-tracer radionuclide imaging in patients with NENs are widely discussed.

Keywords: neuroendocrine tumor, NET, Ki-67, SPECT/CT, PET/CT

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Leontyev A.V., Rubtsova N.A., Khalimon A.I., Antonevskaya T.L., Kuliev M.T., Levshakova A.V., Pylova I.V., Lazutina T.N., Kaprin A.D. Dual tracer hybrid radionuclide imaging of a metastatic gastrointestinal neuroendocrine tumor with unknown primary site using ^{18}F-FDG PET/CT and ^{99m}Tc-HYNIC-TOC SPECT/CT (case report and literature review). *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 90–97. https://doi.org/10.24835/1607-0763-927

Received: 08.07.20. **Accepted for publication:** 08.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Нейроэндокринные опухоли (НЭО) желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) представляют собой гетерогенную группу относительно редких эпителиальных новообразований, локализующихся в различных отделах ЖКТ, а также в поджелудочной железе (ПЖ). Планирование эффективного лечения НЭО зависит от результатов мультидисциплинарной диагностики. В зависимости от уровня экспрессии маркера пролиферативной активности Ki-67, а также митотического индекса (МИ) НЭО присваиваются различные степени злокачественности (англ. Grading), обозначающиеся как G1 (Ki-67 < 3%, МИ <2/10 HPF), G2 (Ki-67 3–20%, МИ 2-20/10 HPF) или G3 (Ki-67>20%, МИ>20/10 HPF). Кроме того, отдельно выделяют нейроэндокринную карциному (НЭК) (Ki-67 > 20%, МИ > 20/10 HPF), которая представлена мелко- и крупноклеточным вариантами, а также смешанные опухоли (mixed neuroendocrine neoplasms – MiNEN), состоящие не только из клеток нейроэндокринного происхождения. Имеет место прямая зависимость: чем выше показатели Ki-67 и МИ, тем выше степень злокачественности опухолевых клеток.

На поверхностных мембранах клеток высокодифференцированных НЭО с высокой плотностью экспрессируются соматостатиновые рецепторы (ССТР) и для радионуклидной визуализации и те-

рапии таких опухолей используются радиомеченые аналоги соматостатина. Наиболее широко применяемыми диагностическими радиофармпрепаратами (РФП) данной группы являются ^{111}In-пентетреотид и ^{99m}Tc-HYNIC-TOC для ОФЭКТ/КТ и ^{68}Ga-DOTA-TATE (-TOC, -NOC) для ПЭТ/КТ. При высокой степени злокачественности (НЭК) гликолитическая активность опухолевых клеток преобладает над экспрессией ССТР и в данном случае для визуализации целесообразно применение ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ. Нередки случаи, когда в пределах как одного очага поражения, так и всего опухолевого процесса присутствуют клетки с различной степенью дифференцировки и пролиферативной активности, что в свою очередь отражается на результатах визуализации. В связи с этим для формирования полной картины о распространенности и биологическом характере опухолевого процесса может быть полезно сочетанное применение ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ или ПЭТ/КТ с радиомечеными лигандами к ССТР [1].

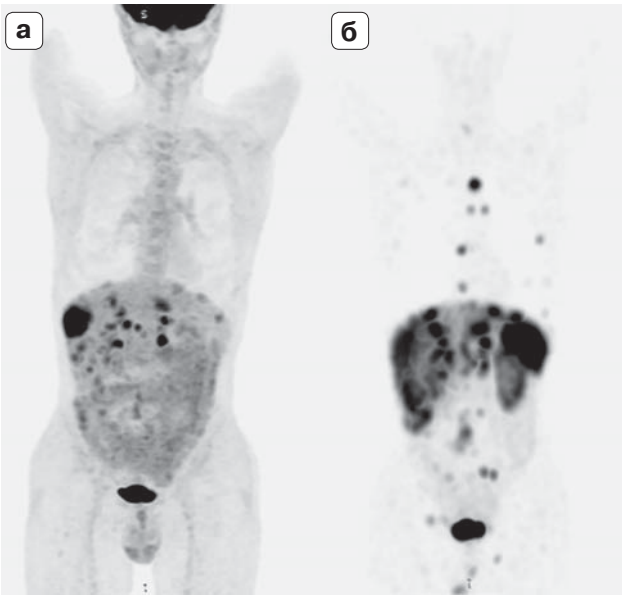


Рис. 1. ПЭТ с ^{18}F-ФДГ (**а**) и ОФЭКТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (**б**) в режиме MIP.

Fig. 1. MIP PET ^{18}F-FDG (**а**) and MIP SPECT ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (**б**).

Клиническое наблюдение

Пациент 50 лет обратился в районную поликлинику с жалобами на интермиттирующую диарею, снижение массы тела на 17 кг в течение полугода. Был заподозрен неопластический процесс, в рамках обследования проведены колоно- и гастроскопия, по результатам которых данных о наличии опухолевой патологии получено не было. При УЗИ органов брюшной полости и забрюшинного пространства были выявлены множественные гипоэхогенные образования в печени, трактованные как метастатические, данных о другой очаговой патологии не получено. Пациент был госпитализирован в профильное учреждение для морфологической верификации из вышеописанных очагов. По результатам морфологического исследования и иммуногистохимического исследования (ИГХ) биоптата из образования печени был установлен диагноз НЭО Grade II с Ki-67 15%. Кроме того, при госпитализации, в рамках дообследования, по результатам иммунохемилюминесцентного анализа было обнаружено повышение уровня ракового эмбрионального антигена до 3,6 (рекуррентный интервал 0,0–2,5), Cyfra 21-1 – 2,8 (рекуррентный интервал 0,0–2,0). На основании проведенного обследования пациенту был установлен диагноз: метастатическое поражение печени без выявленного первичного очага. Далее для оценки распространенности опухолевого процесса и поиска первичного очага пациенту была выполнена ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ, по результатам которой выявлены: метаболически активное метастатическое поражение забрюшинных лимфатических узлов, мультифокальное билобарное метастатическое поражение печени как с высокой, так и с фоновой метаболической активностью, а также конгломерат мезентериальных лимфатических узлов с низкой метаболической активностью (рис. 1 а, 2). Первичный очаг не был выявлен, с учетом поражения мезентериальных лимфатических узлов высказано предположение о его локализации в стенке тонкой кишки. С учетом этого, а также неоднородного метаболизма ^{18}F-ФДГ в патологических очагах было принято решение о дообследовании в объеме сцинтиграфии соматостатиновых рецепторов. По результатам ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC отмечена патологическая гиперфиксация РФП как в ^{18}F-ФДГ-положительных, так и ^{18}F-ФДГ-отрицательных очагах в печени, в пораженных забрюшинных лимфатических узлах и в конгломерате измененных мезентериальных лимфатических узлов (накопление ^{99m}Tc-HYNIC-TOC визуально выше, чем ^{18}F-ФДГ). Кроме того, дополнительно были выявлены очаги патологической гиперфиксации ^{99m}Tc-HYNIC-TOC в костях, не определяемые при ПЭТ и КТ, наиболее характерные для метастатического поражения костного мозга (см. рис. 2). Однако по результатам ОФЭКТ/КТ локализацию первичного очага также не удалось установить. С учетом полученных данных пациенту по результатам врачебного консилиума была назначена терапия пролонгированной формой октреотида и полихимиотерапия в режиме TEMCAP.

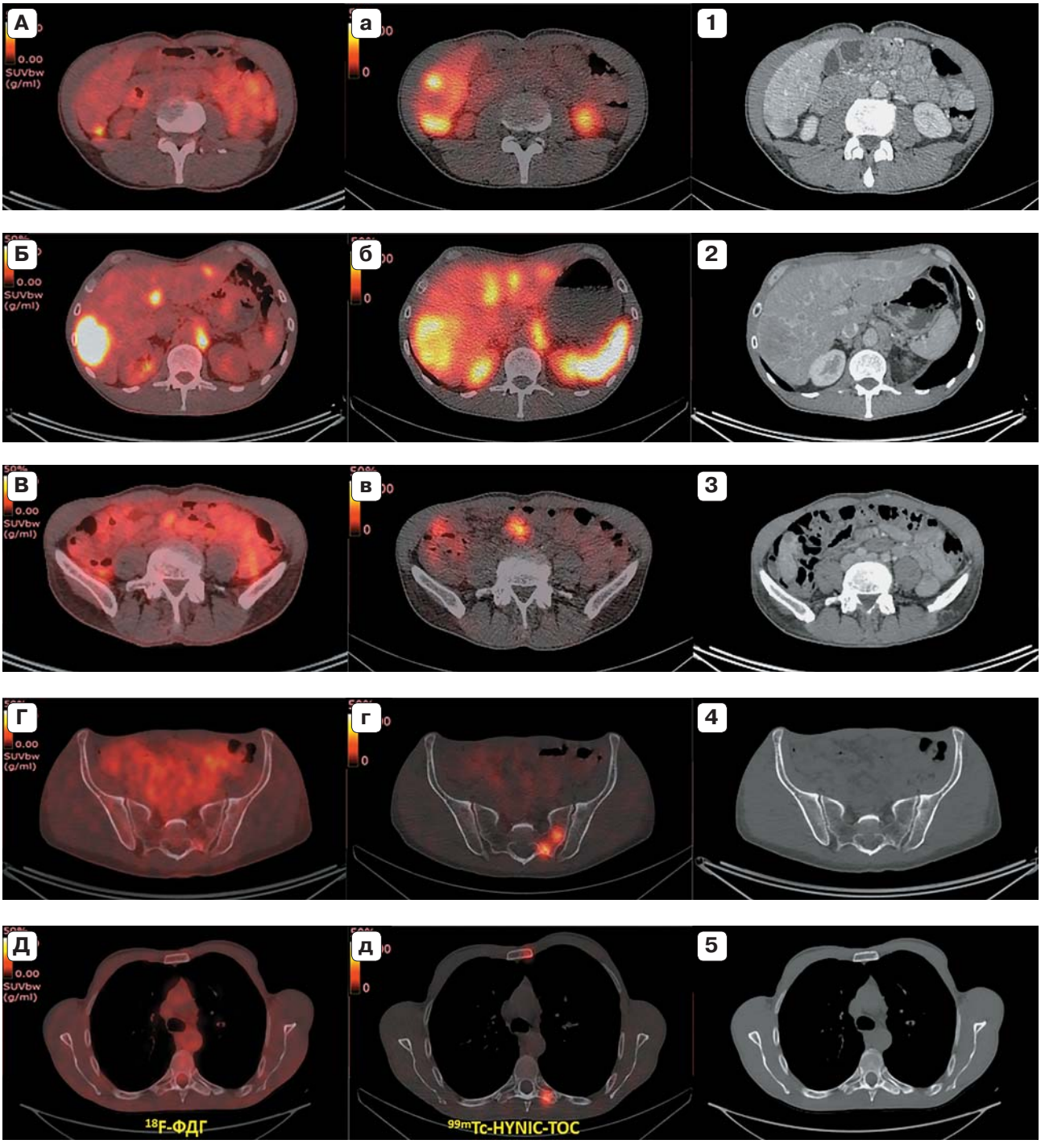


Рис. 2. ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ (**А–Д**), ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (**а–д**), КТ (**1–5**).
Fig. 2. MIP PET ^{18}F-FDG (**А–Д**), MIP SPECT ^{99m}Tc-HYNIC-TOC (**а–д**), CT (**1–5**).

Обсуждение

Данное клиническое наблюдение служит примером диагностической ценности сочетания ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и радионуклидной визуализации ССТР для оценки распространенности и клеточной гетерогенности при НЭО, которые наряду с морфологическим и иммуногистохимическим исследованием могут играть ключевую роль при постановке диагноза и определении лечебной тактики. Однако ввиду высокой стоимости молекулярной визуализации выбор наиболее информативной диагностической методики должен осуществляться с учетом определенных критериев. Согласно результатам серии исследований, визуализация с двумя РФП рекомендована пациентам с ВД НЭО (Ki-67 ⩾ 10%), в то время как пациентам с Ki-67 < 10% и НЭК целесообразно проведение только ССТР ПЭТ/КТ и ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ соответственно. Комбинация ^{68}Ga-DOTA-TATE и ^{18}F-ФДГ имела диагностическую ценность при выборе между терапией аналогами соматостатина (АСС), пептидной рецепторной радионуклидной терапией (ПРРТ) и химиотерапией (ХТ) [2] (рис. 3).

Наиболее высокой чувствительностью при оценке распространенности процесса при ВД НЭО обладает ПЭТ/КТ с такими препаратами, как ^{68}Ga-DOTA-TATE, ^{68}Ga-DOTA-TOC, ^{68}Ga-DOTA-NOC (ССТР ПЭТ/КТ). Сравнение диагностической ценности ССТР ПЭТ/КТ и ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ при НЭО проведено во множестве исследований на относительно немногочисленных когортах пациентов. В исследовании N. Naswa и соавт. чувствительность ПЭТ/КТ с ^{68}Ga-DOTA-NOC и ^{18}F-ФДГ в рамках стадирования составила 91,4 и 42,5% соответственно. В аналогичном исследовании S. Koukouraki и соавт., где использовались ^{68}Ga-DOTA-TOC и ^{18}F-ФДГ, чувствительность составила 90 и 68% соответственно. Ограничение данных исследований заключалось в присутствии в когортах преимущественно пациентов с ВД НЭО. S. Cingarlini и соавт. оценили в своей работе показатели общей и безрецидивной выживаемости, которые были выше у пациентов с отсутствием метаболизма ^{18}F-ФДГ в опухолевых очагах вне зависимости от других прогностических факторов, таких как уровень экспрессии ССТР и, в некоторых случаях, даже Ki-67. T. Binderup и соавт. установили, что уровень накопления ^{18}F-ФДГ (с пороговым значением SUV_{max} 3) при ПЭТ/КТ имел более высокую прогностическую ценность в качестве предиктора прогрессирования заболевания, чем показатели Ki-67 и CgA [3–7]. P. Zhang и соавт. сравнили результаты ПЭТ/КТ с ^{68}Ga-DOTA-TATE и ^{18}F-ФДГ у 83 пациентов с НЭО ЖКТ с известными степенью дифференцировки и уровнем Ki-67 для определения прогностической ценности вышеперечисленных методов. Было установлено, что чувствительность ПЭТ/КТ с ^{68}Ga-DOTA-TATE при определении первичных и метастатических очагов преимущественно коррелировала со степенью клеточной дифференцировки и составила 78,6, 73,3–88,9 и 37,5% для G1, G2 и G3 соответственно, в то время как чувствительность ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ коррелировала как с показателями клеточной дифференцировки, так и с индексом пролиферации Ki-67 и составила 50,0, 52,6–77,8 и 77,8–100% для G1, G2 и G3 соответственно. При ПЭТ/КТ с двумя вышеуказанными РФП общая чувствительность составила 94,0% вне зависимости от степени дифференцировки и пролиферативной активности опухолевого процесса, а также локализации очага. При этом различное распределение ^{68}Ga-DOTA-TATE и ^{18}F-ФДГ в метастатических очагах позволило судить о гетерогенности процесса. При исследовании 41 пациента с метастатическими НЭО ЖКТ Z. Yang и соавт. выяснили, что в большинстве случаев у пациентов

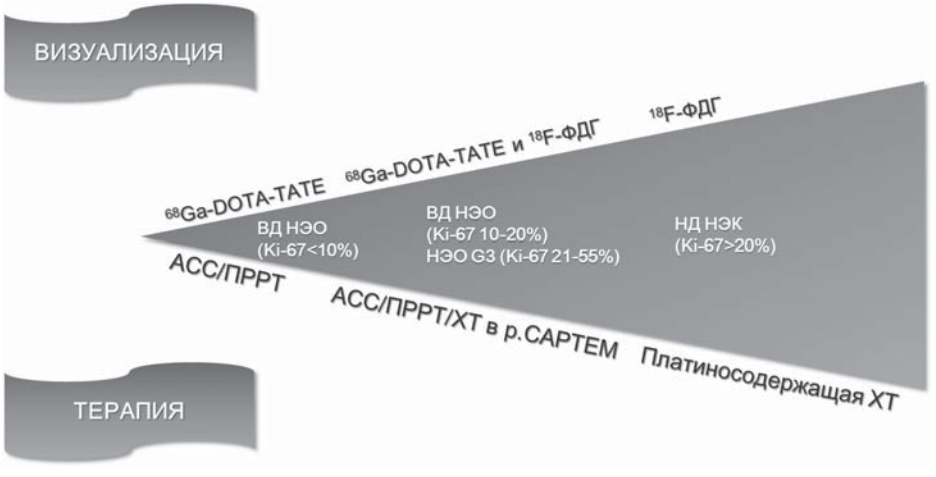


Рис. 3. Выбор метода визуализации и тактики лечения у пациентов с НЭО в зависимости от степени пролиферативной активности клеток. Цит. по [2].

Fig. 3. PET/CT imaging and treatment regime [2].

с G2 наблюдалась картина клеточной гетерогенности, наряду с этим пациенты с НЭО G1 имели гомогенную клеточную структуру опухолевого процесса [8–11].

Чувствительность других методик радионуклидной визуализации ССТР, таких как ОФЭКТ и ОФЭКТ/КТ с радиомечеными аналогами соматостатина, при выявлении первичных и метастатических очагов у пациентов с НЭО уступает ПЭТ/КТ как ввиду меньшего пространственного разрешения ОФЭКТ в сравнении с ПЭТ, так и меньшего сродства РФП для сцинтиграфии к ССТР. На сегодняшний день в Российской Федерации визуализация ССТР при помощи ПЭТ/КТ обладает ограниченной доступностью в силу необходимости дополнительного технологического обеспечения для синтеза РФП. В свою очередь ОФЭКТ/КТ является более доступной методикой благодаря большему количеству сканеров и простому алгоритму производства РФП из готовых наборов. Рядом авторов проводилась оценка диагностической эффективности сочетания ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ и ОФЭКТ/КТ с радиомечеными аналогами соматостатина у пациентов с НЭО. В данных публикациях ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-HYNIC-TOC служила в качестве альтернативной ССТР ПЭТ/КТ диагностической модальности, продемонстрировавшей высокую прогностическую ценность. МРТ также применяется при стадировании НЭО и обладает большей чувствительностью, чем ОФЭКТ/КТ. Однако данный метод не позволяет определить степень экспрессии ССТР, что наряду с оценкой распространенности является важным при планировании терапии [12–15].

Морфологическая верификация и ИГХ являются “золотым стандартом” диагностики НЭО. Однако в случаях НЭО с картиной клеточной гетерогенности показатель Ki-67 может быть различным при заборе материала из разных участков даже в пределах одного очага, что затрудняет корректное определение степени злокачественности. Кроме того, значительным ограничением гистопатологических характеристик в качестве прогностических факторов является необходимость в заборе материала, что не всегда может быть доступно. Совместное применение гибридной визуализации ССТР и ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ может выступать в качестве ценной неинвазивной диагностической методики в дополнение к данным морфологического исследования и ИГХ [16].

В настоящее время одной из тенденций в области ядерной медицины в рамках широкого применения концепции тераностики является стандартизация и систематизация результатов проводимых исследований. Группой исследователей была предложена система оценки результатов ПЭТ/КТ с радиомечеными аналогами соматостатина и ^{18}F-ФДГ, получившая название “NETPET” Score. Данная методика может быть полезна на этапе принятия диагностических решений и планирования эффективного лечения, в случаях, когда пациентам с НЭО показано исследование с двумя РФП [17].

В данном клиническом наблюдении с помощью визуализации с двумя РФП удалось получить полное представление о распространенности процесса, что не было возможным на предыдущих этапах диагностического поиска, и корректно спланировать терапию.

Заключение

Визуализация с двумя РФП – неинвазивный метод диагностики, с помощью которого возможна оценка различных биологических свойств патологического процесса при НЭО, таких как степень экспрессии ССТР и уровень гликолиза в опухолевых клетках как в первичном, так и в метастатических очагах. С помощью комбинации методов гибридной визуализации с радиомечеными аналогами соматостатина и ПЭТ/КТ с ^{18}F-ФДГ можно получить изображения всего тела для оценки распространенности процесса, минимизировать неточности морфологического исследования, а также эффективно планировать терапию.

Финансирование исследования и конфликт интересов

Исследование не финансировалось какими-либо источниками. Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Участие авторов

Леонтьев А.В. – ответственность за целостность всех частей статьи, подготовка и редактирование текста.

Рубцова Н.А. – подготовка, создание опубликованной работы.

Халимон А.И. – написание текста, подготовка и редактирование текста.

Антоневская Т.Л. – сбор и обработка данных, написание текста, подготовка и редактирование текста.

Кулиев М.Т. – написание текста, подготовка и редактирование текста.

Левшакова А.В. – написание текста, подготовка и редактирование текста.

Пылова И.В. – написание текста, подготовка и редактирование текста.

Лазутина Т.Н. – написание текста, подготовка и редактирование текста.

Каприн А.Д. – утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Leontyev A.V. – responsibility for the integrity of all parts of the article, text preparation and editing.

Rubtsova N.A. – preparation and creation of the published work.

Khalimon A.I. – writing text, text preparation and editing.

Antonevskaya T.L. – collection and analysis of data, writing text, text preparation and editing.

Kuliev M.T. – writing text, text preparation and editing.

Levshakova A.V. – writing text, text preparation and editing.

Pylova I.V. – writing text, text preparation and editing.

Lazutina T.N. – writing text, text preparation and editing.

Kaprin A.D. – approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Choe J., Kim K.W., Kim H.J., Kim D.W., Kim K.P., Hong S.M., Ryu J.S., Tirumani S.H., Krajewski K., Ramaiya N. What Is New in the 2017 World Health Organization Classification and 8th American Joint Committee on Cancer Staging System for Pancreatic Neuroendocrine Neoplasms? *Korean J. Radiol*. 2019; 20 (1): 5–17. http://doi.org/10.3348/kjr.2018.0040
2. Zhang P., Yu J., Li J., Shen L., Li N., Zhu H., Zhai S., Zhang Y., Yang Z., Lu M. Clinical and Prognostic Value of PET/CT Imaging with Combination of ^{68}Ga-DOTATATE and ^{18}F-FDG in Gastroenteropancreatic Neuroendocrine Neoplasms. *Contrast Media Mol. Imaging.* 2018; 2018: 2340389. http://doi.org/10.1155/2018/2340389
3. Naswa N., Sharma P., Gupta S.K., Karunanithi S., Reddy R.M., Patnecha M., Lata S., Kumar R., Malhotra A., Bal C. Dual tracer functional imaging of gastroenteropancreatic neuroendocrine tumors using ^{68}Ga-DOTA-NOC PET-CT and ^{18}F-FDG PET-CT: competitive or complimentary? *Clin. Nucl. Med*. 2014; 39 (1): e27–34. http://doi.org/10.1097/RLU.0b013e31827a216b
4. Koukouraki S., Strauss L.G., Georgoulias V., Eisenhut M., Haberkorn U., Dimitrakopoulou-Strauss A. Comparison of the pharmacokinetics of ^{68}Ga-DOTATOC and [^{18}F]FDG in patients with metastatic neuroendocrine tumours scheduled for 90Y-DOTATOC therapy. *Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging*. 2006; 33 (10): 1115–1122. http://doi.org/10.1007/s00259-006-0110-x
5. Ambrosini V., Campana D., Bodei L., Nanni C., Castellucci P., Allegri V., Montini G.C., Tomassetti P., Paganelli G., Fanti S. ^{68}Ga-DOTANOC PET/CT clinical impact in patients with neuroendocrine tumors. *J. Nucl. Med.* 2010; 51 (5): 669–673. http://doi.org/10.2967/jnumed.109.071712
6. Cingarlini S., Ortolani S., Salgarello M., Butturini G., Malpaga A., Malfatti V., D'Onofrio M., Dav M.V., Vallerio P., Ruzzenente A., Capelli P., Citton E., Grego E., Trentin C., De Robertis R., Scarpa A., Bassi C., Tortora G. Role of Combined ^{68}Ga-DOTATOC and ^{18}F-FDG Positron Emission Tomography/Computed Tomography in the Diagnostic Workup of Pancreas Neuroendocrine Tumors: Implications for Managing Surgical Decisions. *Pancreas*. 2017; 46 (1): 42–47. http://doi.org/10.1097/MPA.0000000000000745
7. Yang Z., Tang L.H., Klimstra D.S. Effect of tumor heterogeneity on the assessment of Ki67 labeling index in well-differentiated neuroendocrine tumors metastatic to the liver: implications for prognostic stratification. *Am. J. Surg. Pathol*. 2011; 35 (6): 853–860. http://doi.org/10.1097/PAS.0b013e31821a0696
8. Sundin A., Rockall A. Therapeutic monitoring of gastroenteropancreatic neuroendocrine tumors: the challenges ahead. *Neuroendocrinology*. 2012; 96 (4): 261–271. http://doi.org/10.1159/000342270
9. Garin E., Le Jeune F., Devillers A., Cuggia M., de Lajarte-Thirouard A.S., Bouriel C., Boucher E., Raoul J.L. Predictive value of ^{18}F-FDG PET and somatostatin receptor scintigraphy in patients with metastatic endocrine tumors. *J. Nucl. Med.* 2009; 50 (6): 858–864. http://doi.org/10.2967/jnumed.108.057505
10. Binderup T., Knigge U., Loft A., Federspiel B., Kjaer A. ^{18}F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography predicts survival of patients with neuroendocrine tumors. *Clin. Cancer Res*. 2010; 16 (3): 978–985. http://doi.org/10.1158/1078-0432.CCR-09-1759
11. Kim H.S., Lee H.S., Kim W.H. Clinical significance of protein expression of cyclooxygenase-2 and somatostatin receptors in gastroenteropancreatic neuroendocrine tumors. *Cancer Res. Treat*. 2011; 43 (3): 181–188. http://doi.org/10.4143/crt.2011.43.3.181
12. Kunikowska J., Lewington V., Krolicki L. Optimizing Somatostatin Receptor Imaging in Patients With Neuroendocrine Tumors: The Impact of ^{99m}Tc-HYNICTOC SPECT/SPECT/CT Versus ^{68}Ga-DOTATATE PET/CT Upon Clinical Management. *Clin. Nucl. Med*. 2017; 42 (12): 905–911. http://doi.org/10.1097/RLU.0000000000001877
13. Etchebehere E.C., de Oliveira Santos A., Gumz B., Vicente A., Hoff P.G., Corradi G., Ichiki W.A., de Almeida Filho J.G., Cantoni S., Camargo E.E., Costa F.P. ^{68}Ga-DOTATATE PET/CT, ^{99m}Tc-HYNIC-octreotide SPECT/CT, and whole-body MR imaging in detection of neuroendocrine tumors: a prospective trial. *J. Nucl. Med*. 2014; 55 (10): 1598–1604. http://doi.org/10.2967/jnumed.114.144543
14. Thapa P., Ranade R., Ostwal V., Shrikhande S.V., Goel M., Basu S. Performance of ^{177}Lu-DOTATATE-based peptide receptor radionuclide therapy in metastatic gastroenteropancreatic neuroendocrine tumor: a multiparametric response evaluation correlating with primary tumor site, tumor proliferation index, and dual tracer imaging characteristics. *Nucl. Med. Commun*. 2016; 37 (10): 1030–1037. http://doi.org/10.1097/MNM.0000000000000547
15. Basu S., Abhyankar A. The use of ^{99m}Tc-HYNIC-TOC and ^{18}F-FDG PET/CT in the evaluation of duodenal neuroendocrine tumor with atypical and extensive metastasis responding dramatically to a single fraction of PRRT with ^{177}Lu-DOTATATE. *J. Nucl. Med. Technol*. 2014; 42 (4): 296–298. http://doi.org/10.2967/jnmt.114.139238
16. Nagtegaal I.D., Odze R.D., Klimstra D., Paradis V., Rugge M., Schirmacher P., Washington K.M., Carneiro F., Cree I.A.; WHO Classification of Tumours Editorial Board. The 2019 WHO classification of tumours of the digestive system. *Histopathology*. 2020; 76 (2): 182–188. http://doi.org/10.1111/his.13975
17. Chan D.L., Pavlakis N., Schembri G.P., Bernard E.J., Hsiao E., Hayes A., Barnes T., Diakos C., Khasraw M., Samra J., Eslick E., Roach P.J., Engel A., Clarke S.J., Bailey D.L. Dual Somatostatin Receptor/FDG PET/CT Imaging in Metastatic Neuroendocrine Tumours: Proposal for a Novel Grading Scheme with Prognostic Significance. *Theranostics*. 2017; 7 (5): 1149–1158. http://doi.org/10.7150/thno.18068

Для корреспонденции*: Леонтьев Алексей Викторович – 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3. Тел.: +7-495-945-87-18. E-mail: aleksleont@yandex.ru

Леонтьев Алексей Викторович – канд. мед. наук, заведующий отделением радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: aleksleont@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-4282-0192

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, руководитель отдела лучевой диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: rna17@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Халимон Александр Игоревич – врач рентгенолог отделения КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: markyhaws@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-8905-4202

Антоневская Тамара Леонтьевна – клинический ординатор кафедры онкологии, радиотерапии и пластической хирургии лечебного факультета ФГАОУ ВО Первого МГМУ имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет) на базе отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: dtamara.doc@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-1255-2991

Кулиев Магомед Темирланович – врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: kul502@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-3508-1782

Левшакова Антонина Валерьевна – доктор мед. наук, заведующая отделением КТ и МРТ МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: levshakova71@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-2381-4213

Пылова Ирина Валентиновна – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: irinapylova@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-1280-620X

Лазутина Татьяна Николаевна – кандю медю наук, врач-радиолог отделения радионуклидной диагностики МНИОИ имени П.А. Герцена – филиала ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России, Москва. E-mail: t.n.lazutina@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-7835-4939

Каприн Андрей Дмитриевич – академик РАН, член-корр. РАО, доктор мед. наук, профессор, главный уролог РАН, заслуженный врач РФ, генеральный директор ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России; заведующий кафедрой урологии и оперативной нефрологии с курсом онкоурологии медицинского факультета медицинского института ФГАОУ ВО "Российский университет дружбы народов", Москва. https://orcid.org/0000-0001-8784-8415

Contact*: Alexey V. Leontyev – 3, 2nd Botlinsky proezd, Moscow, 125284, Russian Federation. Phone: +7-495-945-87-18. E-mail: aleksleont@yandex.ru

Alexey V. Leontyev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Nuclear Medicine Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: aleksleont@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-4282-0192

Natalia A. Rubtsova – Doct. of Sci. (Med.), Head of Radiology Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: rna17@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Alexander I. Khalimon – radiologist of CT and MRI Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: markyhaws@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-8905-4202

Tamara L. Antonevskaya – Resident of Oncology, Radiotherapy and Plastic Surgery Department of Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University) based at the Nuclear Medicine Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: dtamara.doc@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-1255-2991

Magomed T. Kuliev – nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: kul502@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-3508-1782

Antonina V. Levshakova – Doct. of Sci. (Med.), Head of CT & MRI Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: levshakova71@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-2381-4213

Irina V. Pylova – Cand. of Sci. (Med.), nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: irinapylova@mail.ru. https://orcid.org/0000-0002-1280-620X

Tatyana N. Lazutina – Cand. of Sci. (Med.), nuclear medicine physician of Nuclear Medicine Department of P. Hertsen Moscow oncology research institute – Branch of National Medical Research Radiological Centre of the Ministry of Health of Russia. E-mail: t.n.lazutina@yandex.ru. https://orcid.org/0000-0002-7835-4939

Andrey D. Kaprin – Academician of the Russian Academy of Sciences, Corresponding member of Russian Academy of Education, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Honored Doctor of the Russian Federation, Chief urologist of the Russian Academy of Sciences, General Director of "National Medical Radiological Research Center" of the Ministry of Health of the Russian Federation; Head of Department of urology and surgical nephrology with a course of oncourology at the medical faculty of medical institute of The Peoples' Friendship University of Russia, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-8784-8415

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-874

Клиническое наблюдение ганглионевромы у пациента с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта

© **Варламова Н.Н.*, Зиновьева Е.Н.**

ООО "ПолиКлиника ЭКСПЕРТ"; 197110 Санкт-Петербург, ул. Пионерская, 63, Российская Федерация

Ввиду редкой встречаемости, малого спектра клинических проявлений и неспецифичности изменений инструментально-лабораторных данных диагностика ганглионевром в настоящий момент представляет собой сложнейшую задачу в рутинной практике врача. Ганглионевромы имеют медленный рост, что приводит к длительному бессимптомному течению и, как следствие, затрудняет ее своевременную диагностику. В большинстве случаев ганглионеврома является случайной находкой. Жалобы у данных пациентов носят неспецифический характер и имеют прямую зависимость от локализации процесса. Одним из доступных методов ранней визуализации забрюшинных опухолей является ультразвуковое исследование (УЗИ), что делает профилактическое и регулярное УЗИ актуальным методом своевременного выявления внеорганных новообразований. В статье приводится описание клинического наблюдения выявления ганглионевромы у молодого мужчины с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: ганглиневрома, ультразвуковое исследование органов брюшной полости, диагностическая визуализация

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Варламова Н.Н., Зиновьева Е.Н. Клиническое наблюдение ганглионевромы у пациента с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта. *Медицинская визуализация*. 2021; 25 (2): 98–101. https://doi.org/10.24835/1607-0763-874

Поступила в редакцию: 10.04.20. **Принята к печати:** 19.05.20. **Опубликована online:** 01.06.21.

A case of ganglioneuroma in a patient with the pathology of the upper gastrointestinal tract

© **Natalia N. Varlamova*, Eugenia N. Zinovyeva**

EXPERT Clinic Ltd.; 63, Pionerskaya str., St.-Petersburg 197110, Russian Federation

In view of the rare occurrence, the small spectrum of clinical manifestations and the non-specificity of changes in instrumental and laboratory data, the diagnosis of ganglioneuroma at the moment is a very difficult task for the routine of a doctor. Ganglioneuromas have a slow growth, which leads to a long asymptomatic course and, as a result, complicates its early diagnosis. In most cases, ganglioneuroma is random. Complaints in these patients are non-specific and are directly dependent on localization.One of the available methods for imaging retroperitoneal tumors is ultrasound (ultrasound)., which makes preventive and regular ultrasound an indispensable method for early detection of extraorgan formations. This article describes the clinical case of ganglioneroma in a young man with the pathology of the upper gastrointestinal tract.

Keywords: ganglioneuroma, abdominal ultrasound, diagnostic imaging

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Varlamova N.N., Zinovieva E.N. A case of ganglioneuroma in a patient with the pathology of the upper gastrointestinal tract. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 98–101. https://doi.org/10.24835/1607-0763-874

Received: 10.04.20. **Accepted for publication:** 19.05.20. **Published online:** 01.06.21.

Ганглионевромы (ганглиоглиома, ганглионарная неврома, ганглионарная нейрофиброма, симпатикоцитома) – это зрелые нейрогенные опухоли, исходящие из клеток оболочек симпатических ганглиев. Встречаются относительно редко. Чаще болеют мужчины, в основном в возрасте до 20 лет. Ганглионеврома – это медленнорастущая опухоль, протекает бессимптомно, даже достигая больших размеров, и часто обнаруживается случайно. Симптомы ганглионевромы варьируют в зависимости от локализации и величины опухоли. Имеют как доброкачественный, так и злокачественный тип роста, особенно у детей. Способны к рецидивированию и метастазированию [1, 2]. Лечение хирургическое [3, 4]. Прогноз благоприятный.

Механизмы развития ганглионевромы до конца не выяснены. Ученые склоняются к значительной роли в данном вопросе генетического фактора [5, 6].

Наиболее частыми считаются ганглионевромы забрюшинного пространства (32–52% случаев) и заднего средостения (39–43%) [7, 8].

Приводим описание диагностического пути ганглионевромы от случайного выявления до гистологической верификации у молодого мужчины 30 лет с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта.

Пациент обратился в клинику “ЭКСПЕРТ” 07.2018 с жалобами на периодический дискомфорт в эпигастральной области в течение 10 лет. Поводом для обращения послужила изжога. На основании комплексного клинического исследования, включавшего в себя лабораторно-инструментальные методы диагностики, был поставлен рабочий диагноз: скользящая грыжа пищеводного отверстия диафрагмы 1–2 степени. Рефлюкс-эзофагит (по Л-А классификации, ст А). Хронический гастрит вне обострения. Бульбит вне обострения. Сопутствующий диагноз: аллергический ринит вне обострения.

По данным предоставленного ультразвукового исследования (УЗИ) брюшной полости: эхоструктурных изменений органов брюшной полости не выявлено. Назначена патогенетическая и симптоматическая терапия. На контрольный визит пациент не явился.

Спустя 10 мес пациент вновь обратился в клинику “ЭКСПЕРТ” с аналогичными жалобами после “светлого” промежутка. При проведении УЗИ органов брюшной полости на ультразвуковом сканере GE Logiq S 8 экспертного класса в воротах печени выявлено отграниченное гипоэхогенное солидное образование размерами 33 × 33 × 35 мм с четкими ровными контурами, однородной структуры, при цветовом допплеровском картировании (ЦДК) и энергетическом допплеровском картировании кровоток не определялся (см. рисунок).

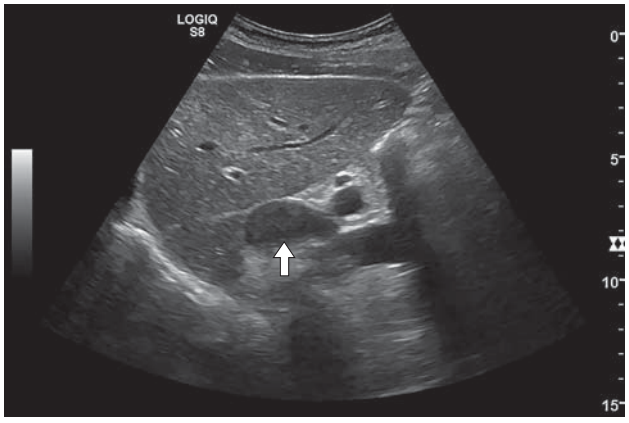


Рисунок. Эхограмма. Отграниченное гипоэхогенное солидное образование в воротах печени (стрелка).

Figure. Ultrasound examination. Delimited hypoechoic solid formation in the gates of the liver (arrow).

Экстравазальной компрессии сосудов (аорты, чревного ствола (ЧС), верхней брыжеечной артерии (ВБА)) не выявлено. Учитывая установленные изменения, пациент направлен на компьютерную томографию (КТ) органов брюшной полости с контрастированием для определения распространенности процесса и наличия кальцификатов. На КТ: в области ворот печени выявлено узловое образование с четкими ровными контурами размерами 39 × 34 × 37 мм, денситометрическая плотность около +33 HU, после внутривенного контрастирования до + 44 HU. Ткань аналогичных характеристик, без четких контуров, выявлена вокруг ВБА размерами 18 ×12 мм. Изменения расценены как увеличение лимфатических узлов неуточненного характера. Рекомендована консультация онколога. Пациент направлен в специализированное учреждение для определения тактики дальнейшего ведения. Пациенту выполнена совмещенная позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ/КТ), при которой в воротах печени определено гиподенсное образование, распространяющееся до устья ВБА, общим размером около 42 × 34 × 46 мм с умеренно повышенной метаболической активностью с SUV_{max} 2,54. Также выявлены единичные поднижнечелюстные и верхний яремный лимфоузлы справа с незначительной повышенной метаболической активностью неспецифического генеза. Рекомендована консультация гематолога. Решено провести тонкоигольную аспирационную биопсию (ТАБ) под эндоскопическим ультрасонографическим (ЭУС) контролем. При ЭУС выявлено образование в воротах размерами 43,8 × 23,2 мм, тесно прилежащее к печени, отграниченное от нее соединительнотканной прослойкой. Расценено как увеличенный лимфоузел (?) или добавочная долька печени (?). При ТАБ исследовано 8 препаратов: злокачественные опухолевые клетки и опухолевые элементы в представленном материале

не обнаружены. При контрольном УЗИ органов брюшной полости: размер образования 25 × 33 × 39 мм, убедительно эхоконтрастные образования по ходу ВБА не определялись, убедительных ультразвуковых данных о стенозе ЧС, ВБА не получено. Коллегиально состояние расценено как опухоль забрюшинного пространства неуточненного генеза. Пациент направлен в отделение онкологии профильного стационара, где на основании данных диагностического комплекса: УЗИ, ЭУС, КТ, ПЭТ/КТ и результатов цитологического исследования, спустя 2 мес после выявления образования, было выполнено оперативное иссечение опухоли забрюшинного пространства в пределах резектабельности образования. Морфологическая картина и иммунофенотип опухоли соответствуют ганглионевроме. На контрольных КТ-снимках через 1 мес после операции: в воротах печени, муфтообразно обхватывая ЧС и ВБА, визуализируется участок с четкими ровными контурами, размерами 24 × 21 × 31 мм, плотностью +27 HU, гиповаскулярный. Складывается впечатление о наличии перегородок в структуре. Расценено как участок остаточной ткани или продолженный рост. При проведении КТ-контроля через 2 мес после операции выявлен участок в воротах печени прежних размеров и плотности – без отрицательной динамики, “свежих” очагов не выявлено. Пациент находится под наблюдением онколога и гастроэнтеролога. Прогноз благоприятный, но не исключен вариант прогрессирования образования.

Сегодня среди широкого спектра диагностических лучевых методов УЗИ является методом выбора. Случайное выявление забрюшинного образования при УЗИ брюшной полости у пациента с патологией верхних отделов желудочно-кишечного тракта позволило не пропустить редкую “немую” патологию и тем самым определить круг диагностических и лечебных мероприятий, направленных на улучшение здоровья пациента. Говоря о пользе ранней диагностики заболеваний, важно правильно использовать алгоритм диагностических инструментов в качестве скринингового исследования. Таким образом, в описанном диагностическом алгоритме имело место сочетание методов медицинской визуализации, где первичным диагностическим звеном явилось УЗИ органов брюшной полости.

Заключение

Сегодня одним из важнейших направлений в медицине является профилактическое. Периодичность обследования направлена на раннее выявление патологии. Одним из методов профилактической медицины можно выделить рутинное, скрининговое УЗИ.

Участие авторов

Варламова Н.Н. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста.

Зиновьева Е.Н. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, подготовка и редактирование текста.

Authors’ participation

Varlamova N.N. – concept and design of the study, text preparation and editing.

Zinovieva E.N. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data, text preparation and editing.

Список литературы [References]

1. Scherer A., Niehues T., Engelbrecht V., Mödder U. Imaging diagnosis of retroperitoneal ganglioneuroma in childhood. *Pediatr. Radiol.* 2001; 31 (2): 106–110. https://doi.org/10.1007/s002470000381
2. Retrosi G., Bishay M., Kiely E.M., Sebire N.J., Anderson J., Elliott M., Drake D.P., Coppi Pd., Eaton S., Pierro A. Morbidity after ganglioneuroma excision: Is surgery necessary? *Eur. J. Pediatr. Surg*. 2011; 21: 33–37. https://doi.org/10.1055/s-0030-1263195
3. Strother D.R., London W.B., Schmidt M.L., Brodeur G.M., Shimada H., Thorner P., Collins M.H., Tagge E., Adkins S., Reynolds C.P., Murray K., Lavey R.S., Matthay K.K., Castleberry R., Maris J.M., Cohn S.L. Outcome after surgery alone or with restricted use of chemotherapy for patients with lowrisk neuroblastoma: results of Children’s Oncology Group study P9641. *J. Clin. Oncol*. 30 (15): 18428, 2012. (http://dx.doi.org/10.4184/asj.2014.8.1.74)
4. Iehara T., Hamazaki M., Tajiri T., Kawano Y., Kaneko M., Ikeda H., Hosoi H., Sugimoto T., Sawada T.; Japanese Infantile Neuroblastoma Cooperative Study Group. Successful treatment of infants with localized neuroblastoma based on their MYCN status. *Int. J. Clin. Oncol.* 2013; 18 (3): 389–395. http://dx.doi.org/10.4184/asj.2014.8.1.74
5. Мартынович Н.Н., Макаров С.В. Диагностика злокачественных новообразований у детей: Учебное пособие; ГБОУ ВПО ИГМУ Минздрава России. Иркутск: ИГМУ, 2013. 129 с.
Martynovich N.N., Makarov S.V. Diagnostika zlokachestvennyh novoobrazovanij u detej: uchebnoe posobie; GBOU VPO IGMU Minzdrava Rossii. Irkutsk: IGMU, 2013. 129 p. (In Russian)
6. Sznewajs A., Pon E., Matthay K.K. Congenital malformation syndromes associated with peripheral neuroblastic tumors: A systematic review. *Pediatr. Blood Cancer.* 2019; 66 (10): e27901. https://doi.org/10.1002/pbc.27901
7. Lonergan G.J., Schwab C.M., Suarez E.S., Carlson C.L. Neuroblastoma, ganglioneuroblastoma, and ganglioneuroma: radiologic-pathologic correlation. *RadioGraphics*. 2002; 22 (4): 911–934. https://doi.org/10.1148/radiographics.22.4.g02jl15911
8. Rha S.E., Byun J.Y., Jung S.E., Chun H.J., Lee H.G., Lee J.M. Neurogenic tumors in the abdomen: tumor types and imaging characteristics. *Radiographics.* 2003; 23 (1): 29–43. https://doi.org/10.1148/rg.231025050

Для корреспонденции*: Варламова Наталья Николаевна – 197110 Санкт-Петербург, ул. Красного Курсанта, д. 25, кв. 28.
Тел.: +7-921-924-23-05. E-mail: topsi2005@mail.ru

Варламова Наталья Николаевна – врач ультразвуковой диагностики клиники "ЭКСПЕРТ", Санкт-Петербург.
https://orcid.org/0000-0002-9905-4089

Зиновьева Евгения Николаевна – канд. мед. наук, доцент, главный врач, врач-гастроэнтеролог клиники "ЭКСПЕРТ", Санкт-Петербург.

Contact*: Natalia N. Varlamova – apt. 28, 25, Krasnogo Kursanta str., St.-Petersburg 197110, Russian Federation. Phone: +7-921-924-23-05.
E-mail: topsi2005@mail.ru

Natalia N. Varlamova – doctor of ultrasound diagnostics of EXPERT Clinic, St.-Petersburg. https://orcid.org/0000-0002-9905-4089

Eugenia N. Zinovyeva – Cand. of Sci. (Med.), assistant professor, chief doctor, gastroenterologist of EXPERT Clinic, St.-Petersburg.

Голова | Head

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-883

Методика оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя методом MP-ASL-перфузии

© **Шульгина А.А.*, Лукшин В.А., Шульц Е.И., Баталов А.И., Пронин И.Н., Усачев Д.Ю.**

ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России; 125047 Москва, 4-я Тверская-Ямская ул., дом 16, Российская Федерация

Цель исследования: разработка методики оценки степени цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя (АММ) на основе измерения значений мозгового кровотока (CBF) и определения наличия артериального транзитного артефакта (АТА) по данным МРТ методом меченых артериальных спинов (ASL).

Материал и методы. В исследование вошло 47 пациентов с АММ, которым было проведено 148 МР-исследований в режиме PCASL (296 полушарий), из них 47 (94 полушария) – до оперативного лечения. На полученных перфузионных картах вручную выставлены 7 областей интереса (ROI) в сером и белом веществе головного мозга с помощью методики Fusion вне зон АТА. Оценивались значения CBF в центральной точке АТА. 47 пациентам на дооперационном этапе была выполнена прямая ангиография для оценки стадии заболевания по Suzuki, наличия и выраженности лептоменингеальных и трансдуральных коллатералей и МР-ангиография для оценки стадии заболевания по Houkin и уровня стеноза ВСА. Статистическая обработка включала однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и критерий χ^2 (IBM SPSS Statistics 23).

Результаты. АТА были выявлены в 77% исследований (69% полушарий). Среднее минимальное значение CBF в АТА составило 120,2 ± 21,1 мл/мин / 100 г при нижней границе доверительного интервала 117,43 мл/мин/100 г. Среднее максимальное значение CBF в АТА составило 234,9. В зависимости от значений CBF в бассейне СМА и наличия АТА были выделены 4 степени перфузионного дефицита: **степень 0** (CBF = 64,5 ± 16,2 мл/мин/100 г, без АТА) соответствовала стадии "компенсации" мозгового кровотока, **степень 1** (CBF = 61,5 ± 16,6 мл/мин/ 100 г, с АТА) – "субкомпенсации", **степень 2** (CBF = 26,5 ± 7,2 мл/мин/100 г, с АТА) – "начальной декомпенсации", **степень 3** (CBF = 16,0 ± 4,7 мл/мин/ 100 г, без АТА) – "декомпенсации". Выделенные степени статистически значимо различались между собой во всех ROI ($p < 0,0001$). Более выраженный перфузионный дефицит соответствовал более развернутым стадиям АММ по Suzuki и Houkin, стенозу ВСА проксимальнее отхождения ЗСА ($p < 0,0001$), большему неврологическому дефициту ($p < 0,02$). Возникновение АТА достоверно отражало наличие лептоменингеальных коллатералей ($p < 0,001$).

Выводы. Предложенная методика оценки паттернов ASL-перфузионных исследований хорошо согласуется со стадией заболевания, наличием источников коллатерального кровообращения, тяжестью неврологического дефицита и может использоваться для оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с АММ.

Ключевые слова: цереброваскулярная недостаточность, церебральная перфузия, ASL, ангиопатия мойя-мойя, артериальный транзитный артефакт

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Шульгина А.А., Лукшин В.А., Шульц Е.И., Баталов А.И., Пронин И.Н., Усачев Д.Ю. Методика оценки цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя методом MP-ASL-перфузии. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 102–115. https://doi.org/10.24835/1607-0763-883

Поступила в редакцию: 28.04.2020. **Принята к печати:** 07.04.2021. **Опубликована online:** 01.06.21.

Assessment of cerebrovascular insufficiency with MR-ASL perfusion in patients with moyamoya angiopathy

© **Anna A. Shulgina*, Vasily A. Lukshin, Eugeny I. Shults, Artem I. Batalov, Igor N. Pronin, Dmitry Yu. Usachev**

Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery"of the Ministry of Health of the Russian Federation; 16, 4 Tverskaya-Yamskaya str., Moscow, 125047, Russian Federation

Purpose. To develop a methodology for assessing the degree of cerebrovascular insufficiency in patients with moyamoya angiopathy (AMM) based on measurement of cerebral blood flow (CBF) and determination the presence of arterial transit artifact (ATA) using MR method of arterial spin labeling (ASL).

Materials and methods. The study included 47 patients with AMM who underwent 148 MR studies in PCASL mode (296 hemispheres), of which 47 (94 hemispheres) were done before surgical treatment. On received perfusion maps 7 areas of interest (ROI) were manually set in the gray and white matter of the brain using "Fusion" technique outside the ATA zones. The CBF values at the central point of the ATA were estimated. In the preoperative stage, 47 patients underwent direct angiography to assess the stage of the disease according to Suzuki, the presence and severity of leptomeningeal and transdural collaterals and MR angiography to assess the stage of the disease according to Houkin and the level of ICA stenosis. Statistical processing included univariate analysis of variance (ANOVA) and chi-square test (IBM SPSS Statistics 23).

Results. ATA was detected in 77% of studies (69% of hemispheres). The average minimum CBF in ATA was 120.2 ± 21.1 ml/min/ 100 g at the lower bound of the confidence interval of 117.43 ml/min / 100 g. The average maximum CBF in ATA was 234.9. Depending on the CBF values in the MCA territory and the presence of ATA, 4 degrees of perfusion deficiency were identified: degree 0 (CBF = 64.5 ± 16.2 ml/min / 100 g, without ATA) corresponded to the stage of "compensation" of cerebral blood flow, degree 1 (CBF = 61.5 ± 16.6 ml/min/ 100 g, with ATA) – "subcompensation", degree 2 (CBF = 26.5 ± 7.2 ml/min/100 g, with ATA) – "initial decompensation", degree 3 (CBF = 16.0 ± 4.7 ml/min / 100 g, without ATA) – "decompensation". The highlighted degrees statistically significantly differed among themselves in all ROIs ($p < 0.0001$). More severe perfusion deficiency corresponded to the more developed stages of AMM according to Suzuki and Houkin, proximal stenosis of the ICA ($p < 0.0001$), and more severe neurological deficit ($p < 0.02$). The occurrence of ATA reliably reflected the presence of leptomeningeal collaterals ($p < 0.001$).

Conclusions. The proposed method for assessing patterns of ASL perfusion has a good agreement with the stage of the disease, the presence of sources of collateral circulation, the severity of neurological deficit and can be used to assess cerebrovascular insufficiency in patients with AMM.

Keywords: cerebrovascular insufficiency, cerebral perfusion, ASL, Moyamoya angiopathy, arterial transit artifact

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Shulgina A.A., Lukshin V.A., Shults E.I., Batalov A.I., Pronin I.N., Usachev D.Yu. Assessment of cerebrovascular insufficiency with MR-ASL perfusion in patients with moyamoya angiopathy. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 102–115. https://doi.org/10.24835/1607-0763-883

Received: 28.04.2020. **Accepted for publication:** 07.04.2021. **Published online:** 01.06.21.

Список сокращений

ЦВН – цереброваскулярная недостаточность
CBF – cerebral blood flow, мозговой кровоток
ATA – артериальный транзитный артефакт
ASL – arterial spin labeling, методика меченых артериальных спинов
ROI – region of interest, области интереса
ПМА – передняя мозговая артерия
СМА – средняя мозговая артерия
ЗМА – задняя мозговая артерия
ЗСА – задняя соединительная артерия

Abbreviations

CVI – cerebrovascular insufficiency
CBF – cerebral blood flow
ATA – arterial transit artifact
ASL – arterial spin labeling
ROI – region of interest
ACA – anterior cerebral artery
MCA – middle cerebral artery
PCA – posterior cerebral artery
PComA – posterior communicating artery

Введение

Одним из ключевых этапов диагностики пациентов со стеноокклюзирующей патологией сосудов головного мозга является оценка степени цереброваскулярной недостаточности (ЦВН), основанной на измерении церебральной перфузии. Именно наличие и выраженность признаков ЦВН определяют тяжесть течения заболевания и прогноз его естественного течения. Выявление признаков ЦВН с помощью современных методов нейровизуализации основано на измерении мозгового кровотока (cerebral blood flow – CBF) в покое и при функциональных нагрузках. В частности, данные параметры позволяют определить показания к хирургической реваскуляризации головного мозга, поскольку нарушение церебральной перфузии является достоверным прогностическим фактором риска развития ишемического инсульта [1]. После неубедительных результатов крупного международного триала COSS (Carotid Occlusion Surgery Study) [2] основной естественной клинической моделью хронической церебральной ишемии в настоящее время являются больные с ангиопатией мойя-мойя – группой хронических цереброваскулярных заболеваний, для которой характерно прогрессирующее стенозирование артерий виллизиева круга с развитием базальной сети коллатералей (“сосудов мойя-мойя”).

Существуют различные методы диагностики, позволяющие оценивать мозговой кровоток [3], большинство из которых, однако, требуют использования радиоактивных препаратов, введения контрастных препаратов, а также сопряжены с лучевой нагрузкой и риском возникновения побочных аллергических явлений, что создает существенные технические трудности и ограничивает их использование в широкой практике в качестве рутинного стандарта перфузионных исследований [4].

В последнее время получила активное развитие методика бесконтрастной ASL МР-перфузии, которая не связана ни с лучевой нагрузкой, ни с введением контрастных препаратов, и соответственно может применяться на всех этапах лечения и практически у всех категорий пациентов. Результаты первых применений метода меченных артериальных спинов (ASL) были опубликованы еще в 1998 г. [5], однако реальное распространение методики в широкой клинической практике начинает происходить только сейчас. Несмотря на то что сравнительные исследования показали высокую корреляцию значений CBF при ASL-перфузионном исследовании и при ПЭТ, ОФЭКТ и DSC [6–8], применение данной методики в некоторых случаях ограничено технической сложностью количественной оценки полученных изображений и возникновением различных артефактов исследования. Из них наиболее сложными для трактовки являются “артефакты задержки артериального транзита”, или “артериальные транзитные артефакты” (arterial transit artifact, ATA), которые описаны среди пациентов с ангиопатией мойя-мойя [9]. Артериальные транзитные артефакты представляют собой гиперинтенсивные сигналы по ходу артерий – виллизиева круга на стороне стеноза или окклюзии либо конвекситально по ходу лептоменингеальных сосудов [10]. В качестве основной причины возникновения ATA рассматривается длительная задержка меченой крови в корковых артериях, что приводит к появлению сигналов очень высокой интенсивности, которые превышают истинные значения CBF в несколько раз. Это обусловливает возникновение трудностей в количественной оценке мозгового кровотока, в связи с чем разработка классификации и методик измерения мозгового кровотока по данным ASL-перфузионного исследования является крайне актуальной и требует тщательного дополнительного изучения.

Цель исследования

Разработка методики оценки степени цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя на основании МР-перфузионного исследования мозгового кровотока (CBF) и наличия артериальных транзитных артефактов (ATA) с использованием методики меченых артериальных спинов (ASL). Верификация предложенной ASL-классификации ЦВН путем сопоставления выделенных степеней перфузионного дефицита с индивидуальными особенностями ангиоархитектоники пациентов и их клинической симптоматикой.

Материал и методы

В исследование включено 47 пациентов с различными вариантами ангиопатии мойя-мойя. Клинические данные пациентов представлены в табл. 1. Среди пациентов преобладали больные детского возраста (в 86% случаев, средний возраст составил 10,7 года) и женского пола (Ж : М = 1,6). Форма ангиопатии мойя-мойя чаще всего была представлена болезнью мойя-мойя (в 66%). Синдром мойя-мойя наблюдался в 34% случаев. В 92% случаев наблюдалось ишемическое течение заболевания с наиболее часто встречающимися последствиями завершенного инсульта (54%). Клиническая симптоматика оценивалась по баллам NIHSS – шкалы инсульта Национального института здоровья (The National Institutes of Health Stroke Scale [11]), составив в среднем 3,4 ± 1,8 балла.

Таблица 1. Клинические данные пациентов, включенных в исследование
Table 1. Clinical data of patients included in study

Количество пациентов/полушарий	**47/94**	**100%**
Количество:		
детей	40	86%
взрослых	7	14%
Средний возраст	**10,7 года**	
Пол:		
женский	29	62%
мужской	18	38%
Форма ангиопатии:		
болезнь мойя-мойя	31	66%
синдром мойя-мойя	16	34%
Тип течения:		
геморрагический	3	7%
ишемический	43	92%
смешанный	1	3%
Клиническая симптоматика:		
асимптомное течение	1	3%
завершенный инсульт	25	54%
малый инсульт	3	7%
транзиторная ишемическая атака	14	30%
энцефалопатия	4	9%
Исследования/ полушария	**148/296**	
Дооперационные исследования/полушария	**47/94**	

В общей сложности проанализировано 148 перфузионных исследований: 47 до оперативного лечения, 101 контрольное исследование в разные сроки после оперативных вмешательств. С целью более корректного сопоставления изменений мозгового кровотока с данными ангиографии анализ проводился отдельно для каждого полушария – в общей сложности изучены паттерны ASL-перфузии 296 полушарий, 94 из которых – до оперативного вмешательства. Общая характеристика исследованной группы пациентов представлена в табл. 1.

Исследование ASL-перфузии выполнялось на МР-сканере GE Signa HDxt 3,0 Тл в режиме псевдонепрерывной ASL-перфузии. Маркирование артериальной крови осуществлялась в слое толщиной 4 мм, расположенной в аксиальной плоскости на шее, перпендикулярно ходу брахиоцефальных артерий. Задержка между маркированием и регистрацией контрольных данных составляла 1525 мс. Регистрация МР-сигнала осуществлялась в 3D-режиме от всего головного мозга. Продолжительность сканирования составила 4–5 мин. Полученные данные обрабатывались на рабочей станции в программе Functool 4.5, в результате чего строились перфузионные карты регионарного мозгового кровотока (CBF) (рис. 1 а). Области интереса (region of interest – ROI) были выбраны в каждом полушарии в аксиальной проекции в 7 зонах (5 в корковых областях, 1 в области белого вещества, 1 в области базальных ганглиев):

1) кора области кровоснабжения передней мозговой артерии (ПМА);

2) кора области кровоснабжения средней мозговой артерии (СМА);

3) кора области кровоснабжения задней мозговой артерии (ЗМА);

4) кора области смежного кровообращения ПМА-СМА;

5) кора области смежного кровообращения СМА-ЗМА;

6) область белого вещества на уровне семиовального центра;

7) область базальных ганглиев на уровне желудочков головного мозга.

Для более точного разграничения зон серого и белого вещества головного мозга и более достоверного ручного выставления данных областей использовалась методика Fusion, которая выполнялась на рабочей станции AW Server 3.2 Ext. 2.0. С помощью данной методики полученные перфузионные карты мозгового кровотока (рис.1 а) совмещались с анатомическим режимом T2-FLAIR, который позволяет, в отличие от карт CBF, четко визуализировать белое и серое вещество головного мозга (рис. 1 б). После этого на совмещенных изображениях (рис.1 в) вручную выставлялись необходимые области интереса в вышеописанных зонах (рис. 1 г, д). При этом обязательно учитывалось наличие артериальных транзитных артефактов (АТА). Для получения более достоверных значений CBF ROI выставлялись таким образом, чтобы исключить попадание АТА в исследуемую область (рис. 1 д).

АТА определялся как зона яркого сигнала, значение которого превышало значения кровотока в областях, прилегающих к АТА, и не соответствовало физиологическим нормам [12]. Корректность выбора АТА была подтверждена заключениями двух опытных рентгенологов, которые не были информированы о клинических данных пациентов, на основании известных, широко описанных в литературе критериев [9, 13, 14]. Оценивались числовые значения АТА (значение CBF в центральной точке артефакта), степень их выраженности (нет/единичные/обширные) и их локализация (аналогично вышеописанным ROI) (рис. 1 е). Для каждого исследования регистрировались максимальные и минимальные значения CBF в зоне артефакта.

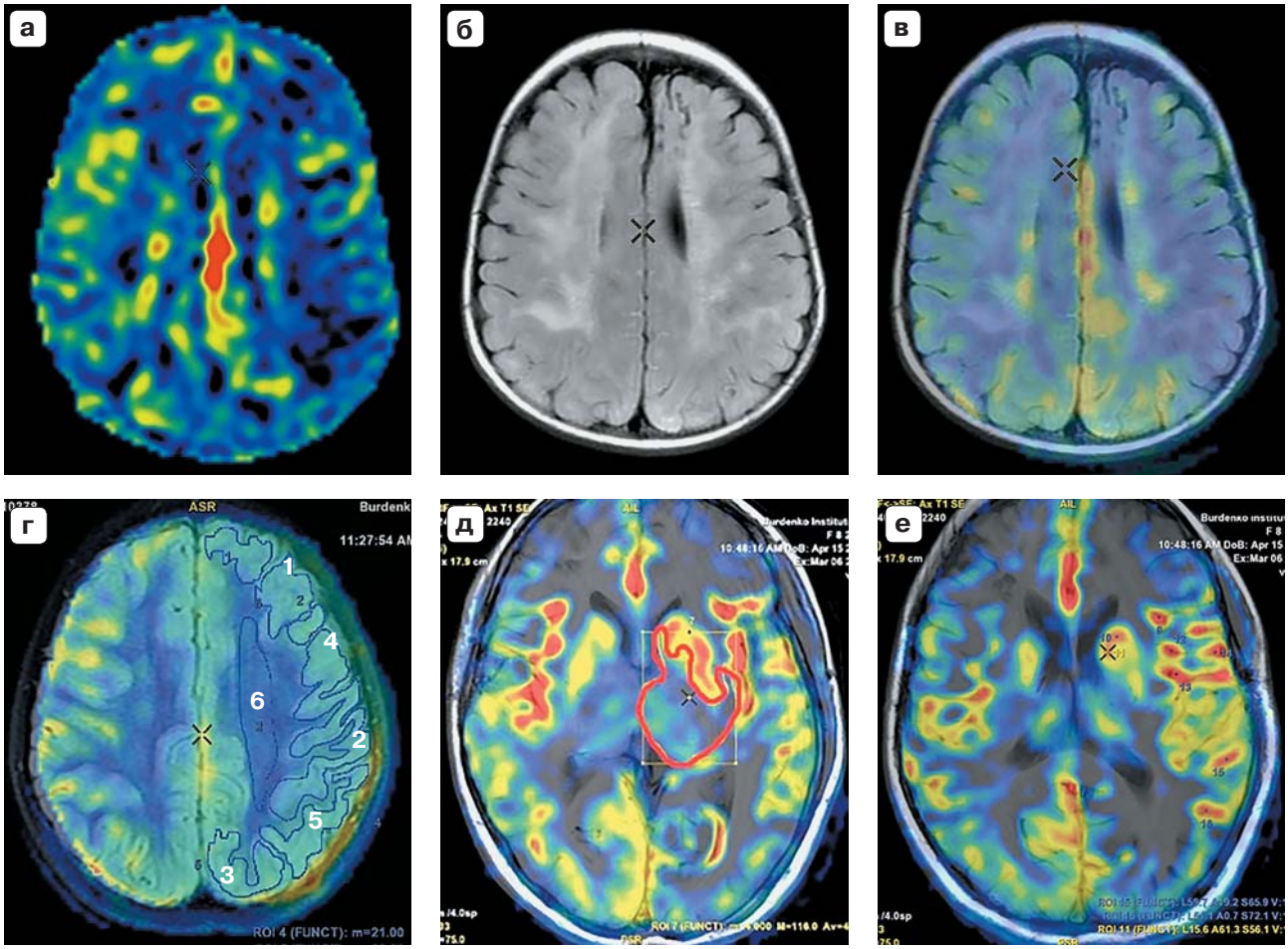


Рис. 1. Методика измерения CBF с помощью метода ASL. **а** – полученная в результате обработки перфузионная карта регионарного мозгового кровотока (CBF); **б** – режим T2-FLAIR, который позволяет визуализировать границы серого и белого вещества головного мозга; **в** – совмещенная перфузионная карта CBF с режимом T2-FLAIR при помощи метода Fusion; **г** – выставленные вручную области интереса: 1 – кора области кровоснабжения ПМА, 2 – кора области кровоснабжения СМА, 3 – кора области кровоснабжения ЗМА, 4 – кора области смежного кровообращения ПМА-СМА, 5 – кора области смежного кровообращения СМА-ЗМА, 6 – область белого вещества на уровне семиовального центра; **д** – ROI в области базальных ганглиев, область интереса выставлена в обход АТА; **е** – регистрация значений, степени выраженности и локализации АТА.

Fig. 1. Method of measuring CBF using ASL. **а** – perfusion map of regional cerebral blood flow (CBF); **б** – T2-FLAIR mode, that visualizes the boundaries of gray and white matter of the brain; **в** – combined perfusion map of CBF with T2-FLAIR-mode made by “Fusion” method; **г** – manually drawed regions of interest: 1 – the cortex of the ACA-blood supply region, 2 – the cortex of the MCA-blood supply region, 3 – the cortex of the PCA-blood supply region, 4 – the cortex of the region of the watershed area of ACA-MCA circulation, 5 – the cortex of the region of the watershed area of MCA-PCA circulation, 6 – a region of white matter at the level of the semi-oval center; **д** – ROI in the field of basal ganglia, area of interest drawed except the ATA area; **е** – registration of values, severity and localization of ATA.

Для оценки стадии ангиопатии мойя-мойя, наличия и степени выраженности коллатерального кровоснабжения всем 47 пациентам на дооперационном этапе проводилась прямая ангиография и магнитно-резонансная томография в режиме 3D-TOF.

По данным прямой селективной ангиографии оценивались: стадия заболевания по классификации Suzuki (для пациентов с болезнью мойя-мойя) (94 полушария) [15], лептоменингеальные и трансдуральные коллатерали (79 полушарий). Лептоменингеальные коллатерали из системы ЗМА оценивались по количеству кровоснабжаемых ими долей полушарий – от 1 до 3 долей, согласно классификации, предложенной O. Togao и соавт. [16].

Трансдуральные коллатерали из системы НСА оценивались по степени их выраженности и гра-

Таблица 2. Ангиографические данные пациентов, включенных в исследование
Table 2. Angiographic data of patients included in the study

	Количество исследованных полушарий	%
Стадия по Suzuki:		
1-я	3	4
2-я	14	15
3-я	30	32
4-я	12	13
5-я	7	8
6-я	0	0
нет	12	13
синдром	16	17
Лептоменингеальные коллатерали:	**79**	**100**
нет	26	33
1 доля	16	21
2 доли	11	12
3 доли	26	33
Трансдуральные коллатерали:	**79**	**100**
нет	12	16
единичные	21	27
1 бассейн	9	12
2 бассейна	4	5
3 бассейна	33	42
МР-ангиография	**47/94 полушария**	**100**
Стадия по Houkin:		
1-я	16	17
2-я	25	27
3-я	25	27
4-я	28	30
Уровень стеноза ВСА:		
дистальнее ЗСА	38	40
проксимальнее ЗСА	42	45
нет	13	14
нет данных	1	1

дировались как единичные/кровоснабжающие 1 бассейн/кровоснабжающие 2 бассейна/кровоснабжающие 3 бассейна полушарий по модификации общепринятых классификаций [16, 17].

На основании данных МР-ангиографии определялись стадия заболевания по классификации K. Houkin [18], а также уровень стеноза ВСА в зависимости от области отхождения задней соединительной артерии (ЗСА). Полученные ангиографические данные пациентов, включенных в исследование, представлены в табл. 2.

Для выявления статистических различий между группами был использован однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) и критерий χ^2 Пирсона. Статистическая обработка материала проводилась в программе IBM SPSS Statistics 23.

Результаты

С целью выработки критериев оценки паттернов перфузии были проанализированы величины мозгового кровотока в бассейне СМА во всех проведенных исследованиях (296 полушарий) – их распределение представлено на рис. 2 а.

Обращает на себя внимание бимодальный характер распределения, разделенный средним значением CBF, равным 47,43 ± 23,2 мл/мин / 100 г. Учитывая конечную цель исследования – выявление признаков ЦВН, данную среднюю величину мозгового кровотока мы приняли решение рассматривать в качестве пороговой между различными формами компенсации CBF (>47 мл/мин / 100 г) и декомпенсации (<47 мл/мин / 100 г). Количественный анализ распределений величин CBF для выделенных форм демонстрировал широкий разброс полученных значений (см. рис. 2 а), что указывает на вероятную неоднородность данных групп. Это потребовало уточнения данных стадий с использованием дополнительных критериев.

В качестве такого критерия нами были выбраны АТА. В общей сложности они выявлялись в 77% исследований (69% полушарий). Минимальные значения CBF в АТА составили от 51 до 205 мл/мин/100 г, составив в среднем 120,2 ± 21,1 мл/мин / 100 г. Нижняя граница доверительного интервала ($p < 0,05$) составила 117,43 мл/мин / 100 г. Максимальные значения CBF в АТА сильно варьировали от 65 до 995 мл/мин / 100 г, в среднем составив 234,9 ± 105 мл/мин / 100 г. Характерные распределения данных величин представлены на рис. 3.

Известно, что эффекты АТА могут объясняться замедлением кровотока в коллатеральной сети головного мозга и отражают механизмы “субкомпенсации” мозгового кровообращения [13]. Поэтому их появление в группе “компенсации” может рассматриваться в качестве проявлений “начальной субкомпенсации”, а в группе с грубым перфузионным дефицитом – “начальной декомпенсации”.

Таким образом, в зависимости от величины CBF и наличия АТА нами были выделены 4 степени перфузионного дефицита (табл. 3).

Как видно на рис. 2 б, средние значения CBF у пациентов с различными формами компенсации (0–1-й степени) и декомпенсации (2–3-й степени) достоверно различались, однако внутри данных групп значимых отличий получено не было.

Анализ значений мозгового кровотока во всех исследуемых областях выявил, что при нулевой степени перфузионного дефицита значения CBF соответствуют величинам мозгового кровотока здорового человека (CBF в области СМА = 64,5 ±

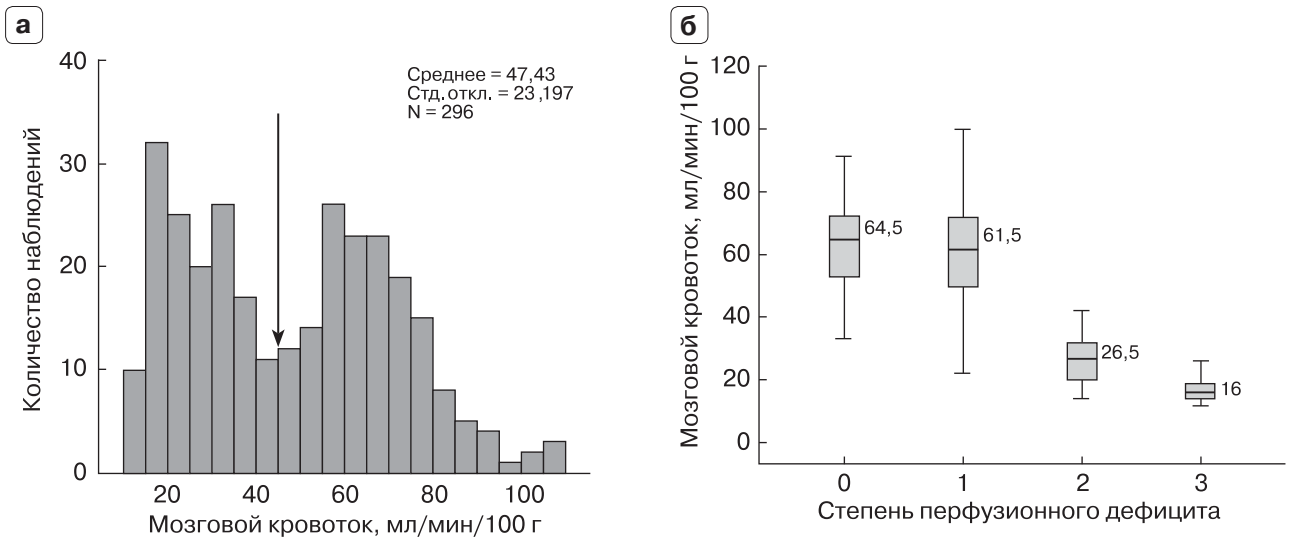


Рис. 2. Описательный анализ полученных количественных значений CBF в области кровоснабжения СМА. **а** – распределение величин CBF в области кровоснабжения СМА; **б** – распределение CBF в выделенных 4 степенях перфузионного дефицита. Статистически достоверное различие между выделенными степенями 0–1 и 2–3.

Fig. 2. Descriptive analysis of the obtained quantitative values of CBF in the territory of MCA. **а** – distribution of CBF values in territory of MCA; **б** – distribution of CBF in the 4 degrees of perfusion deficit. A statistically significant difference between the degrees 0–1 and 2–3.

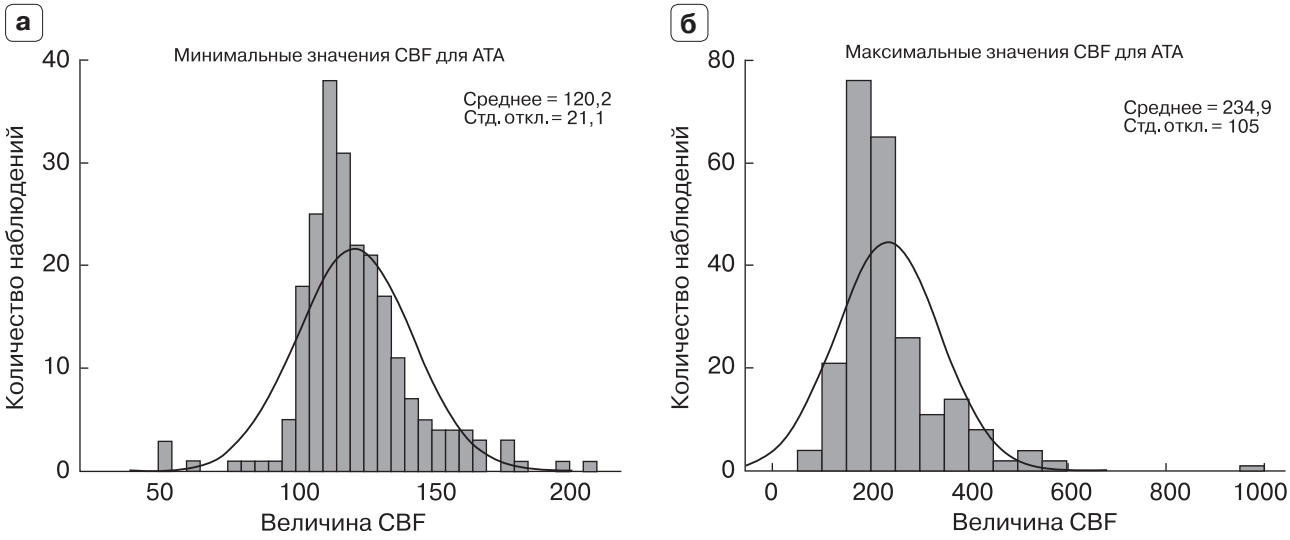


Рис. 3. Распределение минимальных (**а**) и максимальных (**б**) величин CBF в артериальных транзитных артефактах.

Fig. 3. CBF values in arterial transit artifacts. **а** – distribution of minimum CBF values in ATA; **б** – distribution of maximum CBF values in ATA.

Таблица 3. Характеристики выделенных степеней перфузионного дефицита
Table 3. Characteristics of the proposed degrees of perfusion deficit

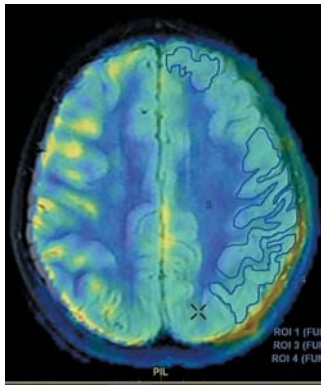
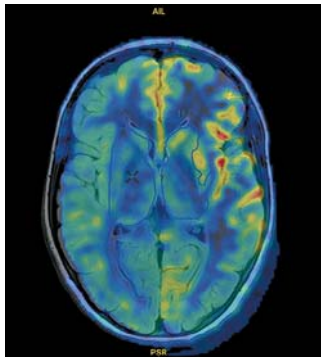
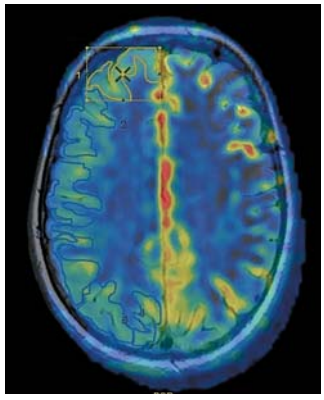
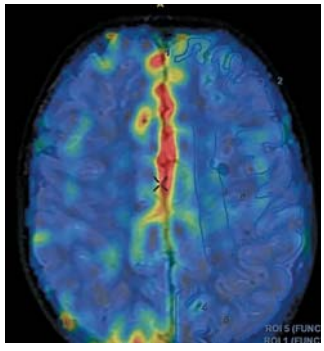
Степень	n	Характеристика	ATA	ASL-паттерн
0	66	**“Компенсация”** Значения мозгового кровотока соответствуют значениям здорового человека **CBF = 64,5 ± 16,2 мл/мин / 100 г**	Нет	
1-я	116	**“Субкомпенсация”** Умеренное снижение мозгового кровотока **CBF = 61,5 ± 16,6 мл/мин / 100 г**	Да	
2-я	82	**“Начальная декомпенсация”** Значительное снижение мозгового кровотока **CBF = 26,5 ± 7,2 мл/мин / 100 г**	Да	
3-я	32	**“Декомпенсация”** Крайне низкие значения мозгового кровотока **CBF = 16,0 ± 4,7 мл/мин / 100 г**	Нет	

Таблица 4. Средние значения CBF в исследуемых областях в зависимости от степени перфузионного дефицита по данным ASL (в скобках указаны доверительные интервалы – ДИ)

Table 4. Average CBF values in the studied ROIs depending on the degree of perfusion deficit according to ASL (confidence intervals are indicated in parentheses)

	0 степень	1-я степень	2-я степень	3-я степень	p
n	**66**	**116**	**82**	**32**	
ПМА	**61,3 ± 17,6** (56,9–65,6)	**49,5 ± 19,4** (45,9–53,1)	**29,4 ± 10,5** (27,0–31,7)	**26,5 ± 10,5** (22,7–30,3)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 65,026 p < 0,0001
СМА	**64,5 ± 16,2** (61,2–69,2)	**61,5 ± 16,6** (57,3–63,4)	**26,5 ± 7,2** (25,0–28,2)	**16,0 ± 4,7** (15,6–18,8)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 190,686 p < 0,0001
ЗМА	**67,4 ± 16,8** (63,2–71,5)	**63,2 ± 21,8** (59,2–67,2)	**49,2 ± 19,9** (44,9–53,6)	**28,9 ± 20,2** (21,7–36,3)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 34,261 p < 0,0001
ПМА-СМА	**64,7 ± 20,7** (59,6–69,8)	**56,1 ± 18,6** (52,7–59,5)	**24,8 ± 7,9** (23,0–26,5)	**18,8 ± 7,9** (15,9–21,6)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 124,146 p < 0,0001
СМА-ЗМА	**63,8 ± 16,9** (59,7–68,0)	**55,4 ± 17,1** (52,3–58,6)	**33,7 ± 18,7** (29,6–37,8)	**17,1 ± 11,8** (12,8–21,4)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 80,419 p < 0,0001
Базальные ганглии	**44,5 ± 8,7** (42,4–46,7)	**50,8 ± 11,9** (48,6–52,9)	**49,2 ± 11,6** (46,7–51,8)	**52,8 ± 18,4** (46,2–59,5)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 4,860 p = 0,003
Белое вещество	**25,2 ± 9,2** (22,9–27,5)	**26,9 ± 8,3** (25,3–28,4)	**21,5 ± 8,6** (19,6–23,4)	**19,8 ± 7,4** (17,1–22,4)	ANOVA, $F_{3,292}$ = 9,689p < 0,0001
Мин АТА	120,2 ± 21,1 (ДИ 117,43–122,92)				
Макс АТА	239 ± 105 (ДИ 221,84–249,39)				

± 16,2 мл/мин / 100 г), что позволяет рассматривать данную степень в качестве стадии "компенсации". 3-я степень отличалась самыми низкими значениями мозгового кровотока (CBF = 16,0 ± 4,7 мл/мин / 100 г) без АТА, свидетельствующих об отсутствии лептоменингеального коллатерального кровотока, ввиду чего рассматривалась как развернутая "декомпенсация". Первая и 2-я степени отличались наличием АТА. 1-я степень перфузионного дефицита отличалась незначительно меньшими по сравнению со стадией компенсации (степень 0) цифрами CBF (CBF = 61,5 ± 16,6 мл/мин / 100 г), ввиду чего была классифицирована как "субкомпенсация". 2-я степень отличалась низкими значениями CBF, однако с признаками имеющегося коллатерального кровотока (АТА) – CBF = 26,5 ± 7,2 мл/мин / 100 г), ввиду чего была классифицирована в качестве "начальной декомпенсации" (см. табл. 3).

Однофакторный дисперсионный анализ ANOVA показал наличие статистически значимых различий величин CBF для выделенных степеней цереброваскулярной недостаточности во всех анализируемых ROI (табл. 4).

С целью верификации предложенной методики оценки паттернов ASL-перфузионных исследований и изучения ее способности отражать стадии течения ангиопатии мойя-мойя было проведено сопоставление выделенных степеней перфузионного дефицита с ангиографической и клинической картиной заболевания. Так, была выявлена статистически значимая связь между стадией заболевания по Suzuki и Houkin и степенью перфузионного дефицита (табл. 5): более выраженный перфузионный дефицит наблюдался при более поздних стадиях заболевания. Также им соответствовал гемодинамически более неблагоприятный вариант ангиопатии мойя-мойя, развивающийся при стенозировании ВСА проксимальнее устья ЗСА.

Исследование причин образования АТА выявило статистически значимую закономерность их выявления у пациентов с хорошо развитой системой лептоменингеальных коллатералей в исследуемом полушарии – регистрировались в 86% случаев (χ^2 = 20,394a, p < 0,001). Трансдуральные коллатерали были выявлены у 69% пациентов с АТА, однако достоверной взаимосвязи между ними обнаружить не удалось (χ^2 = 1,198a, p = 0,274).

Также обращает на себя внимание обнаруженная статистически значимая зависимость между величиной неврологического дефицита пациентов в баллах NIHSS и выделенными степенями цереброваскулярной недостаточности (ANOVA, F2,44 = 6,914, p = 0,02) (см. табл. 4).

Более выраженный неврологический дефицит чаще наблюдался в группах "начальной декомпенсации" и "декомпенсации" (рис. 4). Таким образом, предложенная методика оценки паттер-

Таблица 5. Зависимость степени перфузионного дефицита от ангиографических характеристик заболевания и клинической симптоматики на дооперационном этапе (* – оценено в 79 исследованиях)

Table 5. The dependence of the degree of perfusion deficit on the angiographic characteristics of the disease and clinical symptoms at the preoperative stage (* – evaluated in 79 studies)

	0 степень	1-я степень	2-я степень	3-я степень	p
Количество	**13**	**20**	**45**	**16**	
Стадия по Suzuki:					$\chi^2 = 95{,}528^a$, $p < 0{,}0001$
1	1 (1,1%)	2 (2,1%)	0	0	
2	0	7 (7,4%)	6 (6,4%)	1 (1,1%)	
3	0	1 (1,1%)	18 (19,1%)	11 (11,7%)	
4	0	1 (1,1%)	10 (10,6%)	1 (1,1%)	
5	0	0	5 (5,3%)	2 (2,1%)	
нет	10 (10,6%)	2 (2,1%)	0	0	
синдром	2 (2,1%)	7 (7,4%)	6 (6,4%)	1 (1,1%)	
Стадия по Houkin:					$\chi^2 = 61{,}806^a$, $p < 0{,}0001$
1	11 (11,7%)	4 (4,3%)	1 (1,1%)	0	
2	2 (2,1%)	7 (7,4%)	14 (14,9%)	2 (2,1%)	
3	0	6 (6,4%)	15 (16%)	4 (4,3%)	
4	0	3 (3,2%)	15 (16%)	10 (10,6%)	
Уровень стеноза ВСА:					$\chi^2 = 62{,}813^a$, $p < 0{,}0001$
дистальнее ЗСА	2 (2,1%)	13 (13,8%)	18 (19,1%)	5 (5,3%)	
проксимальнее ЗСА	1 (1,1%)	4 (4,3%)	26 (27,7%)	11 (11,7%)	
нет стеноза	10 (10,6%)	3 (3,2%)	0	0	
нет данных	0	0	1 (1,1%)	0	
Трансдуральные коллатерали*:					$\chi^2 = 41{,}88^a$, $p < 0{,}0001$
1 бассейн	0	4 (5,0%)	7 (8,8%)	1 (1,3%)	
2 бассейна	0	0	15 (18,9%)	6 (7,6%)	
3 бассейна	0	0	7 (8,8%)	2 (2,5%)	
единичные	0	0	1 (1,3%)	3 (3,8%)	
нет	9 (11,4%)	12 (15,2%)	8 (10,1%)	4 (5,0%)	
Лептоменингеальные коллатерали*:					$\chi^2 = 37{,}64^a$, $p < 0{,}0001$
1 доля	0	8 (10,1%)	12 (15,2%)	6 (7,6%)	
2 доли	0	1 (1,3%)	13 (16,4%)	2 (2,5%)	
3 доли	0	2 (2,5%)	9 (11,4%)	0	
нет	9 (11,4%)	5 (6,3%)	4 (5,0%)	8 (10,1%)	
NIHSS	–	2,09 ± 2,879 (0,16–4,03)	4,2 ± 3,524 (2,75–5,65)	8,55 ± 6,283 (4,32–12,77)	ANOVA, $F2{,}44 = 6{,}914$, $p = 0{,}02$

Рис. 4. Зависимость выделенных степеней цереброваскулярной недостаточности от величины неврологического дефицита по баллам NIHSS.

Fig. 4. The dependence of the proposed degrees of cerebrovascular insufficiency on the severity of the neurological deficit according to NIHSS score.

нов ASL-перфузии у больных с ангиопатией мойямойя хорошо согласуется с клинической и ангиографической формами течения заболевания и не противоречит известным и широко распространенным классификациям.

Обсуждение

В последнее время развитие диагностических методов идет по пути снижения инвазивности, в связи с чем в диагностике цереброваскулярной недостаточности все активнее используются МР-перфузионные методы. Одной из самых перспективных технологий в диагностике пациентов со стенооккклюзирующей патологией сосудов головного мозга, в частности с ангиопатией мойямойя, на сегодняшний момент выступает методика ASL-перфузионного исследования. Однако, несмотря на то что она позволяет достоверно количественно оценить значения мозгового кровотока во всех областях головного мозга, нередко возникают трудности с интерпретацией и сравнением полученных данных из разных исследований. Это возникает ввиду отсутствия единой методики определения ROI и учета возникающих артефактов. Зачастую ROI выставляются с охватом больших территорий, включая как кору, так и белое вещество [19–21], несмотря на то что величины мозгового кровотока в данных областях у здорового человека различаются [12]. Это приводит к получению ошибочных, как правило, заниженных данных, поэтому раздельный учет CBF коры и белого вещества является очень важным. Для исключения данной ошибки в некоторых исследованиях проводилось ориентировочное сравнение выбранных срезов с анатомическими режимами МРТ, что, однако, не является точной методикой [7]. В нашем исследовании для более точного определения мозгового кровотока была использована методика Fusion, которая благодаря одновременной визуализации как перфузионной карты CBF, так и анатомии головного мозга позволила выставлять ROI исключительно в сером или белом веществе. Кроме того, мы считаем целесообразным проводить измерения мозгового кровотока в зонах кровоснабжения разных интракраниальных сосудов по отдельности, а не одной обширной области интереса, покрывающей поверхность всего полушария головного мозга, как зачастую предлагается в опубликованных исследованиях [7, 21].

Другой причиной получения ошибочных количественных данных является наличие специфических для стенооккклюзирующей цереброваскулярной патологии артефактов исследования. К ним относятся АТА, возникающие ввиду застоя меченой крови в корковых артериях. При этом значения CBF в АТА могут превышать истинные значения мозгового кровотока в несколько раз, ввиду чего возникают трудности при количественном подсчете CBF в условиях наличия артефактов. Для данной цели среди специалистов существуют разные подходы. В исследованиях, в которых ROI выставлялись без учета наличия артефактов [20, 21], наблюдался крайне высокий разброс значений CBF в корковых областях головного мозга – от 12 до 149 мл/мин / 100 г до операции и от 17 до 118 мл/мин / 100 г после операции, что с большей вероятностью связано с включением в исследуемые области АТА. G. Zaharchuk и соавт. в исследовании, проведенном в 2011 г., на основании качественного анализа ASL-перфузионных изображений выделили 4 группы перфузионного дефицита: 0 – минимальный ASL-сигнал без АТА, 1 – умеренно сниженный ASL-сигнал с АТА, 2 – высокий ASL-сигнал с АТА, 3 – нормальные значения ASL-перфузии [22]. S. Lee и соавт. [23], взяв за основу те же группы, сравнивали изменения, происходящие с ASL-перфузией после операции, и показали, что наличие и выраженность АТА изменяется после хирургического лечения, в частности уменьшается после успешной реваскуляризации. Однако данные исследования ограничивались качественным и полуколичественным анализом изображений без изменения точных величин мозгового кровотока. Использованная в нашем исследовании методика выставления ROI вне зон артефактов позволила получить количественные значения мозгового кровотока во всех исследуемых областях.

Проведенные ранее исследования подтверждают, что появление АТА на ASL-изображениях соответствует наличию медленных коллатеральных сосудов по данным прямой ангиографии [22] и связано с лучшим прогнозом при ишемическом инсульте [24]. Данные факты позволяют рассматривать АТА как элементы субкомпенсации мозгового кровотока. Поэтому в нашем исследовании критерием выделения промежуточных групп (“субкомпенсации” и “начальной декомпенсации”) стало именно наличие АТА.

В ранее проведенных исследованиях выявлено наличие значимой связи между ангиографическими характеристиками болезни мойя-мойя, а также клинической симптоматикой и степенью снижения мозгового кровотока по данным ASL-перфузионного исследования [22, 25]. В исследовании, проведенном T. Noguchi и соавт. в 2013 г., установлена статистически значимая корреляция между выраженностью снижения мозгового кровотока по данным ASL и степенью прогрессии БММ по данным МР-ангиографии ($p < 0,01$),

а также выраженностью клинических проявлений ($p < 0,01$) [25]. G. Zaharchuk и соавт. в 2011 г. провели исследование, в котором показали наличие связи между возникновением АТА на ASL-изображениях и наличием коллатерального кровотока по данным прямой ангиографии [22]. В нашем исследовании также выявлена значимая взаимосвязь между выделенными группами цереброваскулярной недостаточности и ангиографическими и клиническими данными. Таким образом, полученные результаты дают патогенетическое обоснование выделенных степеней перфузионного дефицита и не противоречат данным мировой литературы.

Постоянное совершенствование диагностических перфузионных методик направлено на снижение влияния артефактов на результаты измерения мозгового кровотока. Так, в последнее время была предложена модифицированная методика ASL с длительной задержкой после мечения не менее 4 с (Long label long delay ASL, LLLD ASL), что позволяет снизить количество артефактов [26]. Однако, используя предложенные в данной работе методы интерпретации изображений, недостатки ASL-перфузионных исследований со стандартной задержкой после мечения в виде появления артериальных транзитных артефактов можно преобразовать в достоинства, понимая значение всех паттернов исследования.

Выводы

1. ASL-перфузионное исследование является эффективным методом измерения мозгового кровотока и выявления цереброваскулярной недостаточности у пациентов с ангиопатией мойя-мойя.

2. Наличие артериальных транзитных артефактов может рассматриваться как признак субкомпенсации мозгового кровообращения и отражает наличие лептоменингеальных коллатералей. У пациентов с ангиопатией мойя-мойя артефакты выявлялись в 69% исследуемых полушарий. Минимальная величина CBF для АТА превышает 117 мл/мин / 100 г.

3. На основании величин мозгового кровотока и наличия АТА можно выделить следующие 4 степени цереброваскулярной недостаточности: 0 степень – “компенсация”, 1-я степень – “субкомпенсация”, 2-я степень – “начальная декомпенсация”, 3-я степень – “декомпенсация”.

4. Предложенные степени цереброваскулярной недостаточности достоверно отражают выраженность неврологического дефицита, стадию заболевания, наличие естественных лептоменингеальных и трансдуральных коллатералей.

Участие авторов

Шульгина А.А. – проведение исследования; сбор и обработка данных, написание текста; анализ и интерпретация полученных данных; подготовка и редактирование текста; статистическая обработка данных.

Лукшин В.А. – концепция и дизайн исследования; подготовка и редактирование текста; статистическая обработка данных; анализ и интерпретация полученных данных.

Шульц Е.И. – сбор и обработка данных; участие в научном дизайне; анализ и интерпретация полученных данных.

Баталов А.И. – подготовка и редактирование текста; участие в научном дизайне; ответственность за целостность всех частей статьи; анализ и интерпретация полученных данных

Пронин И.Н. – концепция и дизайн исследования; анализ и интерпретация полученных данных; подготовка и редактирование текста; утверждение окончательного варианта статьи.

Усачев Д.Ю. – концепция и дизайн исследования; утверждение окончательного варианта статьи.

Authors’ participation

Shulgina A.A. – conducting research; collection and analysis of data; writing text; analysis and interpretation of the obtained data; text preparation and editing; statistical analysis.

Lukshin V.A. – concept and design of the study; text preparation and editing; statistical analysis; analysis and interpretation of the obtained data.

Shults E.I. – collection and analysis of data; participation in scientific design; analysis and interpretation of the obtained data.

Batalov A.I. – text preparation and editing; participation in scientific design; responsibility for the integrity of all parts of the article; analysis and interpretation of the obtained data.

Pronin I.N. – concept and design of the study; analysis and interpretation of the obtained data; text preparation and editing; approval of the final version of the article.

Usachev D.Yu. – concept and design of the study; approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. Lee M., Zaharchuk G., Guzman R., Achrol A., Bell-Stephens T., Steinberg G.K. Quantitative hemodynamic studies in moyamoya disease: a review. *Neurosurg. Focus.* 2009; 26 (4): E5. https://doi.org/10.3171/2009.1.FOCUS08300
2. Grubb R.L. Jr., Powers W.J., Clarke W.R., Videen T.O., Adams H.P. Jr., Derdeyn C.P.; Carotid Occlusion Surgery Study Investigators. Surgical results of the Carotid Occlusion Surgery Study. *J. Neurosurg.* 2013; 118 (1): 25–33. https://doi.org/10.3171/2012.9.JNS12551
3. Wintermark M., Sesay M., Barbier E., Borbély K., Dillon W.P., Eastwood J.D., Glenn T.C., Grandin C.B., Pedraza S., Soustiel J.F., Nariai T., Zaharchuk G., Caillé J.M., Dousset V., Yonas H. Comparative overview of brain perfusion imaging techniques. *Stroke.* 2005; 36 (9): 11. https://doi.org/10.1161/01.STR.0000177884.72657.8b

4. Latchaw R.E., Yonas H., Pentheny S.L., Gur D. Adverse reactions to xenon-enhanced CT cerebral blood flow determination. *Radiology*. 1987; 163 (1): 251–254. https://doi.org/10.1148/radiology.163.1.3823444
5. Detre J.A., Alsop D.C., Vives L.R., Maccotta L., Teener J.W., Raps E.C. Noninvasive MRI evaluation of cerebral blood flow in cerebrovascular disease. *Neurology.* 1998; 50 (3): 633–641. https://doi.org/10.1212/wnl.50.3.633
6. Goetti R., Warnock G., Kuhn F.P., Guggenberger R., O'Gorman R., Buck A., Khan N., Scheer I. Quantitative cerebral perfusion imaging in children and young adults with Moyamoya disease: comparison of arterial spin-labeling-MRI and H(2)[(15)O]-PET. *Am. J. Neuroradiol.* 2014; 35 (5): 1022–1028. https://doi.org/10.3174/ajnr.A3799
7. Goetti R., O'Gorman R., Khan N., Kellenberger C.J., Scheer I. Arterial spin labelling MRI for assessment of cerebral perfusion in children with moyamoya disease: comparison with dynamic susceptibility contrast MRI. *Neuroradiology.* 2013; 55 (5): 639–647. https://doi.org/10.1007/s00234-013-1155-8
8. Noguchi T., Kawashima M., Irie H., Ootsuka T., Nishihara M., Matsushima T., Kudo S. Arterial spin-labeling MR imaging in moyamoya disease compared with SPECT imaging. *Eur. J. Radiol.* 2011; 80 (3): 18. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2011.01.016
9. Petcharunpaisan S., Ramalho J., Castillo M. Arterial spin labeling in neuroimaging. *Wld J. Radiol.* 2010; 2 (10): 384–398. https://doi.org/10.4329/wjr.v2.i10.384
10. Amukotuwa S.A., Yu C., Zaharchuk G. 3D Pseudocontinuous arterial spin labeling in routine clinical practice: A review of clinically significant artifacts. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2016; 43 (1): 11–27. https://doi.org/10.1002/jmri.24873
11. Kwah L.K., Diong J. National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS). *J. Physiother.* 2014; 60 (1): 61. https://doi.org/10.1016/j.jphys.2013.12.012
12. Biagi L., Abbruzzese A., Bianchi M.C., Alsop D.C., Del Guerra A., Tosetti M. Age dependence of cerebral perfusion assessed by magnetic resonance continuous arterial spin labeling. *J. Magn. Reson. Imaging*. 2007. 25 (4): 696–702. https://doi.org/10.1002/jmri.20839
13. Kohno N., Okada K., Yamagata S., Takayoshi H., Yamaguchi S. The clinical significance of arterial transit artifact on arterial spin labeling in patients with acute ischemic stroke. *AME Medical J.* 2017; 2 (9). https://doi.org/10.21037/amj.2017.08.27
14. Mutke M.A., Madai V.I., von Samson-Himmelstjerna F.C., Zaro Weber O., Revankar G.S., Martin S.Z., Stengl K.L., Bauer M., Hetzer S., Günther M., Sobesky J. Clinical evaluation of an arterial-spin-labeling product sequence in steno-occlusive disease of the brain. *PLoS One*. 2014; 9 (2): e87143. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087143
15. Suzuki J., Takaku A. Cerebrovascular "moyamoya" disease. Disease showing abnormal net-like vessels in base of brain. *Arch. Neurol.* 1969; 20 (3): 288–299. https://doi.org/10.1001/archneur.1969.00480090076012
16. Togao O., Mihara F., Yoshiura T., Tanaka A., Noguchi T., Kuwabara Y., Kaneko K., Matsushima T., Honda H. Cerebral hemodynamics in Moyamoya disease: correlation between perfusion-weighted MR imaging and cerebral angiography. *Am. J. Neuroradiol.* 2006; 27 (2): 391–397.
17. Baltsavias G., Khan N., Valavanis A. The collateral circulation in pediatric moyamoya disease. *Childs Nerv. Syst.* 2015; 31 (3): 389–398. https://doi.org/10.1007/s00381-014-2582-5
18. Houkin K., Nakayama N., Kuroda S., Nonaka T., Shonai T., Yoshimoto T. Novel magnetic resonance angiography stage grading for moyamoya disease. *Cerebrovasc. Dis.* 2005; 20 (5): 347–354. https://doi.org/10.1159/000087935
19. Sugino T., Mikami T., Miyata K., Suzuki K., Houkin K., Mikuni N. Arterial spin-labeling magnetic resonance imaging after revascularization of moyamoya disease. *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* 2013; 22 (6): 811–816. https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2012.05.010
20. Quon J.L., Kim L.H., Lober R.M., Maleki M., Steinberg G.K., Yeom K.W. Arterial spin-labeling cerebral perfusion changes after revascularization surgery in pediatric moyamoya disease and syndrome. *J. Neurosurg. Pediatr.* 2019; 23 (4): 486–492. https://doi.org/10.3171/2018.11.PEDS18498
21. Ha J.Y., Choi Y.H., Lee S., Cho Y.J., Cheon J.E., Kim I.O., Kim W.S. Arterial spin labeling mri for quantitative assessment of cerebral perfusion before and after cerebral revascularization in children with moyamoya disease. *Korean J. Radiol.* 2019; 20 (6): 985–996. https://doi.org/10.3348/kjr.2018.0651
22. Zaharchuk G., Do H.M., Marks M.P., Rosenberg J., Moseley M.E., Steinberg G.K. Arterial spin-labeling MRI can identify the presence and intensity of collateral perfusion in patients with moyamoya disease. *Stroke.* 2011; 42 (9): 2485–2491. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.111.616466
23. Lee S., Yun T.J., Yoo R.E., Yoon B.W., Kang K.M., Choi S.H., Kim J.H., Kim J.E., Sohn C.H., Han M.H. Monitoring cerebral perfusion changes after revascularization in patients with moyamoya disease by using arterial spin-labeling MR imaging. *Radiology.* 2018; 288 (2): 565–572. https://doi.org/10.1148/radiol.2018170509
24. Chalela J.A., Alsop D.C., Gonzalez-Atavales J.B., Maldjian J.A., Kasner S.E., Detre J.A. Magnetic resonance perfusion imaging in acute ischemic stroke using continuous arterial spin labeling. *Stroke*. 2000; 31 (3): 680–687. https://doi.org/10.1161/01.str.31.3.680
25. Noguchi T., Kawashima M., Nishihara M., Hirai T., Matsushima T., Irie H. Arterial spin-labeling MR imaging in Moyamoya disease compared with clinical assessments and other MR imaging findings. *Eur. J. Radiol.* 2013; 82 (12): 1. https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2013.08.040
26. Fan A.P., Guo J., Khalighi M.M., Gulaka P.K., Shen B., Park J.H., Gandhi H., Holley D., Rutledge O., Singh P., Haywood T., Steinberg G.K., Chin F.T., Zaharchuk G. Long-Delay Arterial Spin Labeling Provides More Accurate Cerebral Blood Flow Measurements in Moyamoya Patients: A Simultaneous Positron Emission Tomography/MRI Study. *Stroke*. 2017; 48 (9): 2441–2449. https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.117.017773

Для корреспонденции*: Шульгина Анна Алексеевна – 125047 Москва, ул.4-я Тверская-Ямская, д.16. Тел.: +7-925-134-41-08.
E-mail: ashulgina@nsi.ru

Шульгина Анна Алексеевна – аспирант, врач-нейрохирург 4-го нейрохирургического отделения ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-2887-1583

Лукшин Василий Андреевич – доктор мед. наук, старший научный сотрудник 4-го нейрохирургического -отделения, врач-нейрохирург ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0001-5787-484X

Шульц Евгений Игоревич – врач-рентгенолог отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0001-5406-944X

Баталов Артем Игоревич – младший научный сотрудник отделения рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики, врач-рентгенолог ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-8924-7346

Пронин Игорь Николаевич – академик РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением рентгеновских и радиоизотопных методов диагностики, врач-рентгенолог ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-4480-0275

Усачев Дмитрий Юрьевич – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, и.о. директора, врач-нейрохирург 4-го нейрохирургического отделения ФГАУ "НМИЦ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко" Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-9811-9442

Contact*: Anna A. Shulgina –16, 4-th Tverskaya-Yamskaya str., Moscow 125047, Russian Federation. Phone: +7-925-134-41-08.
E-mail: ashulgina@nsi.ru

Anna A. Shulgina – postgraduate student, neurosurgeon of the 4th Neurosurgical department, Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-2887-1583

Vasily A. Lukshin – Doct. of Sci. (Med.), Senior Researcher of the 4th Neurosurgical department, neurosurgeon, Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-5787-484X

Eugeny I. Shults – radiologist of Neuroradiology department, Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-5406-944X

Artem I. Batalov – Junior Researcher, radiologist of Neuroradiology department, Deputy Director of Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-8924-7346

Igor N. Pronin – Full Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Neuroradiology department, Deputy Director of Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-4480-0275

Dmitry Yu. Usachev – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Acting Director of Federal State Autonomous Institution "N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery" of the Ministry of Health of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-9811-9442

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-934

Рентгенологическое исследование глотки при орофарингеальной дисфагии у пациента с дерматомиозитом (клиническое наблюдение)

© **Ковалева Н.В.*, Хелковская-Сергеева А.Н., Ушакова М.А.**

ФГБНУ "Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой"; 115522 Москва, Каширское шоссе, 34А, Российская Федерация

Дерматомиозит – системное заболевание соединительной ткани из группы идиопатических воспалительных миопатий. Поражение поперечно-полосатой мускулатуры при миопатиях является причиной прогрессирующей мышечной слабости.

При дерматомиозите снижение сократительной способности мышц, участвующих в акте глотания, приводит к нарушению механизма защиты дыхательных путей от попадания в них пищевых масс, к развитию дисфагии.

Цель исследования: оценить изменения, выявленные при проведении рентгенологического исследования глотки у пациента с дерматомиозитом.

Материал и методы. Пациенту К., 61 года, с дерматомиозитом и клиническими признаками орофарингеальной дисфагии проводилось рентгенологическое исследование глотки, которое позволило подтвердить нарушение функции глотания и установить факт аспирации.

Результаты и обсуждение. При рентгенологическом исследовании глотки были выявлены признаки расширения глотки, стаз на уровне углублений и остаточное количество рентгеноконтрастного препарата в каудальной части гортаноглотки, пенетрация, аспирация.

Заключение. Рентгенологическое исследование глотки у пациента с дерматомиозитом является важным методом исследования нарушения функции глотания и прогнозирования риска тяжелых осложнений.

Особенностью данного случая является демонстрация динамики нарушения функции глотания у пациента с дерматомиозитом при поступлении в клинику и после лечения.

Ключевые слова: дерматомиозит, орофарингеальная дисфагия, расширение глотки, гипотония глотки, пенетрация, стаз, аспирация, аспирационная пневмония

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Ковалева Н.В., Хелковская-Сергеева А.Н., Ушакова М.А. Рентгенологическое исследование глотки при орофарингеальной дисфагии у пациента с дерматомиозитом (клиническое наблюдение). *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 116–123. https://doi.org/10.24835/1607-0763-934

Поступила в редакцию: 21.07.20. **Принята к печати:** 07.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Radiologic examination of pharynx for oropharyngeal dysphagia in a patient with dermatomyositis (clinical observation)

© **Nataliya V. Kovaleva*, Anna N. Khelkovskaya-Sergeeva, Maria A. Ushakova**

V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology; 34A, Kashirskoe Shosse, 112255, Moscow, 115522 Russian Federation

Dermatomyositis – a systemic connective tissue disease, from the group of idiopathic inflammatory myopathies. Affection of the skeletal muscle tissue in inflammatory myopathies causes progressive muscle weakness. In derma-

tomyositis reduction in contraction ability of the muscles involved in the act of swallowing, leads to violation of the mechanism of respiratory protection from getting food masses inside and from development of dysphagia.

The purpose of the study was to evaluate the changes detected in the process of radiologic examination of the dermatomyositis patient's throat.

Materials and methods. Patient K. 61 years old, he has dermatomyositis and clinical signs of oropharyngeal dysphagia. The patient underwent a pharyngeal radiologic examination, which allowed to confirm the disturbance of swallowing function and to establish the fact of aspiration.

Results and discussion. Radiological examination of the pharynx showed signs of pharynx hypotony, pharyngeal ectasia, stasis, residual amount of radiocontrast agent in caudal section of larynx, penetration, aspiration.

Conclusion. Radiological examination of the pharynx in patients with dermatomyositis is important method examination of studying swallowing disorders and predicting risk of serve complications.

The peculiarity of this case is the demonstration of swallowing dysfunction dynamics in a patient with dermatomyositis at admission to the clinic and after treatment.

Keywords: dermatomyositis, oropharyngeal dysphagia, pharyngeal ectasia, hypotony pharynx, penetration, stasis, aspiration, aspiration pneumonia

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Kovaleva N.V., Khelkovskaya-Sergeeva A.N., Ushakova M.A. Radiologic examination of pharynx for oropharyngeal dysphagia in a patient with dermatomyositis (clinical observation). *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 116–123. https://doi.org/10.24835/1607-0763-934

Received: 21.07.20. **Accepted for publication:** 07.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Дерматомиозит (ДМ) – системное заболевание соединительной ткани из группы идиопатических воспалительных миопатий (ИВМ) [1–3]. ИВМ – это редкие аутоиммунные заболевания, гетерогенные по клинико-иммунологическим и морфологическим признакам, основным проявлением которых является воспалительное поражение поперечно-полосатой мускулатуры с развитием прогрессирующей мышечной слабости. Для ДМ характерна симметричная мышечная слабость проксимальных отделов конечностей, мышц шеи, глотки и гортани в сочетании с кожными изменениями: параорбитальной гелиотропной сыпью, эритемой/папулами Готтрона на разгибательных поверхностях конечностей [1–3]. Поражение мышц глотки, гортани и верхней трети пищевода приводит к развитию дисфагии и дисфонии. Дисфагия определяется как нарушение глотания или ощущение затруднения, возникающие при глотании. В зависимости от уровня выделяют орофарингеальную и эзофагеальную дисфагию [4, 5]. При ДМ нарушение сократительной способности мышц, участвующих в акте глотания, приводит к развитию орофарингеальной дисфагии. Возможно изолированное возникновение орофарингеальной дисфагии у пациентов с сохраненной силой скелетной мускулатуры. Аспирация орофарингеального содержимого при нарушении глотания может привести к аспирационной пневмонии [6, 7]. Аспирационная пневмония является тяжелым осложнением, угрожающим жизни пациента. По данным ретроспективных исследований аспирационная пневмония выявляется до 21,1% случаев от общего числа серьезных инфекционных осложнений у пациентов с миозитами [8, 9].

Анатомия глотки

Глотка – часть пищеварительной трубки, по которой пища из полости рта попадает в пищевод. Также по глотке воздух проходит из полости носа в гортань и обратно [10, 11]. Глотка расположена впереди шейного отдела позвоночника от основания черепа до уровня VI шейного позвонка, где, суживаясь, переходит в пищевод [11]. Полость глотки широко сообщается с расположенными впереди нее полостями рта, носа и гортани и соответственно этим органам может быть разделена на носоглотку, ротоглотку и гортаноглотку [10]. Граница между носоглоткой и ротоглоткой находится на уровне мягкого нёба. Носоглотка является дыхательным отделом, в отличие от нижерасположенных частей, она неподвижна, ее стенки не спадаются. Ротоглотка через зев сообщается с полостью рта, задняя ее стенка соответствует III шейному позвонку, в функциональном отношении она является смешанной, так как в ней происходит перекрест пищеварительного и дыхательного путей [10]. Ротоглотку и гортаноглотку разделяет условная горизонтальная плоскость, расположенная на уровне дна валлекул [12]. Валлекулы (*valleculae epiglottici*) расположены между корнем языка и передней поверхностью надгортанника. Граница между гортаноглоткой и гортанью проходит по черпалонадгортанным складкам, ограничивающим вход в гортань [12]. Между черпалонад-

гортанными складками и стенками гортаноглотки находятся грушевидные синусы (*piriform sinuses*) [11]. Мышцы глотки представлены внутренним циркулярным и наружным продольным слоями. Циркулярный слой состоит из верхнего, среднего и нижнего констрикторов глотки, последовательное сокращение которых проталкивает пищевой комок в пищевод [10]. Продольные мышцы при сокращении поднимают глотку.

Физиология глотания

Глотание – это сложнорефлекторный процесс, состоящий из ряда последовательных и взаимосвязанных действий, обеспечивающий продвижение пищи из полости рта в желудок. При исследовании глотания в зависимости от положения болюса выделяют оральную, фарингеальную и пищеводную фазы [4, 5]. В оральную, произвольную, фазу болюс формируется в ротовой полости и проталкивается к глотке. В фарингеальную, быструю непроизвольную, фазу болюс менее чем за секунду проходит по глотке и достигает пищевода. В эзофагеальную, медленную непроизвольную, фазу болюс продвигается по пищеводу и попадает в желудок. Поскольку в глотке существует перекрест дыхательных и пищеварительных путей, то существуют механизмы, отделяющие дыхательные пути от пищеварительных [10]. При формировании пищевого комка в полости рта гортань остается открытой. Основание языка и мягкое нёбо закрывают полость рта сзади, чтобы предотвратить попадание пищи в открытые дыхательные пути. Во время глотания пищевой комок проталкивается через зев в глотку. Одновременно с этим мягкое нёбо поднимается и контактирует с задней и боковыми стенками глотки, перекрывая носоглотку. Гортань движется вверх и вперед, закрывая истинные, ложные голосовые и надгортанные складки, надгортанник опускается, прикрывая вход в гортань [4, 5]. Верхний свободный полюс надгортанника почти касается задней стенки глотки, а затем по мере заполнения гортаноглотки оказывается обращенным вниз. Последовательное сокращение мышц-констрикторов глотки проталкивает пищевой комок вниз, сокращение продольных мышц глотки подтягивает глотку кверху. Верхний пищеводный сфинктер расслабляется и открывается. Пищевой комок проходит в пищевод и глотка опорожняется. Верхний пищеводный сфинктер закрывается. Надгортанник поднимается, гортань движется вниз и открывается. Перистальтическими сокращениями пищевода пищевой комок продвигается по пищеводу, нижний пищеводный сфинктер открывается и пищевой комок попадает в желудок [4, 5].

Проведение рентгенологического исследования глотки у пациента с нарушением функции глотания

Рентгеноскопическое исследование глотки у пациентов с ДМ имеет важное диагностическое значение для подтверждения орофарингеальной дисфагии, выявления факта аспирации и прогнозирования риска развития аспирационной пневмонии.

Рентгенологическое обследование пациента с нарушением функции глотания включает видеофлюороскопическое исследование глотания (VFSS videofluoroscopic swallow study), рентгеноскопическое исследование глотки и пищевода при наполнении рентгеноконтрастным препаратом и в условиях двойного контрастирования. Ранее для регистрации нарушений функции глотания применялись рентгенокинематография глотки и шейного отдела пищевода [12, 14] и видеомагнитная запись [12]. Применение цифровых технологий при видеофлюороскопическом исследовании глотания позволяет проводить непрерывную запись акта глотания, анализировать быстротекущие двигательные процессы с использованием замедленной съемки, обратной записи, покадрового режима, выявлять функциональные нарушения и морфологические изменения, передавать изображение на расстояние. При подозрении на аспирацию применяют неионные водорастворимые рентгеноконтрастные препараты, исследование начинают с боковой проекции [13]. Сначала записывают несколько глотательных движений в боковой проекции, затем исследование выполняется в переднезадней проекции (АР) с регистрацией прохождения болюса до пищеводно-желудочного перехода, при необходимости проводится модифицированная проба Вальсальвы. При съемке глотки и шейного отдела пищевода в боковой проекции следует следить за тем, чтобы плечевой пояс пациента был максимально опущен. В прямой проекции положение головы должно быть симметричным, подбородок пациента слегка приподнят, чтобы нижний край нижней челюсти находился на одном уровне с нижним краем затылочной кости [14]. В боковой проекции в момент массивного заполнения полости глотки рентгеноконтрастным препаратом задний контур глотки представляется достаточно ровным, а передний имеет два выпячивания и впадину между ними. Верхнее выпячивание образовано валлекулами, нижнее – грушевидными синусами. Впадина между ними соответствует входу в гортань, прикрытому надгортанником [14]. В нижнем отделе передний и задний контуры гортаноглотки, постепенно сближаясь, переходят в контуры пищевода.

В результате быстрого последовательного сокращения констрикторов происходит опорожнение глотки. Надгортанник поднимается, глотка и подъязычная кость опускаются. При опорожнении видны контуры стенок глотки в условиях двойного контрастирования контрастным препаратом и воздухом. При исследовании глотки в прямой проекции рентгеноконтрастный препарат заполняет валлекулы, имеющие вид симметричных полукруглых теней, расположенных книзу от корня языка, затем стекает по стенкам глотки, оставляя на короткое время просветление в проекции верхнего свободного полюса надгортанника [14]. При массивном заполнении контрастным препаратом глотка имеет вид мешка с ровными гладкими контурами стенок. Внизу тень гортаноглотки воронкообразно суживается и переходит в трубкообразный пищевод. При сокращении констрикторов и опорожнении глотки в условиях двойного контрастирования визуализируются очертания боковых стенок глотки, симметричные парные полициклические углубления валлекул и грушевидных синусов.

Клиническое наблюдение

Пациент К., 61 года, находился на стационарном лечении в ФГБНУ НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой в январе–феврале 2020 г. Основной диагноз: дерматомиозит: проксимальная мышечная слабость, дисфагия тяжелой степени, дисфония, кожный васкулит, эритема Готтрона над пястно-фаланговыми и проксимальными межфаланговыми суставами, периорбитальный отек, эритема кожи лица, зоны декольте, кобуры, повышение уровня мышечных ферментов, типичные электромиографические изменения, АНФ+. Осложнения основного диагноза: нутритивная недостаточность, назоинтестинальный зонд. Аспирационная бронхопневмония в нижней доле левого легкого.

При поступлении пациент жаловался на нарушение глотания твердой и жидкой пищи, поперхивание при приеме пищи, слюнотечение, охриплость, гнусавость, снижение масса тела, боли в мышцах, слабость в мышцах плечевого и тазового пояса, неустойчивость при ходьбе, отечность вокруг глаз, покраснение кожи лица, шеи, тыла кистей, бедер. В ФГБНУ НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой проводилось комплексное обследование и лечение пациента. Рентгеноскопическое исследование глотки и пищевода, включавшее видеозапись серии глотательных движений, позволило подтвердить нарушение функции глотания, установить факт аспирации. При проведении КТ органов грудной клетки была выявлена бронхопневмония в нижней доле левого легкого. Питание пациента стало осуществляться через мягкий назоинтестинальный зонд, проводились терапия высокими дозами глюкокортикостероидов перорально и в виде пульс-терапии, внутривенное введение иммуноглобулина, антибактериальная и противогрибковая терапия. В результате медикаментозного лечения и профилактики аспирационных осложнений самочувствие пациента улучшилось, уменьшились мышечная слабость и клинические проявления дисфагии, при повторном проведении рентгенологического исследования глотки отмечалась положительная динамика. После исчезновения рентгенологических признаков аспирации назоинтестинальный зонд был удален.

Рентгенологическое исследование глотки и шейного отдела позвоночника в прямой и боковой проекциях проводилось с применением неионного водорастворимого рентгеноконтрастного препарата при поступлении пациента в клинику и после лечения. При рассмотрении рентгенограммы шеи в боковой проекции еще до приема контраста наблюдалось значительное увеличение воздушного пространства валлекул и гортаноглотки (рис. 1). При первом рентгенологическом исследовании анализ видеоизображений нескольких глотков в боковой проекции позволил выявить беспрепятственное заполнение полости глотки рентгеноконтрастным препаратом, пенетрацию контраста в преддверие гортани (рис. 2), после опорожнения глотки стаз контраста на уровне углублений, преимущественно валекул, и небольшое остаточное количество контраста в каудаль-

Рис. 1. Рентгенограмма области шеи в боковой проекции. Увеличение воздушного пространства валлекул и гортаноглотки. Гипотония глотки.

Fig. 1. X-ray of the neck in a lateral projection. Increased airspace of the vallecules and hypopharynx. Hypotony pharynx.

Рис. 2. Массивное заполнение полости глотки контрастным препаратом, пенетрация контраста в преддверие гортани.

Fig. 2. Massive filling of the pharyngeal with a contrast agent. Penetration the contrast agent on the vestibule of the larynx.

Рис. 3. Опорожнение полости глотки, аспирация рентгеноконтрастного препарата по передней стенке гортани в трахею. Стаз контрастного препарата на уровне углублений и остаточное количество контраста в каудальном отделе гортаноглотки.

Fig. 3. Pharyngeal emptying. Aspiration of contrast agent through the larynx into the trachea. Stasis of contrast agent at the level of physiological recesses and residual quantity contrast agent in the caudal part of the pharynx.

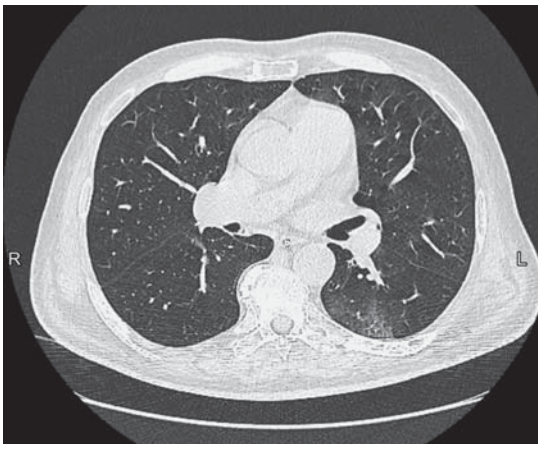


Рис. 4. КТ, аксиальный срез органов грудной клетки. Аспирационная пневмония в S_x левого легкого.

Fig. 4. Axial CT scan of the chest. Aspiration pneumonia in 10 segments of the left lung.

ном отделе глотки, аспирацию рентгеноконтрастного препарата по передней стенке гортани в трахею (рис. 3). У пациента были выявлены выраженные дегенеративные изменения в шейном отделе позвоночника, но не влияющие на глотание. В прямой проекции определяется симметричное заполнение гортаноглотки рентгеноконтрастным препаратом, после беспрепятственного прохождения контраста часть его остается на уровне валлекул. Рентгеноконтрастный препарат свободно проходит по пищеводу, складки пищевода смыкаются и контраст попадает в желудок. Таким образом, при рентгенологическом исследовании глотки и шейного отдела пищевода выявлены изменения, свидетельствующие о слабости констрикторов глотки: стаз рентгеноконтрастного препарата на уровне углублений глотки и аспирация контрастного препарата в дыхательные пути.

На компьютерной томограмме органов грудной клетки в S_x слева участок негомогенного уплотнения в перибронхиальном отделе. С учетом клинической картины данное изменение может соответствовать аспирационной пневмонии (рис. 4).

При контрольном рентгенологическом исследовании глотки, проведенном после лечения, отмечалась положительная динамика. Анализ видеоизображений нескольких глотков в боковой проекции выявил только при повторных глотательных движениях пенетрацию рентгеноконтрастного препарата в преддверие гортани и оттекание его обратно в глотку (рис. 5). При опорожнении глотки сохранялся стаз рентгеноконтрастного препарата в области углублений, остаточное количество контраста в каудальном отделе глотки не выявлялось. Аспирации рентгеноконтрастного препарата в дыхательные пути при проведении контрольного рентгенологического исследования выявлено не было (рис. 6).

Рис. 5. Установлен назоинтестинальный зонд. Пенетрация рентгеноконтрастного препарата в преддверие гортани.

Fig. 5. Nasointestinal probe installed. Penetration of contrast agent on the vestibule of the larynx.

Рис. 6. Стаз рентгеноконтрастного препарата на уровне углублений глотки, аспирации не выявлено.

Fig. 6. Stasis of contrast agent at the level of physiological recesses. No aspiration was found.

При поступлении пациент предъявлял жалобы, указывающие на наличие орофарингеальной дисфагии. Стандартизованная оценка глотания выявила высокий риск аспирации. Рентгенологическое исследование глотки с возможностью видеозаписи позволило подтвердить нарушение функции глотания и установить факт аспирации. Во время рентгеноскопического исследования было отмечено, что пациент производит повторные глотательные движения, чтобы освободить глотку. При возникновении аспирации у пациента отсутствовал кашель. Аспирация явилась причиной развития аспирационной пневмонии [7]. Кроме того, недостаточное питание вследствие достаточно длительного существования нарушения глотания привело к развитию нутритивной недостаточности.

Обсуждение

Акт глотания принадлежит к числу наиболее быстрых и сложных движений в организме [14]. Фарингеальная фаза глотания является быстрой непроизвольной, длится менее секунды, поэтому просмотр видеозаписи глотательных движений позволяет провести анализ быстротекущих двигательных процессов, выявить функциональные нарушения глотания. Рентгенологическое исследование глотки с использованием замедленной съемки, обратной записи, покадрового режима позволяет видеть заполнение полости глотки рентгеноконтрастным препаратом, процесс опорожнения, прохождение контрастного препарата в нижележащие отделы, дает возможность оценить сократительную способность мышц глотки, подвижность глотки, гортани и надгортанника, помогает выявить затек контраста в дыхательные пути, дисфункцию, асимметрию, механические препятствия и морфологические изменения на исследуемом уровне.

При проведении рентгеноскопического исследования глотки у пациентов с ДМ можно выявить изменения, связанные с недостаточным сокращением мышц, участвующих в акте глотания, стаз рентгеноконтрастного препарата на уровне углублений глотки и аспирацию после фактического глотания. В данном случае были выявлены расширение глотки, стаз на уровне углублений и остаточное количество рентгеноконтрастного препарата в каудальных отделах глотки, пенетрация и аспирация рентгеноконтрастного препарата после фактического глотания. Достаточно выраженное расширение полости глотки, т.е. значительное увеличение воздушного пространства валлекул и гортаноглотки, выявленное в боковой проекции до приема рентгеноконтрастного препарата (без проведения модифицированной пробы Вальсальвы) свидетельствует о слабости мышц глотки и позволяет судить о гипотонии глотки, связано с длительным (в течение нескольких недель) существованием дисфагии. В данном случае отмечалась пенетрация, когда при заполнении полости глотки ретгеноконтрастным препаратом часть контраста попадала в преддверие гортани.

При ДМ нарушаются механизмы, предотвращающие попадание пищевых масс в дыхательные

пути. В результате недостаточного сокращения мышц глотка опорожняется неполностью, возникает стаз контрастного вещества на уровне углублений (валлекул и грушевидных синусов). В данном случае определяется также остаточное количество ренгеноконтрастного вещества в каудальном отделе глотки после сокращения перстневидно-глоточной мышцы.

Аспирация (от латинского *aspiratio* дуновение, дыхание) – попадание инородных веществ в дыхательные пути в результате нарушения акта глотания. Аспирация может произойти до, в процессе или после фактического глотания [13]. Аспирация после фактического глотания является наиболее частой и может наблюдаться при ДМ [13], когда депонированное контрастное вещество попадает в гортань. В данном случае видно стекание контрастного вещества по передней стенке гортани.

Аспирация является тяжелой формой расстройства глотания и может привести к развитию аспирационной пневмонии. Аспирационными пневмониями принято называть только пневмонии у больных после документированного эпизода массивной аспирации или у больных, имеющих факторы риска для развития аспирации [7]. Как правило, аспирационные пневмонии развиваются постепенно, без четко очерченного острого начала [7].

При контрольном рентгенологическом исследовании глотки выявляется стаз на уровне углублений глотки, часть рентгеноконтрастного препарата, при повторных глотательных движениях попавшая в преддверие гортани, оттекает обратно, остаточное количество контраста в каудальном отделе глотки и аспирация не выявляются.

Заключение

Рентгенологическое исследование глотки с возможностью видеозаписи и воспроизведением изображения является важным методом исследования функции глотания. В представленном наблюдении при рентгенологическом исследовании функции глотания у пациента с дерматомиозитом были выявлены расширение полости глотки, стаз рентгеноконтрастного препарата на уровне углублений глотки и остаточное количество контраста в каудальной части глотки, а также пенетрация, аспирация рентгеноконтрастного препарата после фактического глотания.

Рентгенологическое исследование глотки у пациентов с дерматомиозитом является важным методом исследования нарушения функции глотания и прогнозирования риска тяжелых осложнений.

Участие авторов

Ковалева Н.В. – проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка, создание опубликованной работы, ответственность за целостность частей статьи.

Хелковская-Сергеева А.Н. – консультация пациента, коррекция терапии, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста.

Ушакова М.А. – ведение пациента, подбор индивидуальной терапии, предоставление документации, анализ и интерпретация полученных данных, редактирование текста.

Authors' participation

Kovaleva N.V. – conducting research, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, preparation and creation of the published work, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Khelkovskaya-Sergeeva A.N. – patient consultation, therapy correction, analysis and interpretation of the obtained data, text editing.

Ushakova M.A. – patient management, selection of individual therapy, provision of documentation, analysis and interpretation of the obtained data, text editing.

Список литературы

1. Насонов Е.Л. Идиопатические воспалительные миопатии. В руководстве: Российские клинические рекомендации. Ревматология. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020: 169–181.
2. Bohan A., Peter J.B. Polymyositis and dermatomyositis (first of two parts). *N. Engl. J. Med*. 1975; 292 (7): 344–347. http://doi.org/10.1056/NEJM197502132920706
3. Bohan A., Peter J.B. Polymyositis and dermatomyositis (second of two parts). *N. Engl. J. Med.* 1975; 292 (7): 403. http://doi.org/10.1056/NEJM19750213292070
4. WGO Practice Guideline – Dysphagia. Update September 2014. World Gastroenterology Organisation [Internet]. URL: https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/dysphagia-2014
5. Ивашкин В.Т., Маев И.В., Трухманов А.С. и др. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению дисфагии. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* 2015; 25 (5): 84–93.
6. Антелава О.А., Бондаренко И.Б., Чичасова Н.В., Насонов Е.Л. Респираторные нарушения при полимиозите/дерматомиозите. *Современная ревматология*. 2014; 8 (1): 31–38.
7. Авдеев С.Н. Аспирационная пневмония. *Клиническая микробиология и антимикробная химиотерапия*. 2008; 10 (3): 216–234.
8. Marie I., Hachulla E., Chérin P., Hellot M.F., Herson S., Levesque H., Hatron P.Y. Opportunistic infections in polymyositis and dermatomyositis. *Arthr. Rheum*. 2005; 53 (2): 155–165. http://doi.org/10.1002/art.21083
9. Chen I.J., Tsai W.P., Wu Y.J., Luo S.F., Ho H.H., Liou L.B., Chen J.Y., Kuo C.F., Chang H.C., Yang C.H., Yu K.H. Infections in polymyositis and dermatomyositis: analysis of 192 cases. *Rheumatology (Oxford)*. 2010; 49 (12): 2429–2437. http://doi.org/10.1093/rheumatology/keq279

10. Привес М.Г., Лысенков Н.К., Бушкович В.И. Анатомия человека. М.: Медицина, 1985: 255–257.
11. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека. В 4-х томах. Т. 2. М.: Медицина, 1996: 42–51.
12. Власов П.В., Карамзановский Г.Г., Никитаев Н.С. Рентгенологическое исследование гортани и глотки. *Медицинская визуализация*. 2007; 6: 38–48.
13. Robin Smithuis. Swallowing disorders update [Internet]. Publicationdate 2018-08-13 URL: https://radiologyassistant.nl/head-neck/swallowing/swallowing-disorders-update.
14. Кевеш Л.Е. Рентгенокинематографическое исследование гортаноглотки и шейного отдела пищевода. В кн.: Рентгенокинематографическое исследование пищевода. Л.: Медицина, 1970: 31–47.

References

1. Nasonov E.L. Idiopathic inflammatory myopathies. In the Guide: Russian clinical guidelines. Rheumatology. M.: GEOTAR-Media, 2020: 169–181. (In Russian)
2. Bohan A., Peter J.B. Polymyositis and dermatomyositis (first of two parts). *N. Engl. J. Med*. 1975; 292 (7): 344–347. http://doi.org/10.1056/NEJM197502132920706
3. Bohan A., Peter J.B. Polymyositis and dermatomyositis (second of two parts). *N. Engl. J. Med.* 1975; 292 (7): 403. http://doi.org/10.1056/NEJM19750213292070
4. WGO Practice Guideline – Dysphagia. Update September 2014. World Gastroenterology Organisation [Internet]. URL: https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/dysphagia-2014
5. Ivashkin V.T., Mayev I.V., Trukhmanov A.S. et al. Diagnostics and treatment of dysphagia: clinical guidelines of the Russian gastroenterological association. *Russian Journal of Gastroentorology, Hepatology, Coloproctology*. 2015; 25 (5): 84–93. (In Russian)
6. Antelava O.A., Bondarenko I.B., Chichasova N.V., Nasonov E.L. Respiratory disorders in patients with polymyositis/dermatomyositis. *Modern Rheumatology Journal*. 2014; 8 (1): 31–38. (In Russian)
7. Avdeev S.N. Aspiration pneumonia. *Clinical Microbiology and Antimicrobial Chemotherapy Journal*. 2008; 10 (3): 216–234. (In Russian)
8. Marie I., Hachulla E., Chérin P., Hellot M.F., Herson S., Levesque H., Hatron P.Y. Opportunistic infections in polymyositis and dermatomyositis. *Arthr. Rheum*. 2005; 53 (2): 155–165. http://doi.org/10.1002/art.21083
9. Chen I.J., Tsai W.P., Wu Y.J., Luo S.F., Ho H.H., Liou L.B., Chen J.Y., Kuo C.F., Chang H.C., Yang C.H., Yu K.H. Infections in polymyositis and dermatomyositis: analysis of 192 cases. *Rheumatology (Oxford)*. 2010; 49 (12): 2429–2437. http://doi.org/10.1093/rheumatology/keq279
10. Prives M.G., Lysenkov N.K., Bushkovich V.I. Human anatomy. M.: Medicine, 1985: 255–257. (In Russian)
11. Sinelnikov R.D. Sinelnikov Ya.R. Atlas of human anatomy. In 4 vol. Vol. 2. M.: Medicine, 1996: 42–51. (In Russian)
12. Vlasov P.V., Karmazanovsky G.G., Nikitaev N.S. X ray Examination of Larynx and Pharynx. *Medical Visualization*. 2007; 6: 38–48. (In Russian)
13. Robin Smithuis. Swallowing disorders update [Internet]. Publicationdate 2018-08-13 URL: https://radiologyassistant.nl/head-neck/swallowing/swallowing-disorders-update.
14. Kevesh L.E. X-ray cinematographic examination of the hypopharynx and cervical esophagus. In the book: X-ray cinematographic examination of the esophagus. L.: Medicine, 1970: 31–47. (In Russian)

Для корреспонденции*: Ковалева Наталья Викторовна – 1115522 Москва, Каширское шоссе, 34А, каб. 153. НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой. Тел.: +7-985-814-80-65. E-mail: natavikova@mail.ru

Ковалева Наталья Викторовна – врач-рентгенолог высшей квалификационной категории отделения лучевой диагностики ФГБНУ “НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой”, Москва. https://orcid.org/0000-0001-6493-5364

Хелковская-Сергеева Анна Никитична – научный сотрудник лаборатории микроциркуляции и воспаления ФГБНУ “НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой”, Москва. https://orcid.org/0000-0002-4804-36

Ушакова Мария Анатольевна – канд. мед. наук, врач-ревматолог высшей квалификационной категории 5-го ревматологического отделения ФГБНУ “НИИ ревматологии имени В.А. Насоновой”, Москва. https://orcid.org/0000-0002-4320-3583

Contact*: Nataliya V. Kovaleva – 34A, Kashirskoe Shosse, room 153, 112255, Moscow, Russian Federation. V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology. Phone: +7-985-814-80-65. E-mail: natavikova@mail.ru

Nataliya V. Kovaleva – highest category board certified radiologist of V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-6493-5364

Anna N. Khelkovskaya-Sergeeva – Researcher fellow of microcirculation and inflammation laboratory of V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-4804-36

Maria A. Ushakova – Cand. of Sci. (Med.), Highest Category Board Certified Rheumatologist of V.A. Nasonov Research Institute of Rheumatology, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-4320-3583

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-941

Распространенный рак легкого в сочетании с эхинококкозом печени

© **Егоркина А.Б.*, Степанова Ю.А., Кармазановский Г.Г., Калинин Д.В., Чжао А.В.**

ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр хирургии имени А.В. Вишневского" Минздрава России; 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, д. 27, Российская Федерация

Эхинококкоз распространенное паразитарное заболевание. Диагностика его, как правило, не вызывает затруднений. Однако при сочетанных поражениях (эхинококкокоз и злокачественная опухоль) могут возникнуть трудности в диагностике.

Представлен редкий случай низкодифференцированного плоскоклеточного неороговевающего рака правого легкого с врастанием в диафрагму и печень, метастатическим поражением печени в сочетании с рецидивным эхинококкозом печени. Учитывая эпидемиологический анамнез, перенесенную операцию, особенности лучевой визуализации и результаты серологии в предоперационном периоде, был поставлен диагноз "эхинококкоз печени с распространением в легкие", который оказался неверным. Диагноз, поставленный во время операционного вмешательства, был изменен, но также оказался неверным. Окончательный диагноз поставлен только по данным гистологического и иммуногистохимического исследований.

Проанализированы причины диагностических ошибок, сделаны акценты на критериях дифференциальной диагностики. Представлены типичные особенности визуализации эхинококкоза печени, рака легкого с местным и отдаленным распространением.

Ключевые слова: рак легкого, эхинококкоз печени, компьютерная томография, лечение, морфологическая верификация

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Егоркина А.Б., Степанова Ю.А., Кармазановский Г.Г., Калинин Д.В., Чжао А.В. Распространенный рак легкого в сочетании с эхинококкозом печени. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 124–132. https://doi.org/10.24835/1607-0763-941

Поступила в редакцию: 27.08.20. **Принята к печати:** 14.04.21. **Опубликована online:** 01.06.21.

Advanced lung cancer in combination with liver echinococcosis

© **Alina B. Egorkina*, Yulia A. Stepanova, Grigory G. Karmazanovsky, Dmitry V. Kalinin, Alexey V. Zhao**

A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery; 27, Bol'shaya Serpukhovskaia str., Moscow, 117997, Russian Federation

Echinococcosis is a common parasitic disease. Usually its diagnosis does not cause difficulties. However, with combined lesions (echinococcosis and malignant tumor), difficulties in diagnosis may occur.

Presented clinical case is a rare case of poorly differentiated squamous cell non-keratinizing cancer of the right lung with ingrowth into the diaphragm and liver, metastatic liver damage in combination with recurrent echinococcosis of the liver. Taking into account the epidemiological history, the surgery, the features of radiation imaging and the results of serology in the preoperative period, the diagnosis of "echinococcosis of the liver with spread to the lungs" was made, which turned out to be incorrect. The diagnosis during the surgical operation was changed, but also turned out to be incorrect. The final diagnosis was made only on the basis of histological and immunohistochemical studies.

The reasons of diagnostic errors are analyzed, the emphasis is made on the criteria of differential diagnosis. Typical features of visualization of liver echinococcosis, lung cancer with local and distant spread are presented.

Keywords: lung cancer, liver echinococcosis, computed tomography, treatment, morphological verification

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Egorkina A.B., Stepanova Yu.A., Karmazanovsky G.G., Kalinin D.V., Zhao A.V. Advanced lung cancer in combination with liver echinococcosis. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 124–132. https://doi.org/10.24835/1607-0763-941

Received: 27.08.20. **Accepted for publication:** 14.04.21. **Published online:** 01.06.21.

Введение

Эхинококкоз – это зоонозная болезнь животных, поражающая человека. Эхинококкоз человека (также называемый гидатидозом или гидатидной болезнью) вызывается личиночными формами рода *Echinococcus. Echinococcus granulosus* вызывает кистозный эхинококкоз, наиболее часто встречающаяся форма, *Echinococcus multilocularis* – альвеолярный эхинококкоз, *Echinococcus vogeli* – поликистозный эхинококкоз, *Echinococcus oligarthrus* является чрезвычайно редкой причиной эхинококкоза человека [1]. Печень является наиболее частым органом-мишенью для эхинококкоза, а легкое – вторым по частоте. Другие органы эхинококкоз поражает реже [2]. В диагностике эхинококкоза используют данные анамнеза, клинические данные, морфологические поражения, выявленные методами визуализации, результаты ПЦР или иммуногистохимии и иммунодиагностики [3] и она, как правило, не вызывает затруднений. Однако тем не менее в литературе имеются наблюдения трудных случаев дифференциальной диагностики рака и эхинококкового поражения соответствующего органа [4–7].

Также при выявлении эхинококкоза не следует забывать о возможности сочетанных патологий, в некоторых случаях их проявления могут быть очень схожи. Так, например, в литературе описано сочетание гепатоцеллюлярного рака и эхинококкоза печени [8–10], рака почки и эхинококкового ее поражения [11]. Однако сочетание злокачественной опухоли и эхинококкоза крайне редко. Недавние исследования в Европе и Центральной Азии показали, что может существовать связь между эхинококками и опухолями [12, 13]. В 2018 г. S.L. Ranasinghe и D.P. McManus, изучив доступную литературу, предположили, что определенные антигены эхинококка могут создавать адаптивный иммунитет против рака. Более того, EgKI-1, который секретируется *E. granulosus*, оказывает прямое противоопухолевое действие. Однако, по мнению авторов, необходимы дополнительные исследования [14]. В 2020 г. в Синьцзяне (Китай) было проведено ретроспективное обследование 3300 пациентов с эхинококком печени и 815 пациентов с гепатоцеллюлярной карциномой (ГЦК), соотношение их соответствовало 1:5 в зависимости от их пола, возраста и стадии TMN опухоли, и только в 13 (0,39%) случаях ГЦК и эхинококк сосуществовали одновременно [10]. Полученные авторами данные исследования позволили предположить, что *E. granulosus* может обладать противоопухолевой активностью в отношении прогрессирования ГЦК и даже увеличивать общее время выживания пациентов с ГЦК.

Представляем клиническое наблюдение низкодифференцированного плоскоклеточного неороговевающего рака легкого с прорастанием диафрагмы и врастанием в печень с метастатическим поражением печени в сочетании с эинококкозом печени. Диагноз был поставлен только по данным морфологического и иммуногистохимического исследований. Подобного наблюдения в доступной литературе мы не встретили.

Клиническое наблюдение

В НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского Минздрава России поступил мужчина 56 лет, проживающий в отдельной квартире, с жалобами на слабость, быструю утомляемость, тяжесть в правом подреберье и в эпигастральной области.

Из анамнеза. 30 лет назад пациент проживал в частном доме, содержал собак, коров, овец. В 1987 г. был оперирован по поводу эхинококка печени (VII–VIII сегменты, г. Ереван). В 1990 г. повторно оперирован по поводу разрыва рецидивной эхинококковой кисты с осложнением.

В настоящее время контакт с инфекционными и лихорадящими больными отрицает. При прохождении очередного обследования по месту жительства были выявлены паразитарная киста правой доли печени (эхинококк) размерами до 134 мм, объемное образование головки поджелудочной железы. Направлен в НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского для дообследования и решения вопроса о лечении.

Общее состояние удовлетворительное. Сознание ясное, контакту доступен. Кожный покров и видимые слизистые обычной окраски. Температура тела 36,3 °С. Периферических отеков нет. Дыхание везикулярное, проводится во все отделы легких, хрипов не выслушивается. ЧДД 14 в 1 мин. Тоны сердца приглушены, шумы не выслушиваются, пульс 68 ударов в минуту, ритмичный, удовлетворительных свойств, АД = 130/80 мм рт.ст. Язык влажный, чистый. Живот не вздут, при пальпации

мягкий, безболезненный во всех отделах. Перитонеальных симптомов нет. Перистальтика выслушивается. При исследовании “слабых мест” передней брюшной стенки (пупочное кольцо, паховые кольца) грыжевых выпячиваний не выявлено. Печень по краю реберной дуги. Стул регулярный, оформленный, коричневого цвета. Мочеиспускание безболезненное, дизурии нет. Физиологические отправления в норме.

Показатели клинического и биохимического анализов крови в пределах нормальных значений.

Проведена серологическая диагностика эхинококкоза с помощью иммуноферментного анализа. Выявлены иммуноглобулины класса G к эхинококку.

Показатели онкомаркеров РЭА, СА 19-9 в пределах нормальных значений.

Были выполнены: консультация МСКТ-исследования, выполненного амбулаторно, и МСКТ-исследование в НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского.

Консультация МСКТ-диска: компьютерная томография органов грудной и брюшной полости с болюсным контрастным усилением.

МСКТ-картина паразитарного поражения $S_{VII–VI}$, S_{III} печени (эхинококкоз) с вовлечением $S_{X, IX}$ правого легкого, распространением на межреберья и костные ткани ребер. Образования (жидкостные скопления) в пятом межреберье и по заднему контуру IV ребра требуют динамического наблюдения. Образование гастродуоденальной связки с распространением на головку поджелудочной железы соответствует эхинококкозу. Простая мелкая киста S_{IV} печени. Калькулезный холецистит. Атеросклероз аорты. Киста с геморрагическим содержимым (Bosniak 2 F) левой почки.

МСКТ органов грудной и брюшной полости в НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского.

По задней поверхности переднего отрезка IV ребра определяется образование жидкостной плотности с ровными контурами, размерами 21 × 16 мм. Аналогичное образование размерами 20 × 17 × 26 мм определяется на уровне пятого межреберья.

По боковой поверхности VII ребра определяется образование жидкостной плотности с кальцинатами в структуре размерами 38 × 30 × 28 мм. Кортикальный слой ребра на данном уровне разрушен, контуры его не прослеживаются (рис. 1 а, б). По передней поверхности VII ребра определяется разрежение костной ткани с нарушением кортикального слоя (данные изменения не определялись при МСКТ по месту жительства).

Свободного газа, жидкости в брюшной полости не выявлено.

Печень увеличена, краниокаудальный размер правой доли 18 см. Усредненные показатели плотности печени в нативную фазу 55 ед.Н. В VI–VII сегментах печени визуализируется кистозное образование неправильной формы размерами 135 × 116 × 120 мм, с неровными контурами, не накапливающее контрастный препарат. Стенки капсулы кальцинированы, внутри определяются дочерние кисты (рис. 1 б, в). Образование прорастает в $S_{X, IX}$ правого легкого (рис. 1 в, г). Аналогичное образование определяется в III сегменте печени размерами 21 × 20 × 3 мм, стенки скорлупообразно кальцинированы. Подобные множественные гиподенсные образования в правой доле печени от 4 до 32 мм, без калицинатов в стенках (см. рис. 1 а).

В IV сегменте печени определяется простая киста размерами 11 × 6,5 мм. Магистральные артериальные сосуды печени без признаков инвазии.

Внутри- и внепеченочные желчные протоки не расширены. Желчный пузырь спавшийся. В просвете пузыря определяются конкременты, наибольший диаметром до 7 мм.

По ходу гепатодуоденальной связки с распространением на головку поджелудочной железы определяется кистозно-солидное образование с “толстыми” стенками размерами 68 × 51 мм (см. рис. 1 а). Образование накапливает контрастный препарат максимально к венозной фазе исследования 40–47 ед.Н. Образование задним краем компримирует нижнюю полую вену, интимно прилежит к воротной вене, без признаков инвазии сосудов. Передним краем образование прилежит к неизмененной общей печеночной артерии. Вирсунгов проток не расширен. Парапанкреатическая клетчатка не инфильтрирована. Парапанкреатические лимфатические узлы не увеличены.

Желудок недостаточно расправлен, содержит контрастный препарат. Инфильтративных изменений стенок визуализированных отделов тонкой и толстой кишки, патологической деформации просвета и патологических включений не выявлено.

Воротная вена определяется диаметром 15 мм, селезеночная вена – 9 мм, верхняя брыжеечная вена – 11,5 мм.

Селезенка обычной формы с ровными, четкими контурами, умеренно увеличена (СИ = 600). Параметры контрастирования обычные. Паренхима однородная, без патологических очагов.

Надпочечники обычно расположены, не изменены.

Почки обычной формы, размеров, расположения, контуры четкие, ровные. Чашечно-лоханочная система, верхние отделы мочеточников не расширены. В верхнем полюсе левой почки определяется простая киста диаметром 28 мм. Также в верхнем полюсе левой почки определяется округлое образование, деформирующее контур почки, диаметром до 13 мм, без измеряемого накопления контрастного вещества, в стенке единичный кальцинат (см. рис. 1 в). Рентгеноконтрастных конкрементов не выявляется.

Брюшной отдел аорты диаметром 20 мм, в стенках аорты определяются кальцинированные атеросклеротические бляшки.

Дегенеративные изменения позвоночника.

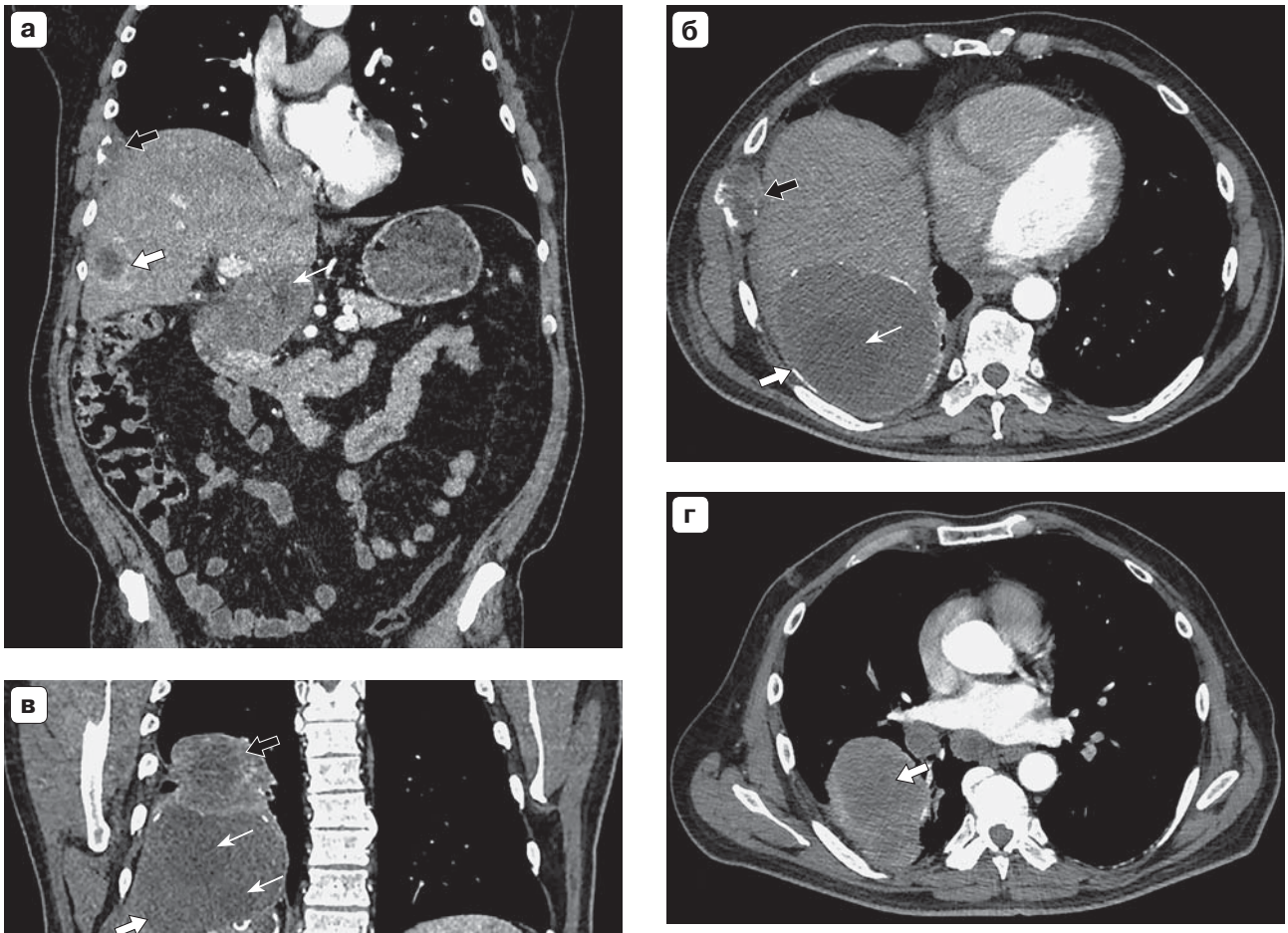


Рис. 1. МСКТ-изображения органов грудной клетки и органов брюшной полости, артериальная фаза сканирования. **а** – корональная плоскость, кистозное образование в печени (стрелка), кистозная структура на уровне VII ребра справа с деструкцией кортикального слоя (черная стрелка), кистозно-солидное образование в гепатодуоденальной связке (тонкая стрелка); **б** – аксиальная плоскость, кистозное образование в печени с частично кальцинированными стенками (стрелка), внутри кисты структура более низкой плотности – "дочерняя" киста (тонкая стрелка), кистозная структура на уровне VII ребра справа с деструкцией кортикального слоя (черная стрелка); **в** – корональная плоскость, кистозные образования в печени с частично кальцинированными стенками (стрелка), внутри кист структуры более низкой плотности – "дочерние" кисты (тонкие стрелки), образование распространяется в $S_{IX, X}$ правого легкого (черная стрелка); **г** – аксиальная плоскость, кистозное образование в $S_{IX, X}$ правого легкого (стрелка).

Fig. 1. MSCT images of the chest and abdominal organs, arterial phase scanning. **а** – coronal plane, a cystic formation in the liver (arrow), cystic structure at the level of the VII rib on the right with the destruction of the cortical layer (black arrow), cystic – solid formation in the hepatoduodenal ligament (thin arrow); **б** – axial plane, cystic formation in the liver with partially calcified walls (arrow), a structure of lower density inside the cyst – a "daughter" cyst (thin arrow), the cystic structure at the level of the 7th rib on the right with the destruction of the cortical layer (black arrow); **в** – coronal plane, cystic formations in the liver with partially calcified walls (arrow), a structure of lower density inside the cyst – "daughter" cysts (thin arrows), the formation extends to $S_{IX, X}$ of the right lung (black arrow); **г** – axial plane, cystic formation in $S_{IX, X}$ of the right lung (arrow).

Заключение. МСКТ-картина паразитарного поражения VI–VII, III сегментов печени (эхинококкоз) с вовлечением $S_{X, IX}$ правого легкого, распространением на межреберья и костные ткани ребер. Образование гепатодуоденальной связки с распространением на головку поджелудочной железы соответствует эхинококкозу. Простая мелкая киста S_{IV} печени. Калькулезный холецистит. Атеросклероз аорты. Кисты левой почки, в том числе Bosniak 2 F.

При *гастроскопии* выявлены хронические эрозии антрального отдела желудка вне обострения, диффузный гастрит, эндоскопические признаки дуоденогастрального рефлюкса.

Таким образом, по данным предоперационного обследования поставлен *диагноз*: резидуальный эхинококкоз $S_{VII–VI}$, S_{III} печени с вовлечением правого купола диафрагмы и $S_{X, IX}$ правого легкого, распространением на межреберья и ребра, эхинококкоз гепатодуоденальной связки с распространением на головку поджелудочной железы. Хронический калькулезный холецистит. С учетом распространенности эхинококкоза было решено выполнить субтотальную перицистэктомию очагов из печени и гепатодуоденальной связки, резекцию диафрагмы и пораженных сегментов правого легкого совместно с торакальными хирургами.

Выполнено *оперативное вмешательство в объеме*: атипичная резекция IV–V сегментов печени с метастатическим узлом с помощью радиочастотной абляции (РЧА), эксцизионная биопсия кистозного образования VI–VII сегментов печени, холецистэктомия, криодеструкция конгломерата лимфатических узлов в аортокавальном промежутке.

Доступ: правоподреберная лапаротомия с иссечением старого послеоперационного рубца. При ревизии в брюшной полости свободной жидкости нет. Отмечен выраженный спаечный процесс в правом надпеченочном пространстве и подпеченочном пространстве, в который вовлечены антральный отдел желудка, луковица двенадцатиперстной кишки, печеночный угол ободочной кишки, прядь большого сальника. Выполнен адгезиолизис. Со стороны желудка, двенадцатиперстной кишки, тонкой, толстой кишки, селезенки, почек, органов малого таза визуально и пальпаторно патологических изменений не выявлено. Печень нормальных размеров, коричнево-белесоватого цвета, тестоватой консистенции, с бугристой поверхностью, край закруглен. В области III, IVb–V и VI–VII сегментов печени определяется многоузловое опухолевидное образование диаметром до 6 см, частично выходящее под капсулу диафрагмальной и висцеральной поверхностей печени, хрящевой плотности, с белесой поверхностью.

В проекции сальниковой сумки пальпаторно определяется плотное опухолевидное практически не смещаемое образование диаметром до 6 см. Визуализируются множественные разнокалиберные лимфатические узлы в гепатодуоденальной связке, большом сальнике. Выполнена биопсия лимфатических узлов. При *срочном гистологическом исследовании* в операционном материале фрагменты злокачественной опухоли солидного строения с массивными очагами некроза.

Выполнена краевая резекция очага IV–V сегментов печени. При *срочном гистологическом исследовании* в операционном материале участок ткани печени с очагом злокачественной опухоли солидного строения с массивными очагами некроза и проточковой реакцией по периферии.

Выполнено *интраоперационное ультразвуковое исследование:* визуализированы описанные при ревизии образования и дополнительно увеличенные лимфатические узлы в гепатодуоденальной связке. Образование в печени имеет кистозно-солидное строение (возможно, состоящее из множественных узловых структур с компонентом распада), визуализируются отсевы данного образования (локализация IVb–V, VI–VII, III сегменты печени). В лимфатических узлах гепатодуоденальной связки определяется аналогичная эхоструктура с явлениями центральной деструкции. Заключение: цистаденокарцинома? печени.

Интраоперационный диагноз: цистаденокарцинома VI–VII сегментов печени с метастатическим поражением III–IV–V сегментов печени, лимфатических узлов гепатодуоденальной связки.

Частично мобилизуется двенадцатиперстная кишки по Кохеру. Визуализирован опухолевый конгломерат в аортокавальном промежутке позади головки поджелудочной железы диаметром около 6 см. Намечена граница резекции IV–V сегментов печени. По намеченной границе выполнено разделение паренхимы печени с помощью биполярной коагуляции. Зона резекции обработана при помощи РЧА аппаратом Cool-tip рабочей поверхностью 3 см 3 раза по 5 мин. Трубчатые структуры в плоскости резекции клипированы, прошиты, лигированы. Дополнительный гемостаз резекционной поверхности печени выполнен с помощью биполярной коагуляции. Удаленный сегмент с опухолью отправлен на срочное гистологическое исследование.

Выполнена криодеструкция опухолевого конгломерата криоаппликатором диаметром 2,5 см.

Гемостаз. Установлены дренажи. Брюшная полость ушита через все слои.

Гистологическое исследование. Фрагменты опухоли солидного строения (рис. 2), представленной клетками с крупным ядром, большим количеством митозов (до 10 митозов в одном поле зрения при увеличении ×400). Опухоль с крупными полями некроза. По периферии опухоли имеются небольшие участки сохранной ткани печени.

Заключение. При срочном гистологическом исследовании в операционном материале фрагменты злока-

Рис. 2. Макроскопический фрагмент удаленной опухоли.

Fig. 2. Macroscopic fragment of the removed tumor.

чественной опухоли солидного строения с массивными очагами некроза.

Иммуногистохимическое исследование. При иммуногистохимическом исследовании клетки опухоли обнаруживают экспрессию: p63 (клон 4A4, Ventana) – умеренную ядерную; Cytokeratin 5/6 (клон D5 & 16B4, Cell Marque) – выраженную цитоплазматическую; PanCytokeratin (клон AE1/AE3, Cell Marque) – выраженную цитоплазматическую.

Клетки опухоли негативны к: Cytokeratin 7 (клон OV-TL 12/30, Cell Marque); Cytokeratin 20 (клон Ks20.8, Cell Marque); CDX2 (клон EPR2764Y, Cell Marque); Glypican-3 (клон 1G12, Cell Marque); Arginase-1 (клон SP156, Cell Marque); Hep-Par1 (клон OCH1E5, Cell Marque); S100 (polyclonal, DAKO); Desmin (клон D33, Cell Marque); Vimentin (клон V9, DAKO).

Заключение. Иммунофенотип клеток опухоли соответствует плоскоклеточному раку.

Таким образом, был поставлен гистологический и иммуногистологический диагноз: иммунофенотип клеток опухоли соответствует плоскоклеточному раку.

После постановки морфологического диагноза пациенту была выполнена *МСКТ органов грудной полости.*

На серии МСКТ-изображений органов грудной клетки в базальных отделах легкого справа определяется образование неоднородной структуры и контрастирования с участками жидкостной и мягкотканной плотности, достигающее диафрагмы, размерами 67 × 83 × 56 мм (рис. 3 а). В структуре образования обрываются сегментарные бронхи $S_{VI, VIII, XI, X}$. Образование достигает корня легкого, в котором видны увеличенные лимфатические узлы размером до 22 мм (см. рис. 3 а). Также визуализируются увеличенные бифуркационные лимфатические узлы до 26 мм, которые интимно прилежат к пищеводу. Образование достигает диафрагмы, граница между ними не визуализируется (см. рис. 1 в). Также визуализируются очаговые образования по плевре

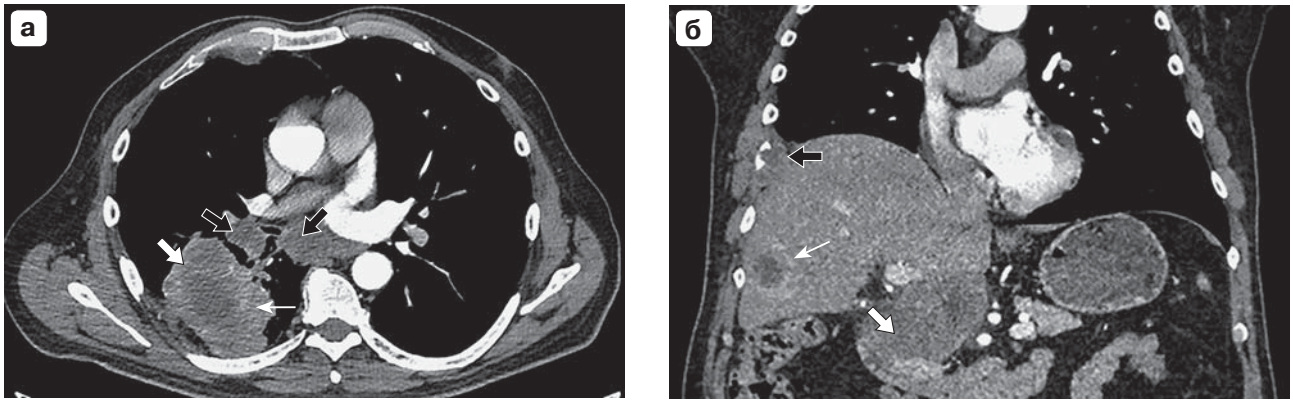


Рис. 3. МСКТ-изображения органов грудной клетки и органов брюшной полости, артериальная фаза сканирования. **а** – аксиальная плоскость, кистозно-солидное образование в $S_{IX, X}$ правого легкого (стрелка), солидный компонент слабо накапливает контрастный препарат (тонкая стрелка), увеличенные бифуркационные лимфатические узлы и бронхопульмональные лимфатические узлы справа с зонами распада низкой плотности (черные стрелки); **б** – корональная плоскость, кистозное образование в VI сегменте печени, с гиперваскулярным ободком по периферии (тонкая стрелка), кистозная структура на уровне VII ребра справа с деструкцией кортикального слоя (черная стрелка), кистозно-солидное образование в гепатодуоденальной связке (стрелка).

Fig. 3. MSCT images of the chest and abdominal organs, arterial scan phase. **a** – axial plane, cystic solid formation in $S_{IX, X}$ of the right lung (arrow), the solid component weakly accumulates contrast agent (thin arrow), enlarged bifurcation lymph nodes, and bronchopulmonary lymph nodes on the right with low-density decay zones (black arrows); **б** – coronal plane, cystic formation in the VI segment of the liver, with a hypervascular rim along the periphery (thin arrow), the cystic structure at the level of the VII rib on the right with the destruction of the cortical layer (black arrow), cystic solid formation in the hepatoduodenal ligament (arrow).

справа, от 10 мм парастернально во втором межреберье до 29 мм, на уровне среднего отрезка VII ребра справа до 39 мм с деструкцией костной ткани (см. рис. 1 а, б, 3 б). Образования низкой плотности в центральных отделах 20 ед.Н без измеряемого контрастирования, по периферии слабо накапливают контрастное вещество. Легочный рисунок не усилен. Трахея и главные бронхи проходимы, не сужены. Корни легких структурны, не расширены. Воздух и жидкость в плевральных полостях не определяются.

Ширина магистральных сосудов: диаметр восходящей аорты 35 мм, ствола легочной артерии 29 мм. Сердце обычной конфигурации, перикард тонкий, жидкость в перикарде не определяется.

Также в пределах сканирования визуализируются образования печени. В VII сегменте образование с четкими контурами, округлой формы, с кальцинированными тонкими стенками, размерами 110 × 95 × 84 мм, плотность образования 20 ед.Н, градиент накопления контрастного вещества +12 ед.Н к портальной фазе, в центральных отделах зона жидкостной плотности 30 мм (см. рис. 1 в). В правой доле печени определяются множественные гиподенсные очаги (см. рис. 1 а, 3 б) с периферическим контрастным усилением в артериальной фазе, с тенденцией к слиянию, максимальные размеры конгломерата образований в V сегменте 68 × 48 мм.

Также визуализируются образования гепатодуоденальной связки, сходные с образованиями плевры, максимальным размером до 38 × 65 мм.

Заключение. МСКТ-картина образования нижней доли правого легкого (по данным морфологии Cr) с метастатическим поражением плевры справа, правой доли печени, диафрагмы, гепатодуоденальной связки, средостения, корня правого легкого. Образование VII сегмента печени соответствует эхинококковой кисте.

Таким образом, учитывая эпидемиологический анамнез, перенесенную операцию, особенности лучевой визуализации и результаты серологии в предоперационном периоде, был поставлен диагноз “эхинококкоз печени с распространением в легкие”, который оказался неверным. Диагноз, поставленный во время операционного вмешательства, был изменен, но также оказался неверным. Окончательный диагноз поставлен только по данным гистологического и иммуногистохимического исследований.

В послеоперационном периоде при ультразвуковом исследовании в брюшной полости были выявлены незначительные полоски свободной жидкости, самостоятельно регрессировавшие при ультразвуковом мониторинге.

Рана зажила первичным натяжением.

На 12-е сутки после оперативного вмешательства пациент был выписан под наблюдение хирурга по месту жительства с рекомендациями проведения системной химиотерапии.

Обсуждение

Наиболее часто встречающиеся кистозные образования печени с обызвествлениями являются паразитарными поражениями [15]. Согласно Консенсусу по диагностике и лечению *Echinococcus granulosus* и *multilocularis*, изображение *E. granulosus* представляет собой четко выраженную кистозную или мультикистозную массу, содержащую жидкость и септы, некоторые стенки кисты и/или матрикс с кальцификацией, в основном в печени или легких [16, 17]. Важную роль в дифференциальной диагностике играют результаты иммунологического анализа. Однако не у всех пациентов эхинококкоз выявляют серологически, скорее всего, это обусловлено клиническими переменными, связанными со стадией, количеством и размером кисты [18]. Тем не менее серология может быть использована в качестве теста первой линии и играет важную роль для правильной диагностики эхинококкоза [19]. При “спорных” признаках выявляемых патологически изменений, а также подозрении на другое заболевание по данным лучевых методах исследования для установления диагноза следует использовать дополнительные методы обследования [20].

В приведенном клиническом наблюдении на фоне крупной эхинококковой кисты более мелкие гиподенсные образования были расценены как “дочерние” кисты, но в действительности представляли собой кистозно-солидные структуры, характерные для метастазов плоскоклеточного рака легкого с распадом. Структура опухолевых узлов неоднородная, солидный компонент низкой плотности с небольшим градиентом накопления контрастного препарата (см. рис. 3 а). В центральных отделах образований зоны распада жидкостной плотности, которые сложно дифференцировать с “дочерними” кистами в эхинококковой кисте (см. рис. 1 а, б). Были недоучтены такие признаки, как наличие кольцевидного накопления контрастного препарата образованиями печени, увеличенные лимфатические узлы средостения, признаки деструкции кортикального слоя ребер. Кольцевидное накопление контрастного препарата (см. рис. 1 а, 3 б) было принято за компримированную паренхиму печени. Ввиду того что не рассматривалась возможность наличия онкологического процесса, при первичном исследовании недооценили солидный компонент образования в легком, обрыв бронхов на уровне образования, увеличенные лимфатические узлы средостения (см. рис. 3 а) и деструкцию ребер (см. рис. 1 а, б, 3 б), хотя это одни из главных признаков рака легкого, а не эхинококкоза.

Заключение

При дифференциальной диагностике кистозных поражений печени при уже диагностированном эхинококкозе следует учитывать возможность наличия другого заболевания, даже если у пациентов малосимптомное состояние и лабораторные анализы в норме.

Участие авторов

Егоркина А.Б. – концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, проведение исследования, анализ и интерпретация полученных данных, написание текста, подготовка, создание опубликованной работы.

Степанова Ю.А. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Кармазановский Г.Г. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне, ответственность за целостность всех частей статьи, утверждение окончательного варианта статьи.

Калинин Д.В. – подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Чжао А.В. – подготовка и редактирование текста, утверждение окончательного варианта статьи.

Authors' participation

Egorkina A.B. – concept and design of the study, collection and analysis of data, conducting research, analysis and interpretation of the obtained data, writing text, preparation and creation of the published work.

Stepanova Yu.A. – concept and design of the study, text preparation and editing, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Karmazanovsky G.G. – concept and design of the study, participation in scientific design, responsibility for the integrity of all parts of the article, approval of the final version of the article.

Kalinin D.V. – text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Zhao A.V. – text preparation and editing, approval of the final version of the article.

Список литературы [References]

1. World Health Organization. WHO/OIE manual on echinococcosis in humans and animals: a public health problem of global concern. Edited by Eckert J., Gemmell M.A., Meslin F.-X., Pawlowski Z.S. Paris, France: World Organisation for Animal Health, 2001. https://apps.who.int/iris/handle/10665/42427 (дата обращения: 08.07.2020)
2. Eckert J., Deplazes P. Biological, epidemiological, and clinical aspects of echinococcosis, a zoonosis of increasing concern. *Clin. Microbiol. Rev.* 2004; 17 (1): 107–135. http://doi.org/10.1128/cmr.17.1.107-135.2004
3. McManus D.P., Zhang W., Li J., Bartley P.B. Echinococcosis. *Lancet*. 2003; 362 (9392): 1295–1304. http://doi.org/10.1016/S0140-6736(03)14573-4.
4. Mitchell A.W., Higgins J.N., Tate J., Dick R. Rim calcification in primary liver cell carcinoma mimicking hydatid disease. *Gut*. 1994; 35 (4): 567–568.
5. Singh N., Rajagopalan S., Bal A., Aggarwal A.N. Lung carcinoma mimicking hydatid cyst: A case report and review of the literature. *Med. Oncol.* 2009; 26 (4): 424–428. http://doi.org/10.1007/s12032-008-9141-4
6. Yazici Ü., Özkan S., Yildiz Ö.Ö., Aydin E., Akkaş Y., Karaoğlanoğlu N. Fifteen Atypical Pulmonary Hydatidosis Lesions Mimicking Lung Cancer and Lesions. *Clin. Surg.* 2017; 2: 1563.
7. Matsunaga Y., Ariizumi S., Shibuya G., Uemura S., Kato T., Yazawa T., Yamashita S., Omori A., Higuchi R., Takahashi Y., Kotera Y., Egawa H., Yamamoto M. Hepatocellular carcinoma with ring calcification mimicking hydatid disease: a case report. *Surg. Case Rep*. 2020; 6: 171. http://doi.org/10.1186/s40792-020-00927-5
8. Sygut A., Górski A., Dziki A. A case of coexistence of primary cancer of the liver and hepatic echinococcosis. *Wiad. Lek*. 1987; 40: 826–828.
9. Karadas S., Dulger A.C., Gonullu H., Bulut G., Beyazal M. Coexistence of hepatocelluler carcinoma and cyst hydatid disease of the liver. *J. Pakistan Med. Assoc*. 2014; 64 (9): 1075–1077.
10. Bo R., Yasen A., Shao Y., Zhang W., Lin R., Jiang T., Wen H., Xiao H., Aji T. Co-existence of hepatocellular carcinoma and cystic echinococcosis. *Infect. Agent Cancer*. 2020; 15: 5. http://doi.org/10.1186/s13027-020-0275-0.
11. Maghbool M., Alivand A., Zolmajdi N., Kharmandar A. Co-existence of renal hydatid cyst and renal cell carcinoma in one kidney: A case report. *Asian Pacific J. Tropical Med.* 2020; 13 (2): 91–93.
12. Wen H., Vuitton L., Tuxun T., Li J., Vuitton D.A., Zhang W., McManus D.P. Echinococcosis: Advances in the 21st Century. *Clin. Microbiol. Rev*. 2019; 13: 32pii: e00075–e00018. http://doi.org/10.1128/CMR.00075-18
13. Berriel E., Russo S., Monin L., Festari M.F., Berois N., Fernández G., Freire T., Osinaga E. Antitumor activity of human hydatid cyst fluid in a murine model of colon cancer. *Scientific Wld J.* 2013; 2013: 230176. http://doi.org/10.1155/2013/230176
14. Ranasinghe S.L., McManus D.P. Echinococcus granulosus: Cure for Cancer Revisited. *Front Med (Lausanne).* 2018; 5: 60. http://doi.org/10.3389/fmed.2018.00060
15. Brunetti E., Kern P., Vuitton D.A., Writing Panel for the WHO-IWGE. Expert consensus for the diagnosis and treatment of cystic and alveolar echinococcosis in humans. *Acta Trop*. 2010; 114 (1): 1–16. http://doi.org/10.1016/j.actatropica.2009.11.001.
16. World Health Organization. Report of the WHO informal working group on cystic and alveolar echninococcosis surveillance, prevention and control, with the participation of the Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Organisation for Animal Health, 22–23 June 2011, Department of Control of Neglected Tropical Diseases, WHO, Geneva, Switzerland. World Health Organization, 2011. 25 p. https://apps.who.int/iris/handle/10665/44785 (дата обращения: 08.07.2020)
17. Pedrosa I., Saíz A., Arrazola J., Ferreirós J., Pedrosa C.S. Hydatid disease: radiologic and pathologic features and

complications. *Radiographics.* 2000; 20 (3): 795–817. http://doi.org/10.1148/radiographics.20.3.g00ma06795
18. Siles-Lucas M., Casulli A., Conraths F.J., Müller N. Laboratory Diagnosis of Echinococcus spp. in Human Patients and Infected Animals. *Adv. Parasitol.* 2017; 96: 159–257. http://doi.org/10.1016/bs.apar.2016.09.003.
19. Rinaldi F., Brunetti E., Neumayr A., Maestri M., Goblirsch S., Tamarozzi F. Cystic echinococcosis of the liver: A primer for hepatologists. *Wld J. Hepatol.* 2014; 6 (5): 293–305. http://doi.org/10.4254/wjh.v6.i5.293
20. Stojkovic M., Rosenberger K., Kauczor H.-U., Junghanss T., Hosch W. Diagnosing and Staging of Cystic Echinococcosis: How Do CT and MRI Perform in Comparison to Ultrasound? *PLoS Negl. Trop. Dis.* 2012; 6 (10): e1880. http://doi.org/10.1371/journal.pntd.0001880

Для корреспонденции*: Егоркина Алина Борисовна – 117997 Москва, ул. Большая Серпуховская, 27. Отделение рентгенологии и магнитно-резонансных исследований ФГБУ “НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России. Тел.: +7-977-438-69-90. E-mail: alina.egorkina.94@mail.ru

Егоркина Алина Борисовна – ординатор по специальности “лучевая диагностика, лучевая терапия” ФГБУ “НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-7790-4740

Степанова Юлия Александровна – доктор мед. наук, Ученый секретарь ФГБУ “ НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-5793-5160

Кармазановский Григорий Григорьевич – член-корр. РАН, доктор мед. наук, профессор, заведующий отделением рентгенологии и магнитно-резонансных исследований с кабинетом УЗ-диагностики ФГБУ “ НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000–0002-9357-0998

Калинин Дмитрий Валерьевич – канд. мед. наук, руководитель патолого-анатомического отделения ФГБУ “ НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0001-6247-9481

Чжао Алексей Владимирович – доктор мед. наук, профессор, заведующий онкологическим отделением хирургических методов лечения и противоопухолевой лекарственной терапии ФГБУ “ НМИЦ хирургии имени А.В. Вишневского” Минздрава России, Москва. https://orcid.org/0000-0002-0204-8337

Contact*: Alina B. Egorkina – 27, Bolshaya Serpukhovskaya str., 117997, Moscow, Russian Federation. Department of Radiology and Magnetic Resonance Imaging of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery. Phone: +7-977-438-69-90. E-mail: alina.egorkina.94@mail.ru

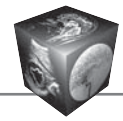
Alina B. Egorkina – Radiology Resident of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-7790-4740

Yulia A. Stepanova – Doct. of Sci. (Med.), Academic Secretary of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-5793-5160

Grigory G. Karmazanovsky – Corresponding Member RAS, Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of Radiology Department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow. https://orcid.org/0000–0002-9357-0998

Dmitry V. Kalinin – Cand. of Sci. (Med.), Head of the pathological and anatomical department of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow. https://orcid.org/0000-0001-6247-9481

Alexey V. Zhao – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Head of the Oncology Department of Surgical Methods of Treatment and Anticancer Drug Therapy of A.V. Vishnevsky National Medical Research Center of Surgery, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-0204-8337



ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-871

ОФЭК/КТ в диагностике эктопированной аденомы паращитовидной железы (случай из практики)

© **Каралкин А.В.[1, 3]*, Ипполитов Л.И.[2], Паша С.П.[3]**

[1] ФГБОУ ДПО "Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования" Минздрава России; 125993 Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1, Российская Федерация

[2] ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет); 119991 Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2, Российская Федерация

[3] ГБУЗ "Городская клиническая больница №1 имени Н.И.Пирогова Департамента здравоохранения города Москвы"; 119049 Москва, Ленинский проспект, д. 8, Российская Федерация

Случай из практики: опухоль паращитовидной железы, эктопированная в средостение. Продемонстрированы диагностические возможности и преимущества гибридного метода ОФЭКТ/КТ с ^{99m}Tc-технетрилом в предоперационной локализации аномально расположенной паратиромы.

Ключевые слова: первичный гиперпаратиреоз, эктопия, аденома паращитовидной железы, предоперационная локализация, ОФЭКТ/КТ

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Каралкин А.В., Ипполитов Л.И., Паша С.П. ОФЭК/КТ в диагностике эктопированной аденомы паращитовидной железы (случай из практики). *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 133–137. https://doi.org/10.24835/1607-0763-871

Поступила в редакцию: 30.03.20. **Принята к печати:** 05.06.20. **Опубликована online:** 01.06.21.

SPECT/CT in the diagnosis of ectopic parathyroid adenoma (case report)

© **Anatoly V. Karalkin[1, 3]*, Leonid I. Ippolitov[2], Sergey P. Pasha[3]**

[1] Russian Medical Academy of Continuous Professional Education; 2/1 bld. 1, Barrikadnaya str., Moscow, 125993, Russian Federation

[2] I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, bld. 2, Trubetskaya str., Moscow, 119991, Russian Federation

[3] N.I. Pirogov City Clinical Hospital No.1 Of the Moscow Healthcare Department; 8, Leninsky Pr., Moscow, 119049, Russian Federation

Case study: a parathyroid tumor ectopic to the mediastinum. The diagnostic capabilities and advantages of the ^{99m}Tc-sestamibi SPECT/CT hybrid method in the preoperative localization of abnormally located parathyroma are demonstrated.

Keywords: primary hyperparathyroidism, ectopy, parathyroid adenoma, preoperative localization, SPECT/CT

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Karalkin A.V., Ippolitov L.I., Pasha S.P. SPECT/CT in the diagnosis of ectopic parathyroid adenoma (case report). *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 133–137. https://doi.org/10.24835/1607-0763-871

Received: 30.03.20. **Accepted for publication:** 05.06.20. **Published online:** 01.06.21.

Первичный гиперпаратиреоз (ПГПТ) – третья по распространенности эндокринопатия (после сахарного диабета и дистиреозов), самая частая причина гиперкальциемии и одна из наиболее частых причин остеопороза и переломов среди вторичных остеопатий. Заболевание связано с автономным функционированием одной или нескольких паращитовидных желез, избыточной продукцией паратиреоидного гормона и возникающей вследствие этого гиперкальциемией. Медицинская и социальная значимость ПГПТ определяется вовлечением в патологический процесс большинства органов и систем, высоким риском инвалидизации и преждевременной смерти, а также снижением качества жизни пациентов.

Диагноз ПГПТ основывается только на данных лабораторного обследования, при наличии гиперкальциемии в сочетании со стойким повышением уровня паратиреоидного гормона. Радионуклидные исследования, как и другие методы визуализации, используются лишь для топической диагностики паратиром [1].

Пациентка Т., 67 лет, наблюдалась в Зеленоградской городской поликлинике с жалобами на боли в костях, слабость, головную боль. В анамнезе: переломы ребра и ключицы, закрытая черепно-мозговая травма, состояние после резекционной трепанации черепа в правой теменно-височной области, гипертоническая болезнь.

В анализах крови от декабря 2019 г. обращают на себя внимание характерные признаки нарушения гомеостаза кальция: паратиреоидный гормон – 2075 пг/мл (референсный интервал 11–67 пг/мл), кальций общий – 3,8 ммоль/л (до 2,50 ммоль/л), кальций ионизированный – 1,68 ммоль/л (1,09–1,33), витамин *D* – 23,5 (недостаточность).

Ультразвуковое исследование не выявило патологии паращитовидных желез в типичном месте.

С диагнозом “первичный гиперпаратиреоз, аденома паращитовидной железы неустановленной локализации” больная направлена в ГКБ №1 на сцинтиграфию. 05.02.2020 после внутривенного введения 550 МБк радиофармацевтического препарата (РФП) Tc-99m-технетрил выполнена планарная сцинтиграфия шеи и грудной клетки по стандартному протоколу. На исходной сцинтиграмме через 10 мин после введения РФП (рис. 1 а) – физиологическое накопление РФП в слюнных железах и щитовидной железе; на отсроченной сцинтиграмме через 2 ч (рис. 1 б) – хорошо выраженный естественный клиренс щитовидной железы; очаги патологического накопления или аномальной ретенции в паратиреоидной области и в проекции средостения отсутствуют.

Учитывая характерные лабораторные и клинические признаки ПГПТ, принято решение дополнить сцинтиграфию гибридным исследованием, выполнив однофотонную эмиссионную компьютерную томографию (ОФЭКТ), сопряженную с рентгеновской компьютерной томографией (КТ), – ОФЭКТ/КТ шеи и грудной клетки (рис. 2).

При гибридном исследовании: при ОФЭКТ (см. рис. 2 а) выявлен гипераккумулятивный очаг с четкими контурами в переднем средостении, правее срединной линии тела; интенсивность накопления РФП в очаге многократно превышала фоновый уровень, более того, значительно превышала интенсивность накопления в миокарде (физиологической “мишени” технетрила); при КТ (см. рис. 2 б) очагу соответствовало образование в нижнем отделе переднего средостения, тесно прилегающее к восходящей аорте и перикарду, неправильной формы, размерами 43 × 41 мм, неоднородной рентгеновской плотности, с кальцинатами; на совмещенном (“фьюжн”) изображении (см. рис. 2 в, г) – полное совпадение описанных структур. В области шеи и в верхнем средостении – физиологическое распределение РФП.

На основании полученных данных сделано заключение, что прилежащее к восходящей аорте и перикарду образование в переднем средостении, активно накапливающее и длительно удерживающее Tc-99m-технетрил, является эктопированной аденомой паращитовидной железы. Большие размеры образования, высокое накопление РФП, неоднородность структуры, наличие кальцинатов в сочетании со сверхвысоким уровнем паратиреоидного гормона не позволили исключить возможность злокачественного процесса.

Больной рекомендовано хирургическое лечение в специализированном отделении Университетской клинической больницы №1 Сеченовского Университета.

Диагноз перед операцией: “первичный гиперпаратиреоз, смешанная форма, тяжелое течение, жизнеугрожающая гиперкальциемия; эктопированная в переднее средостение опухоль паращитовидной железы”.

Операция 27.02.2020: стернотомия, тимэктомия с удалением эктопированной опухоли паращитовидной железы (рис. 3).

Гистологическое исследование макропрепарата (рис. 4): узел 3,5 см в диаметре, вскрыт, светло-коричневого цвета, с мелкими кистами и кровоизлияниями. Опухолевый узел преимущественно солидно-микрофолликулярного строения из главных и оксифильных клеток, без убедительных признаков ангиоваскулярной инвазии и инвазии в окружающую ткань. Опухолевые клетки относительно мономорфные, со слабовыраженными признаками цитологической атипии. В окружающей жировой клетчатке – фрагменты ткани тимуса. Диагноз: аденома паращитовидной железы.

В раннем послеоперационном периоде уровень паратгормона снизился до верхней границы референсного интервала, нормализовалась концентрация кальция в сыворотке.

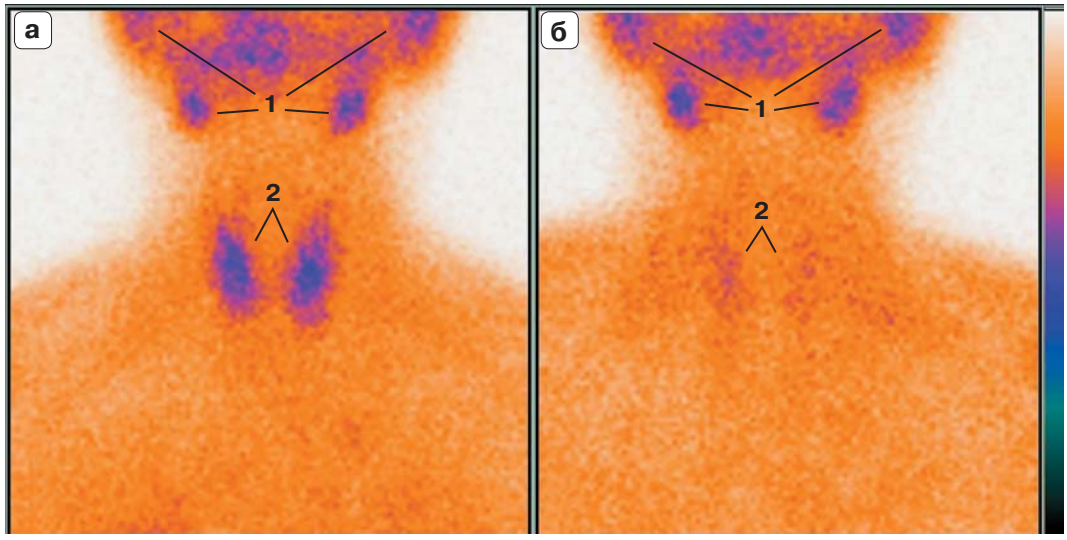


Рис. 1. Планарная сцинтиграфия шеи и средостения. **а** – раннее исследование (15 мин после введения технетрила); **б** – отсроченное исследование (2 ч после введения технетрила). 1 – слюнные железы; 2 – щитовидная железа.

Fig. 1. Planar scintigraphy of neck & mediastinum. **а** – early (15 minutes after sestamibi injection); **б** – delay (2 hours after sestamibi). 1 – salivary glands; 2 – thyroid.

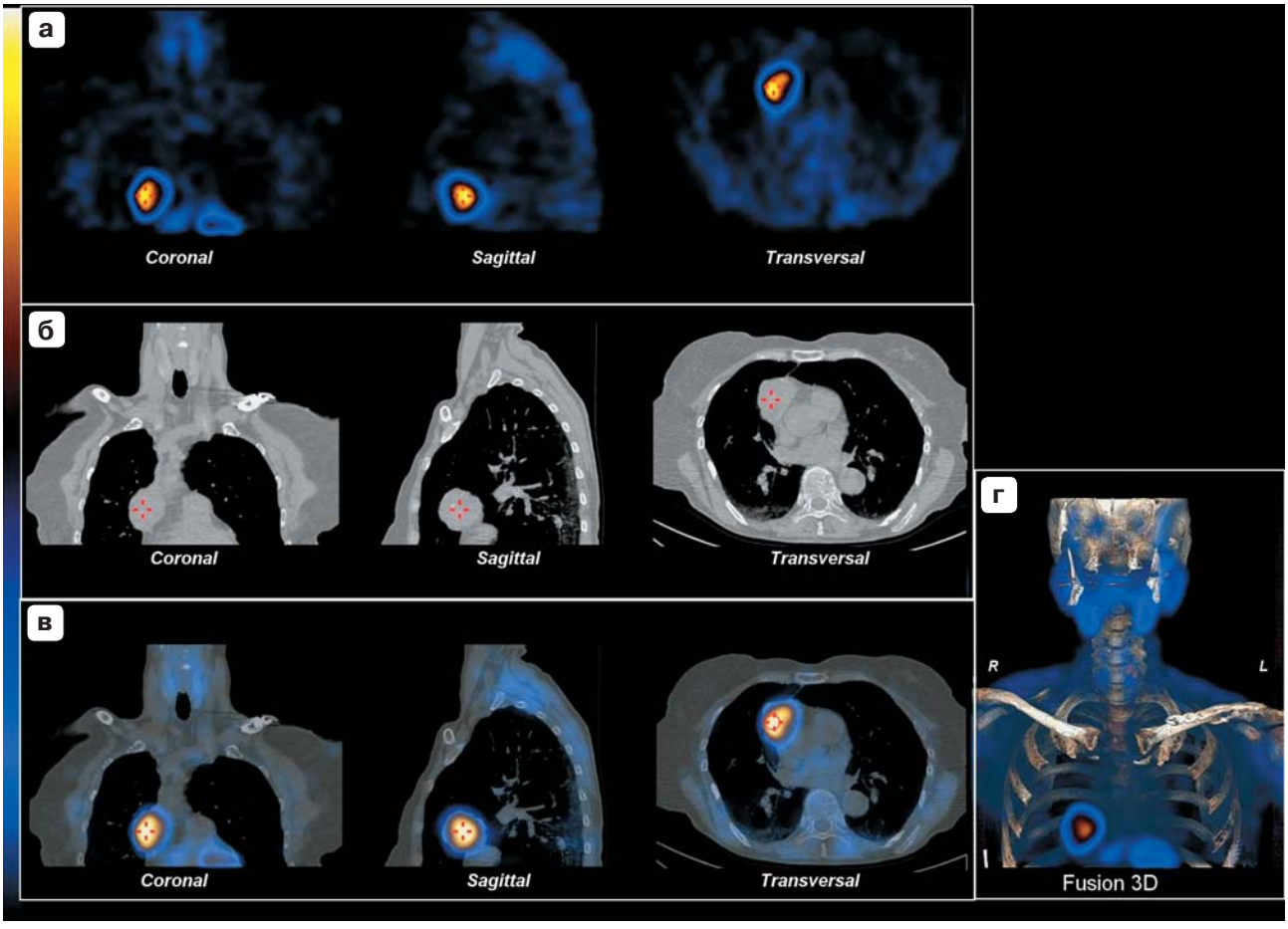


Рис. 2. Результаты гибридного исследования ОФЭКТ/КТ. **а** – ОФЭКТ, срезы; **б** – КТ, срезы; **в** – совмещенные изображения ОФЭКТ/КТ, срезы; **г** – ОФЭКТ/КТ, трехмерное изображение.

Fig. 2. SPECT/CT results. **а** – SPECT slices; **б** – CT slices; **в** – SPECT/CT fusion slices; **г** –SPECT/CT fusion 3D image.

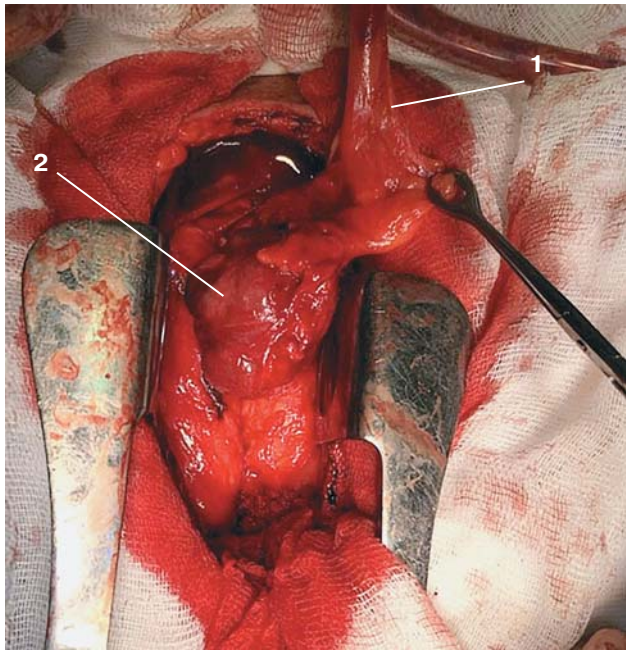


Рис. 3. Этап операции. 1 – левая доля вилочковой железы; 2 – опухоль эктопированной паращитовидной железы.

Fig. 3. Surgery. 1 – the left lobe of the thymus; 2 – ectopic parathyroid tumor.

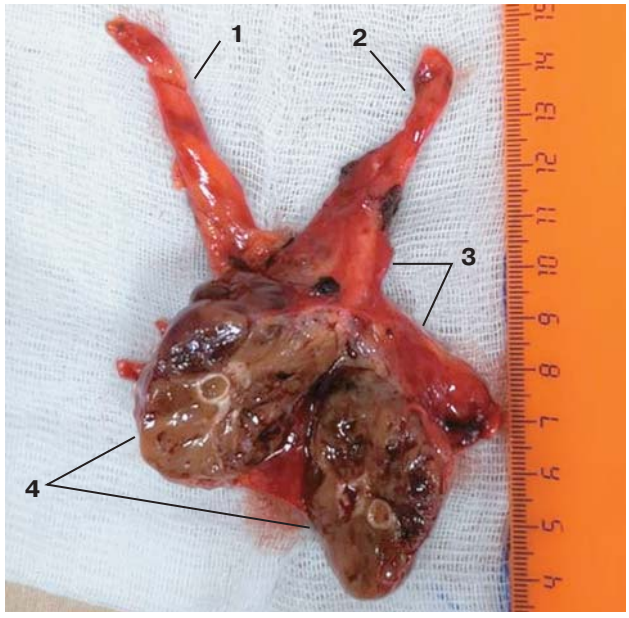


Рис. 4. Макропрепарат. 1 – верхний отросток правой доли вилочковой железы; 2 – верхний отросток левой доли вилочковой железы; 3 – левая доля вилочковой железы; 4 – опухоль эктопированной паращитовидной железы (опухолевый узел вскрыт).

Fig. 4. Surgically excised tissues. 1 – upper part of right lobe of the thymus; 2 – part of left lobe of the thymus; 3 – left lobe of the thymus; 4 – a tumor of an ectopic parathyroid (the tumor node is dissected).

Данное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует преимущества гибридной технологии ОФЭКТ/КТ, когда 2 томографических метода – радионуклидный (ОФЭКТ) и рентгенологический (КТ), выполняемые одновременно и в единой геометрии, позволяют в одном исследовании обнаружить очаг аномального метаболизма, точно его локализовать и изучить его структуру. Тем самым ОФЭКТ/КТ позволяет реализовать преимущества и функциональной, и структурно-морфологической визуализации.

На сегодняшний день хирургическое лечение ПГПТ – единственный патогенетически обоснованный и радикальный метод, приводящий к стойкой ремиссии. Эффективность оперативного лечения высока, однако в 2–5% случаев вмешательство оказывается неэффективным, возникает персистенция или рецидив ПГПТ, требующие повторной операции, которая всегда сложнее и сопряжена с более высоким риском. Неэффективность, как правило, обусловлена трудностью обнаружения аденом малого размера в анатомически сложной области или эктопией паращитовидных желез.

Эктопия паращитовидных желез встречается примерно в 15% наблюдений. Они могут локализоваться в переднем верхнем средостении, в тиротимической связке или в ткани тимуса, вдоль пищевода в заднем верхнем средостении, в футляре сонной артерии, в аортальном окне, а в 2–3% всех эктопий – интратиреоидно. Такая вариабельность представляет трудно разрешимую задачу в ходе интраоперационной ревизии, даже для опытных хирургов [2].

Кроме того, точная дооперационная топическая диагностика – необходимое условие развития одного из ключевых направлений эндокринной хирургии – минимально инвазивных прецизионных вмешательств, обеспечивающих эффективность и минимальный риск осложнений.

Таким образом, в современной хирургии гиперпаратиреоза этап предоперационной топической и функциональной диагностики является очень важным.

Гибридное исследование ОФЭКТ/КТ – высокоинформативный метод топической диагностики не только при обычно расположенных аденомах паращитовидных желез, но и при разнообразных вариантах их атипичного расположения, что имеет важнейшее значение для выбора оптимального хирургического доступа при оперативном лечении первичного гиперпаратиреоза.

Список литературы

1. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Мокрышева Н.Г., Рожинская Л.Я., Кузнецов Н.С., Пигарова Е.А., Воронкова И.А., Липатенкова А.К., Егшатян Л.В., Мамедова Е.О., Крупинова Ю.А. Первичный гиперпаратиреоз: клиника, диагностика, дифференциальная диагностика, методы лечения. *Проблемы эндокринологии*. 2016; 62 (6): 40–77. https://doi.org/10.14341/probl201662640-77
2. Ветшев П.С., Аблицов А.Ю., Животов В.А., Дрожжин А.Ю., Поддубный Е.И. Хирургическое лечение первичного гиперпаратиреоза с редкой эктопией аденомы околощитовидной железы. *Вестник Национального медико-хирургического Центра им. Н.И. Пирогова*. 2018; 13 (1): 58–61.

References

1. Dedov I.I., Melnichenko G.A., Mokrysheva N.G., Rozhinskaya L.Ya., Kusnezov N.S., Pigarova E.A., Voronkova I.A., Lipatenkova A.K., Egshatyan L.V., Mamedova E.O., Krupinova Yu.A. Primary hyperparathyroidism: the clinical picture, diagnostics, differential diagnostics, and methods of treatment. *Problems of Endocrinology*. 2016; 62 (6): 40–77. https://doi.org/10.14341/probl201662640-77 (In Russian)
2. Vetshev P.S., Ablicov A.Yu., ZHivotov V.A., Drozhzhin A.Yu., Poddubnyj E.I. Surgical treatment of primary hyperparathyroidism with rare ectopy of parathyroid adenoma. *Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2018; 13 (1): 58–61. (In Russian)

Для корреспонденции*: Каралкин Анатолий Васильевич – 117593 Москва, Соловьиный проезд, д. 4, кв. 10. Тел.: +7-916-619-68-21. E-mail: avkrar@list.ru

Каралкин Анатолий Васильевич – доктор мед. наук, профессор кафедры радиотерапии и радиологии ФГБУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, Москва; https://orcid.org/0000-0002-7555-6308

Ипполитов Леонид Игоревич – канд. мед. наук, заведующий онкологическим хирургическим отделением Университетской клинической больницы №1 ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва; https://orcid.org/0000-0001-7015-4927

Паша Сергей Платонович – канд. мед. наук, врач-радиолог отделения радиоизотопной диагностики ГБУЗ Городская клиническая больница №1 имени Н.И. Пирогова Департамента здравоохранения города Москвы, Москва; https://orcid.org/0000-0002-2109-1867

Contact*: Anatoly V. Karalkin –4-10, Soloviiny proezd, Moscow, 117593,Russia. Phone: +7-916-619-68-21. E-mail: avkrar@list.ru

Anatoly V. Karalkin – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Radiology & Radiotherapy, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-7555-6308

Leonid I. Ippolitov – Cand. of Sci. (Med.), Head of Oncology Surgery Department, University Clinical Hospital No.1, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow. https://orcid.org/0000-0001-7015-4927

Sergey P. Pasha – Cand. of Sci. (Med.), radiologist, Nuclear Medicine Department, N.I. Pirogov City Clinical Hospital No.1 Of the Moscow Healthcare Department, Moscow. https://orcid.org/0000-0002-2109-1867

Малый таз | Small pelvis

ISSN 1607-0763 (Print); ISSN 2408-9516 (Online)
https://doi.org/10.24835/1607-0763-1023

Мультипараметрическая МРТ и комбинированная биопсия предстательной железы: возможности, преимущества и недостатки

© **Гулин Г.А.[1, 2*], Зырянов А.В.[3], Рубцова Н.А.[4], Артемов В.М.[1], Замятин А.В.[2], Гребенев Е.А.[5]**

[1] ООО "Европейский медицинский центр «УГМК-Здоровье»"; 620144 Екатеринбург, ул. Шейнкмана, 113, Российская Федерация

[2] ГАУЗ СО "Свердловский областной онкологический диспансер"; 620036 Екатеринбург, ул. Соболева, 29, Российская Федерация

[3] ГАУЗ СО "Свердловская областная клиническая больница №1"; 620102 Екатеринбург, ул. Волгоградская, 185, Российская Федерация

[4] МНИОИ имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ "НМИЦ радиологии" Минздрава России; 125284 Москва, 2-й Боткинский проезд, д. 3, Российская Федерация

[5] ГАУЗ СО "Верхнепышминская ЦГБ имени П.Д. Бородина"; 624090 г. Верхняя Пышма, ул. Чайковского, 32, Российская Федерация

Мультпараметрическая магнитно-резонансная томография (мпМРТ) показала высокую чувствительность в выявлении клинически значимого рака предстательной железы (кзРПЖ) и в настоящее время все шире используется не только для диагностики, но и для навигации при выполнении таргетной биопсии (ТБ). В многочисленных исследованиях, опубликованных за последние 5 лет, продемонстрирована более высокая чувствительность ТБ в сравнении с классической системной биопсией (СБ). На основании современных рекомендаций по диагностике и лечению РПЖ (EAU, NICE, AUA) мпМРТ показана пациентам с высоким риском РПЖ и отрицательными результатами предшествующей СБ. Наряду с этим преимущество мпМРТ и последующей ТБ у первичных пациентов остается не очевидным. Данная статья освещает возможности комбинированной биопсии ПЖ как у первичных пациентов с подозрением на кзРПЖ, так и при наличии в анамнезе ранее выполненных биопсий с отрицательными данными гистологического исследования.

Ключевые слова: рак предстательной железы, мультипараметрическая МРТ, прицельная биопсия, таргетная биопсия, комбинированная биопсия, системная биопсия

Авторы подтверждают отсутствие конфликтов интересов.

Для цитирования: Гулин Г.А., Зырянов А.В., Рубцова Н.А., Артемов В.М., Замятин А.В., Гребенев Е.А. Мультипараметрическая МРТ и комбинированная биопсия предстательной железы: возможности, преимущества и недостатки. *Медицинская визуализация.* 2021; 25 (2): 138–152. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1023

Поступила в редакцию: 02.04.2021. **Принята к печати:** 12.04.2021. **Опубликована online:** 01.06.21.

Multiparametric magnetic resonance imaging and combined prostate biopsy: opportunities, advantages and pitfalls

© **Georgy A. Gulin[1, 2], Alexander V. Zyryanov[3], Natalia A. Rubtsova[4], Viktor M. Artyemov[1], Aleksander V. Zamyatin[2], Evgeny A. Grebenev[5]**

[1] "European medical center UGMK-Health" Ltd; 113, Sheinkman str., Ekaternburg, 620144, Russian Federation

[2] Sverdlovsk Region Oncology Center; 29, Soboleva str., Ekaternburg, 620036, Russian Federation

[3] Sverdlvsk Region Clinical Hospital №1; 185, Volgogradskaja, Ekaternburg, 620102, Russian Federation

[4] P.A. Hertzen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Center of Radiology, Ministry of Health of Russia; 3, 2nd Botkinskiy Proezd, Moscow, 125284, Russian Federation

[5] Sverdlovsk Region Hospital "Verhnepyshminsky P.D. Borodin Hospital"; 32, Chajkovskogo str, Verhnjaja Pyshma, 624090, Russian Federation

Multiparametric MRI (mpMRI) has superb sensitivity in prostate cancer detection. mpMRI is increasingly used not only for primary diagnostics, but for location of suspicious lesion before biopsy in case of targeted biopsy (TB). In many recent studies have been shown higher level of TB accuracy in prostate cancer detection in comparison with traditional systemic biopsy. In recent EAU, NICE, ACR recommendations mpMRI is indicated for men with high level of prostate cancer suspicion with previous negative results of systemic biopsy. However, it is not absolutely clear, whether mpMRI is indicated for biopsy-naïve men. This study is dedicated for prostate biopsy planning in the groups of biopsy-naïve men and with the history of previous biopsy.

Keywords: prostate cancer, multiparametric MRI, targeted biopsy, combined biopsy, systematic biopsy

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest. The study had no sponsorship.

For citation: Gulin G.A., Zyryanov A.V., Rubtsova N.A., Artemov V.M., Zamyatin A.V., Grebenev E.A. Multiparametric magnetic resonance imaging and combined prostate biopsy: opportunities, advantages and pitfalls. *Medical Visualization.* 2021; 25 (2): 138–152. https://doi.org/10.24835/1607-0763-1023

Received: 02.04.2021. **Accepted for publication:** 12.04.2021. **Published online:** 01.06.21.

Актуальность

Системная биопсия (СБ) во всем мире остается ключевым методом диагностики рака предстательной железы (РПЖ) [1–3]. Ограничения общей точности СБ и необходимость повышения эффективности выявления клинически значимого РПЖ (кзРПЖ) инициировали поиск новых диагностических алгоритмов. Высокая информативность мультипараметрической МРТ (мпМРТ) в выявлении кзРПЖ способствовала широкому внедрению метода в клиническую практику [4–6]. Применение мпМРТ для планирования и навигации при выполнении биопсии "индексных очагов" потенциально повышает чувствительность процедуры. Высокая прогностическая ценность отрицательного результата мпМРТ в выявлении кзРПЖ в ряде случаев позволяет отказаться от биопсии предстательной железы в пользу активного наблюдения [7]. В 2020 г. Европейской ассоциацией урологов (EAU) опубликованы показания к таргетной биопсии (ТБ) предстательной железы [3]. В проведенных исследованиях ТБ продемонстрировала высокую информативность у пациентов с отрицательными данными предшествующей СБ при сохраняющемся клиническом подозрении на РПЖ [3, 7].

Однако для широкого внедрения в клиническую практику подобных диагностических алгоритмов необходимо уточнить информативность мпМРТ в выявлении кзРПЖ, проанализировать воспроизводимость методики сбора и интерпретации данных МРТ с использованием унифицированной системы PI-RADS v.2.1 в условиях рутинной клинической практики, оценить диагностическую эффективность ТБ, выполненной по результатам положительных результатов мпМРТ.

Материал и методы

Работа выполнена на базе ГАУЗ СО "Свердловский областной онкологический диспансер", ГУЗ СО "Свердловская областная клиническая больница №1" и ООО "ЕМЦ «УГМК-Здоровье»". В исследование включены данные 113 пациентов в возрасте 47–75 лет (средний возраст 63 года) с клиническим подозрением на РПЖ в виде повышения уровня сывороточного простатспецифического антигена (ПСА) или изменений при пальцевом ректальном исследовании (ПРИ). В исследование включено 13 (11,5%) пациентов с проведенной СБ в анамнезе и отрицательными результатами гистологического исследования. Ввиду персистирующего роста ПСА и сохраняющегося подозрения на кзРПЖ им была назначена мпМРТ перед повторной биопсией.

Всем пациентам была выполнена мпМРТ с одномоментной трансперинеальной ТБ и СБ в случаях выявления изменений, соответствующих категориям 3–5 по PI-RADS v.2.1, либо только трансперинеальная СБ при изменениях 1–2 категории. Исследование проводилось строго в соответствии с разработанными критериями комитета PI-RADS [10]. Разница во времени между мпМРТ и проведенной по ее результатам мпМРТ не превышала 4 нед.

Критериями исключения из исследования стали признаки распространенного опухолевого процесса: уровень сывороточного ПСА более 50 нг/мл

и/или распространение опухолевого процесса на соседние органы по данным МРТ, так как в обоих случаях целесообразность выполнения ПБ крайне низкая. Также были исключены пациенты с протезами тазобедренного сустава, снижающими качество исследования и затрудняющими интерпретацию данных в соответствии с рекомендациями PI-RADS.

При выполнении мпМРТ сбор данных и интерпретация результатов выполнялись в соответствии с регламентом PI-RADS v.2.1 [10], МРТ проводилась на томографе Siemens Skyra 3 Тл с 20-элементной катушкой для абдоминальных исследований. Протокол МРТ включал в себя Т2ВИ, выполненные в 3 взаимно перпендикулярных плоскостях, TR 4200, TE 102, матрица 448 × 448, толщина среза 3 мм, интервал между срезами 0 мм, поле обзора 200 мм; ДВИ в аксиальной плоскости со значениями b-фактора 50, 800, 1400, матрица 128 × 128, толщина среза 3 мм, Т1ВИ градиентное эхо с динамическим болюсным контрастным усилением, контрастное вещество Гадовист 7,5, скорость инъекции 2 мл/с, 35 повторений, временно́е разрешение 7 с, матрица 256 × 256. Интерпретация данных выполнялась 2 независимыми врачами-рентгенологами. Все расхождения, при их наличии, анализировались, по результатам обсуждения выдавалось коллегиальное заключение. Участки 3–5-й категории по PI-RADS v.2 размечались по Т2ВИ высокого разрешения. Для навигации при трансперинеальной биопсии использовалась ультразвуковая система экспертного класса GE Logic E9 (Милуоки, США), оснащенная аппаратно-программным комплексом для фьюжн биопсии MedCom GmbH BiopSee 2.2 (Дармштадт, Германия). Биопсия выполнялась врачом-урологом.

В исследовании был использован алгоритм комбинированной биопсии, включающий последовательное выполнение СБ и ТБ за один сеанс. На первом этапе выполнялась СБ из 10–12 точек в соответствии со стандартным шаблоном. Далее по данным МРТ проводилась разметка очагов для ТБ с их последующей биопсией (3–6 биопсийных столбиков из каждого размеченного очага). В среднем общее время, затраченное на биопсию, составляло 15–25 мин. Всем пациентам биопсия выполнялась под наркозом. Использовали комбинацию ингаляционного (севоран) и внутривенного (пропофол, фентанил) анестетиков. В случае 1–2-й категории изменений по PI-RADS выполнялась только системная трансперинеальная биопсия из 12–14 точек.

СБ в настоящем исследовании была выполнена из трансперинеального доступа. По опубликованным исследованиям достоверных различий в диагностической информативности в сравнении с классической СБ под контролем трансректального ультразвукового исследования (ТРУЗИ) из трансректального доступа не установлено [11].

Общее количество биопсийных столбиков в обеих группах пациентов составило от 12 до 22. Все очаги как ТБ, так и СБ были пронумерованы и внесены в диагностический протокол биопсии, в соответствии с которым при ретроспективном анализе данных имеется возможность получить информацию, из какого сегмента ПЖ выполнен биоптат (рис. 1, 2). При сопоставлении данных МРТ, диагностического протокола и полученных результатов гистологического исследования выполнялся анализ положительных и отрицательных результатов для каждого биоптата. Для статистического анализа был применен тест Макнимара для зависимых парных выборок, поскольку сравниваемые методики одновременно выполнялись у одних и тех же пациентов, что обеспечивает корректность выбранной методики, результаты теста представлены в виде комбинационной таблицы.

Результаты

У всех 113 пациентов определялось повышение сывороточного ПСА в пределах 2,4–49,48 нг/мл (среднее значение 15,10 нг/мл). У 26 (23%) из 113 пациентов определялись изменения при ПРИ. 100 (88,5%) пациентам биопсия была выполнена впервые; 13 (11,5%) пациентам ранее выполнялась СБ в анамнезе с отрицательными данными гистологического исследования.

Результаты мпМРТ подразделяли на положительные и отрицательные в зависимости от категории PI-RADS: положительными признавались категории 3–5, отрицательными – 1–2. Анализ результатов мпМРТ представлен в табл. 1.

По данным мпМРТ у 26 (23%) пациентов были установлены 1-я и 2-я категории изменений по PI-RADS v.2.1, соответствующие очень низкой или низкой вероятности кзРПЖ; в 14 (12%) случаях определена категория 3, соответствующая промежуточной вероятности кзРПЖ; 4-я категория была у 30 (27%) пациентов, соответствующая высокой вероятности кзРПЖ, и 5-я категория – у 43 (38%) пациентов, соответствующая очень высокой вероятности кзРПЖ.

Линейный размер очагов, подозрительных на РПЖ (3–5-я категория по PI-RADS), находился в промежутке от 6 до 20 (медиана 9) мм. Таким образом, по данным мпМРТ подозрение на кзРПЖ (категории PI-RADS 3–5) было у 87 (77%) пациентов, после чего им была проведена комбинированная биопсия.

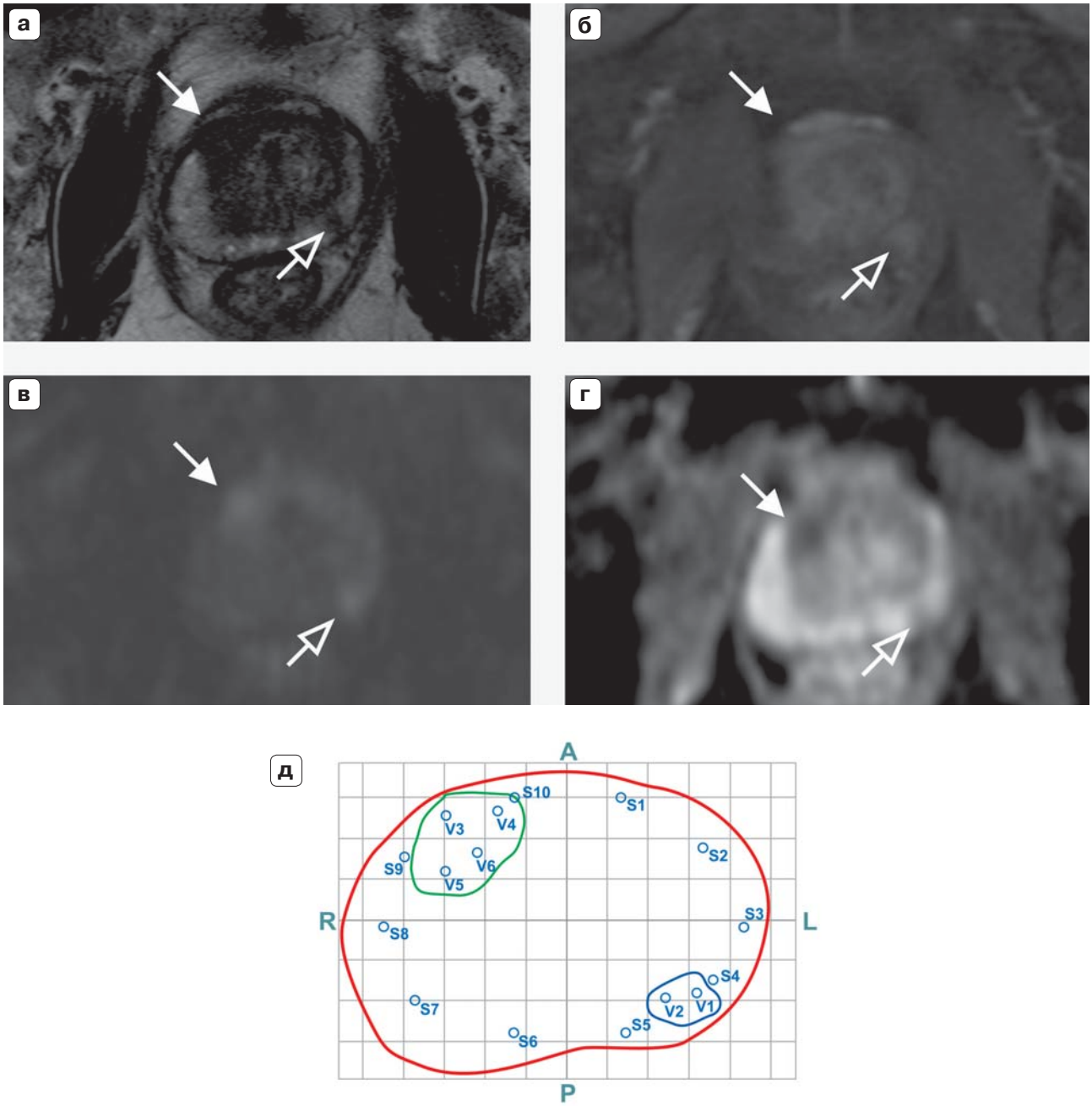


Рис. 1. мпМРТ предстательной железы у пациента 56 лет. **а** – Т2ВИ, сплошная стрелка – очаг 5-й категории на границе периферической зоны и ПФМС, прозрачная стрелка – очаг 4-й категории; **б** – ДКУ, раннее накопление контраста в очагах, помеченных сплошной и прозрачной стрелкой; **в, г** – ДВИ и карта ИКД, сплошная стрелка – очаг 5-й категории, итоговая категория по PI-RADS – 5, прозрачная стрелка – очаг 4-й категории, итоговая категория по PI-RADS – 4; **д** – навигационная карта комбинированной биопсии: S1–10 – распределение участков системной биопсии, выполненной без учета данных МРТ; V1–V6 – участки прицельной биопсии по данным мпМРТ. Результаты биопсии: участки S1–10 и V4 – железистая гиперплазия; V1–V2 – 80–90% столбика аденокарцинома ISUP3; V3, V5–V6 – до 100% аденокарцинома ISUP 1.
Комментарий: у данного пациента кзРПЖ верифицирован только по данным прицельной биопсии.

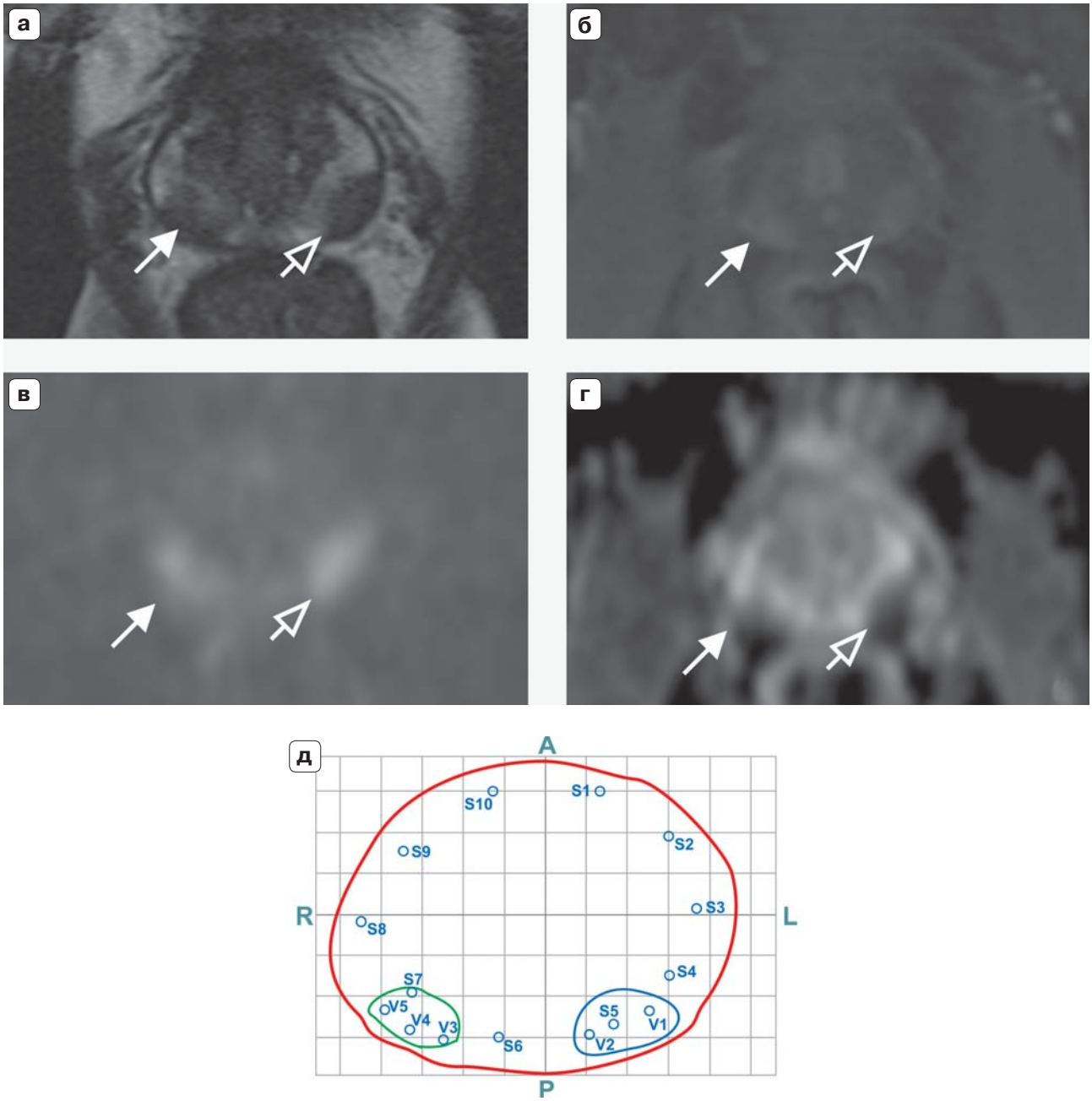


Рис. 2. мпМРТ предстательной железы у пациента 60 лет с верифицированным РПЖ. **а** – Т2ВИ, сплошная стрелка – очаг 5-й категории в периферической зоне справа, прозрачная стрелка – очаг 5-й категории в периферической зоне слева; **б** – ДКУ, наличие раннего накопления контраста в очагах; **в, г** – ДВИ и карта ИКД, ограничение диффузии протонов в очагах, 5-я категория; итоговая категория по PI-RADS – 5; **д** – навигационная карта комбинированной биопсии: S1–10 – распределение участков системной биопсии, выполненной без учета данных МРТ; V1–V5 – участки прицельной биопсии по данным мпМРТ. Результаты биопсии: участки S1–S4, S6, S8–10 – железистая гиперплазия; V1–V5, S5, S7 30–100% столбиков аденокарцинома ISUP2 и ISUP3.
Комментарий: у данного пациента кзРПЖ верифицирован как по данным прицельной, так и системной биопсии.

Таблица 1. Характеристика результатов мпМРТ

Категория изменений PI-RADS	1-я	2-я	3-я	4-я	5-я
Пациенты n = 113	10 (8,9%)	16 (14,2%)	14 (12,4%)	30 (26,5%)	43 (38,0%)
Категория изменений PI-RADS	1–2-я (отрицательные данные мпМРТ)		3–5-я (положительные данные мпМРТ)		
Пациенты n = 113	26 (23%)		87 (77%)		

Таблица 2. Сопоставление результатов ТБ и СБ предстательной железы

Биопсия			**СБ**		**Всего**
			отрицательная	**положительная**	
ТБ	Отрицательная	Количество	47	4	51
		% в МРТ	92,2%	7,8%	100,0%
	Положительная	Количество	25	37	62
		% в МРТ	40,3%	59,7%	100,0%
Всего		Количество	72	41	113
		%	63,7%	36,3%	100,0%

При анализе результатов гистологического исследования после проведенной биопсии ПЖ у пациентов с категорией PI-RADS 3–5 у 25 (28,8%) пациентов кзРПЖ не был обнаружен, далее эти пациенты проходили динамическое наблюдение в сроки не менее чем 14 мес. У 62 (71,2%) пациентов был выявлен кзРПЖ, причем у 37 (42,5%) он был обнаружен как по данным ТБ, так и СБ; у 25 (28,7%) кзРПЖ был обнаружен исключительно по данным ТБ.

26 (23%) пациентам с 1–2-й категорией изменений по PI-RADS была выполнена СБ ввиду высокого клинического подозрения на РПЖ (высокое значение уровня сывороточного ПСА в сочетании с низким, менее 15% отношением свободного ПСА к общему ПСА), у 4 из них был выявлен кзРПЖ. При ретроспективной оценке данных МРТ ранее выставленная 2-я категория по PI-RADS не претерпела изменений.

На основании полученных результатов, количество истинноположительных (ИП) случаев мпМРТ составило 62 из 113, истинноотрицательных (ИО) – 22, ложноотрицательных (ЛО) – 4 и ложноположительных (ЛП) – 25. Таким образом, чувствительность мпМРТ составила 93,9%, специфичность – 46,8%. Прогностическая ценность положительного результата (ПЦПР) составила 71,2%, отрицательного результата (ПЦОР) – 84,6%. Количество ИП-случаев СБ составило 41 из 113, ИО – 47, ЛО – 25. ЛП-случаев, если не учитывать расхождений класса по ISUP в постбиопсийном и послеоперационном РПЭ-материале, что не входило в задачи настоящего исследования, не было. Чувствительность СБ составила 62,1%, специфичность – 100%, ПЦОР – 65,2%.

В табл. 2 представлены результаты двух методик биопсий предстательной железы.

Таким образом, у 37 (32,5%) пациентов кзРПЖ определялся как по данным ТБ, так и СБ. В 25 (22%) случаях кзРПЖ был выявлен только по данным ТБ и не диагностирован по данным СБ. У 4 (3,5%) пациентов кзРПЖ был определен только по данным СБ и у 47 пациентов (42%) кзРПЖ не был обнаружен ни по данными ТБ, ни СБ.

У 13 пациентов с ранее выполненной СБ и отрицательными результатами гистологического исследования и персистирующим ростом уровня ПСА по данным мпМРТ были выявлены очаги с категорией 4–5 по PI-RADS, из них: 9 – в передней фибромускулярной строме и 4 – в транзиторной зоне. По результатам гистологического исследования, выполненная ТБ из выявленных по данными мпМРТ очагов была положительной. Таким образом, чувствительность мпМРТ и ТБ у данной категории пациентов составила 100%.

47 пациентов с отрицательными данными гистологического исследования как после ТБ, так и после СБ наблюдались на протяжении 14–19 мес; из них у 25 после проведенного противовоспа-

лительного лечения отмечено снижение уровня сывороточного ПСА, в связи с чем повторная мпМРТ предстательной железы и биопсия не проводились. Двум пациентам из 25 за указанный промежуток времени было выполнено контрольное исследование. При повторной МРТ предстательной железы в одном случае через 15 мес отмечалось снижение оценочной градации PI-RADS v.2.1 с 4-й категории до 2-й, клинически это сопровождалось снижением уровня ПСА с 6,3 до 4,41 нг/мл и было расценено как исход очага воспалительной инфильтрации.. Во втором случае пациенту через 16 мес при отсутствии существенной динамики по МР-картине и стабильных значениях уровня ПСА была выполнена повторная комбинированная биопсия с отрицательными данными гистологического исследования, не подтвердившая наличие РПЖ. Таким образом, по данным всех 47 пациентов в группе динамического наблюдения можно сделать вывод об отсутствии кзРПЖ в момент проведения мпМРТ и последующей биопсии.

Обсуждение

Полученные результаты комбинированной биопсии, включающей в себя ТБ и СБ, демонстрируют удельный вес каждого метода в точной диагностике кзРПЖ. Одномоментное выполнение ТБ и СБ дает возможность корректно сопоставить результаты каждой методики. Анализ групп пациентов с отрицательными результатами мпМРТ, прошедших трансперинеальную СБ, позволил выявить ложноотрицательные данные мпМРТ, что свидетельствует о сохраняющейся необходимости выполнять биопсию в случае отрицательных данных мпМРТ.

В 22% наблюдений кзРПЖ был выявлен только по данным мпМРТ и ТБ, что подтверждает высокую целесообразность выполнения мпМРТ у всех пациентов с подозрением на РПЖ. Обнаружение по данным ТБ кзРПЖ у всех пациентов с отрицательными результатами ранее проведенной СБ в анамнезе свидетельствует о необходимости выполнения мпМРТ перед повторной биопсией.

Полученные результаты наглядно демонстрируют ограничения специфичности мпМРТ в случаях 3–4-й категории изменений по PI-RADS. Данный факт наблюдается в работах широкого ряда авторов: специфичность МРТ для 4-й категории по PI-RADS составила 60%, а для 3-й категории – 12% [16]. Низкая специфичность мпМРТ стала причиной того, что с 2019 г., согласно рекомендациям EAU, исследование не рекомендуется выполнять мужчинам без клинического подозрения на опухолевый процесс [3].

Высокая ПЦОР мпМРТ является следствием высокой чувствительности метода. ПЦОР в нашем исследовании составила 84%, что коррелирует с данными метаанализа P. Moldovan (2017) [15], где среднее значение ПЦОР мпМРТ составляло 82,4% (интервал 69,0–92,4%). Высокая ПЦОР мпМРТ, вероятно, будет полезна врачам-урологам при выборе тактики ведения пациентов с подозрением на РПЖ в рамках уточнения показаний к биопсии ПЖ в зависимости от результатов мпМРТ. В настоящем исследовании чувствительность мпМРТ (84%) оказалась существенно выше чувствительности СБ (65,2%), что может являться основанием выполнять мпМРТ всем пациентам с подозрением на кзРПЖ.

В нашем исследовании ТБ выполнялась после СБ одним и тем же специалистом урологом. Последовательное выполнение СБ по утвержденному шаблону с последующей загрузкой разметки для ТБ и выполнение самой прицельной биопсии минимизирует влияние коррекции позиционирования биопсийных очагов при СБ в зависимости от результатов МРТ. По этическим соображением возможность выполнения двух разных этапов биопсий (отдельное выполнение ТБ и отдельное выполнение СБ) не была одобрена, в результате чего пациентам предложена одномоментная комбинированная биопсия. Последний вариант является доминирующим в современной клинической практике и все большее количество ведущих центров отказываются от ранее существовавшей методики выполнения СБ под контролем ТРУЗИ сразу или после выполненной накануне ТБ.

Влияние результатов мпМРТ на выполнение СБ, когда ТБ и СБ проводятся одномоментно одним специалистом, является общепризнанной проблемой при необходимости сравнить чувствительность каждого метода: если специалист заранее осведомлен о данных мпМРТ, то часть сэмплов СБ может быть взята не из стандартной позиции в соответствии с шаблоном, а из зоны изменений по данным мпМРТ, что увеличит чувствительность СБ и станет причиной некорректной оценки результатов. В исследовании O. Rouvière и соавт. (2018) СБ проводилась после ТБ врачом-клиницистом, не осведомленным о результатах мпМРТ; авторы указывают, что артефакты и следы геморрагического пропитывания могли повлиять на выбор участков для СБ и повысить чувствительность СБ.

Напротив, в рандомизированных исследованиях с разными выборками пациентов, когда часть пациентов направлена исключительно на ТБ, а вторая часть – исключительно на СБ, всегда сохраняются как сложность их рандомизации (по этическим соображениям в нашем исследовании

пациентам невозможно было предложить только ТБ), так и ошибки самой рандомизации, что потенциально может снизить корректность сравниваемых результатов [4, 13].

Отсутствие признаков опухоли у 47 пациентов с отрицательными данными гистологического исследования после биопсии при динамическом наблюдении в течение 14–18 мес свидетельствует об истинном отсутствии кзРПЖ у них на момент проведения мпМРТ и биопсии, что в свою очередь подтверждает точность полученных данных. В исследовании V. Panebianco и соавт. (2018) проанализирован мониторинг пациентов с отрицательными данными МРТ и отрицательными данными СБ; продемонстрирована низкая вероятность (менее 5% в течение не менее чем 2 лет) наличия кзРПЖ, предполагается, что все выявленные опухоли получили развитие в ходе динамического наблюдения и отсутствовали в момент проведения мпМРТ или биопсии [14].

Заключение

Полученные результаты исследования свидетельствуют о высокой чувствительности мпМРТ и выполненной по ее результатам ТБ. Высокое процентное соотношение пациентов с выявленным кзРПЖ исключительно по данным ТБ свидетельствует о целесообразности применения данной методики всем пациентам независимо от наличия предшествующих биопсий. У пациентов, находящихся под динамическим наблюдением, с наличием отрицательных результатов СБ в анамнезе, при сохраняющихся клинических проявлениях, свидетельствующих о вероятности РПЖ, выполнение мпМРТ перед повторной верификацией является обязательным. Количество ложноотрицательных результатов мпМРТ свидетельствует о невозможности использования метода в качестве критерия исключения при определении показаний к СБ у больных с клиническим подозрением на РПЖ. В настоящее время комбинированная биопсия, включающая в себя ТБ и СБ, может быть признана наиболее рациональным вариантом верификации РПЖ, обладающим более высокими показателями информативности по сравнению с каждой из сравниваемых методик.

Участие авторов

Гулин Г.А. – проведение исследования, сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, написание текста, анализ и интерпретация полученных данных, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы.

Зырянов А.В. – концепция и дизайн исследования, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

Рубцова Н.А. – концепция и дизайн исследования, подготовка и редактирование текста, участие в научном дизайне, подготовка, создание опубликованной работы, утверждение окончательного варианта статьи.

Артемов В.М. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Замятин А.В. – сбор и обработка данных, статистическая обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Гребенев Е.А. – сбор и обработка данных, анализ и интерпретация полученных данных.

Introduction

The prostate cancer diagnostic pathway offers transrectal ultrasoundguided (TRUS) systemic biopsy (SB) [1–3]. Overall SB accuracy limitations and necessity to increase the effectiveness clinically significant prostate cancer (csPCa) detection initiated the search for new diagnostic methods [4–6]. Excellent mpMRI accuracy in detection of csPCa allows wide implementation in clinical practice. Application of mpMRI for planning and navigation of "index foci" potentially increases sensitivity of the procedure. The high negative predictive value (NPV) of negative mpMRI result in the detection of csPCa, in a number of cases, might allow abandon prostate biopsy in favor of active surveillance [7]. In 2020, the European Association of Urologists published indications for targeted prostate biopsy [7]. Based on the previous studies, targeted biopsy (TB) demonstrated high efficacy in patients with previous negative SB results with persistent clinical suspicion of prostate cancer [3, 7].

However, in order to widely introduce such diagnostic algorithms into clinical practice, it is necessary to clarify the effectiveness of mpMRI in detecting csPCa, analyze the reproducibility of the technique and interpretation of MRI data using a unified system PI-RADS v.2.1 in the conditions of routine clinical practice, and evaluate the diagnostic effectiveness of targeted biopsy performed based on positive MRI results.

Materials and methods

The study was done in Sverdlovsk Region Oncology Center, Sverdlovsk Regional Clinical Hospital No. 1 and “European medical center UGMK-Health” Ltd. 113 participants were recruited by local urologist. Patient age was 47–75 years (mean age – 63 years), all patient presented clinical suspicion of PCa with el-

evated serum prostate specific antigen (PSA) level or abnormal digital rectal examination (DRE) or both. The study included 13 (11.5%) patients with a history of SB and negative histological results. In view of persisting PSA growth and continued suspicion of csPCa, they perform mpMRI before repeated biopsy.

All patients underwent mpMRI with consequent transperineal targeted biopsy (TB) and systemic biopsy (SB) in cases 3–5 categories changes detection according to PI-RADS, or transperineal SB only in 1–2 category changes. The study was conducted strictly according to the developed PI-RADS v.2.1 criteria [10]. Time gap between mpMRI and the biopsy did not exceed 4 weeks.

Exclusion criteria of the study were signs of advanced tumor: the level of serum PSA more than 50 ng/ml and/or the spread of the tumor to adjacent organs on MRI, since in both cases the probability of advance cancer is extremely high and there is no reason performing TB. Patients with hip prostheses that reduced study quality and subsequent difficultness in correct interpretation according to PI-RADS criteria were also excluded.

All MRI data and study interpretation were performed in accordance with PI-RADS v.2.1 [10]. Multiparametric MRI was done at 3T Siemens Skyra with an external 20-element coil. The MRI protocol included T2W performed in 3x orthogonal planes, TR 4200, TE 102, matrix 448 × 448, slice thickness 3mm, slice gap 0 mm, FOV 200 mm; axial DWI obtained with multiple b-values (50.800.1000) matrix 128 × 128, slice thickness 3 mm, T1W gradient echo with dynamic bolus contrast enhancement (Gadovist 7.5), injection rate 2 ml/s, repetition 35, time resolution 7 sec, matrix 256 × 256. Interpretation of the data was performed by two independent radiologists. All discrepancies, if any, were analyzed, based on the results of the discussion, a collegial opinion was issued. PI-RADS v.2 category 3–5 sites were placed at high resolution T2W. For navigation during transperineal biopsy, the GE Logic E9 expert class ultrasound system (Milwaukee USA) equipped with a hardware and software complex for fusion biopsy MedCom GmbH BiopSee 2.2 (Darmstadt, Germany) was used. The biopsy was performed by a urologist.

The study used a combined biopsy algorithm involving sequential execution of SB and TB in one session. At the first stage, a systematic biopsy of 10–12 points was performed in accordance with the standard template. Further, according to the MRI findings, foci were marked for targeted biopsy with their subsequent biopsy (3–6 biopsy columns from each marked focus). On average, the total time spent on biopsy was 15–25 minutes. All patients were biopsied under anesthesia. The combination of inhalation (Sevoran) and intravenous (Propofol, Phentanyl) anesthetics was used. In case of 1–2 category of changes on PI-RADS, only transperineal SB from 12–14 points was performed.

SB in the study was performed with transperineal access. According to published studies, there were no significant differences in diagnostic accuracy compared to classical SB with TRUS navigation [11].

The total number of biopsy cores in both patient groups was 12 to 22. All foci of both TB and SB were numbered and entered into the diagnostic biopsy protocol, according to which, in retrospective data analysis, it is possible to obtain information from which segment of the prostate biopsy core was performed (Fig. 1, 2). When comparing MRI data, diagnostic protocol and obtained histological examination results, analysis of positive and negative results was performed for each biopsy site. For statistical analysis, the McNimar test for dependent variable was applied, since the both methods were simultaneously performed in the same patients, which ensures the correctness of the selected method. Test results are presented in the form of a combined table.

Histological evaluation was done in accordance recommendations of the international committee of pathomorphologists specializing in urogenital pathology (ISUP) 2018 [12].

Results

In all patients, an increase in serum PSA level of 2.4 ng/ml to 49.48 ng/ml (mean 15.10 ng/ml) was detected. In 26 (23%) of 113 patients DRE abnormalities were detected. 100 (88.5%) patients were biopsy naïve men; 13 (11.5%) patients had history of negative SB.

The results of the mpMRI were divided into positive and negative groups according to the category of PI-RADS: the categories 3-5 were recognized as positive, 1-2 were recognized as negative. Analysis of mpMRI results is shown in Table 1.

On mpMRI data, 26 (23%) patients had a 1–2 category of changes established by PI-RADS v2.1 corresponding to a very low or low probability of csPCa. In 14 (12%) cases, category 3 corresponding to the intermediate probability of csPCa is defined; Category 4 – in 30 patients (27%), corresponding to a high probability of csPCa and category 5 – in 43 patients (38%), corresponding to a very high probability of csPCa.

The linear size of foci suspected of prostate cancer (3–5 categories by PI-RADS) was in the range of 6 to 20mm (median 9 mm). Thus, according to the mpMRI, suspicion of csPCa (categories PI-RADS 3–5) was established in 87 (77%) patients, after which they underwent a combined biopsy.

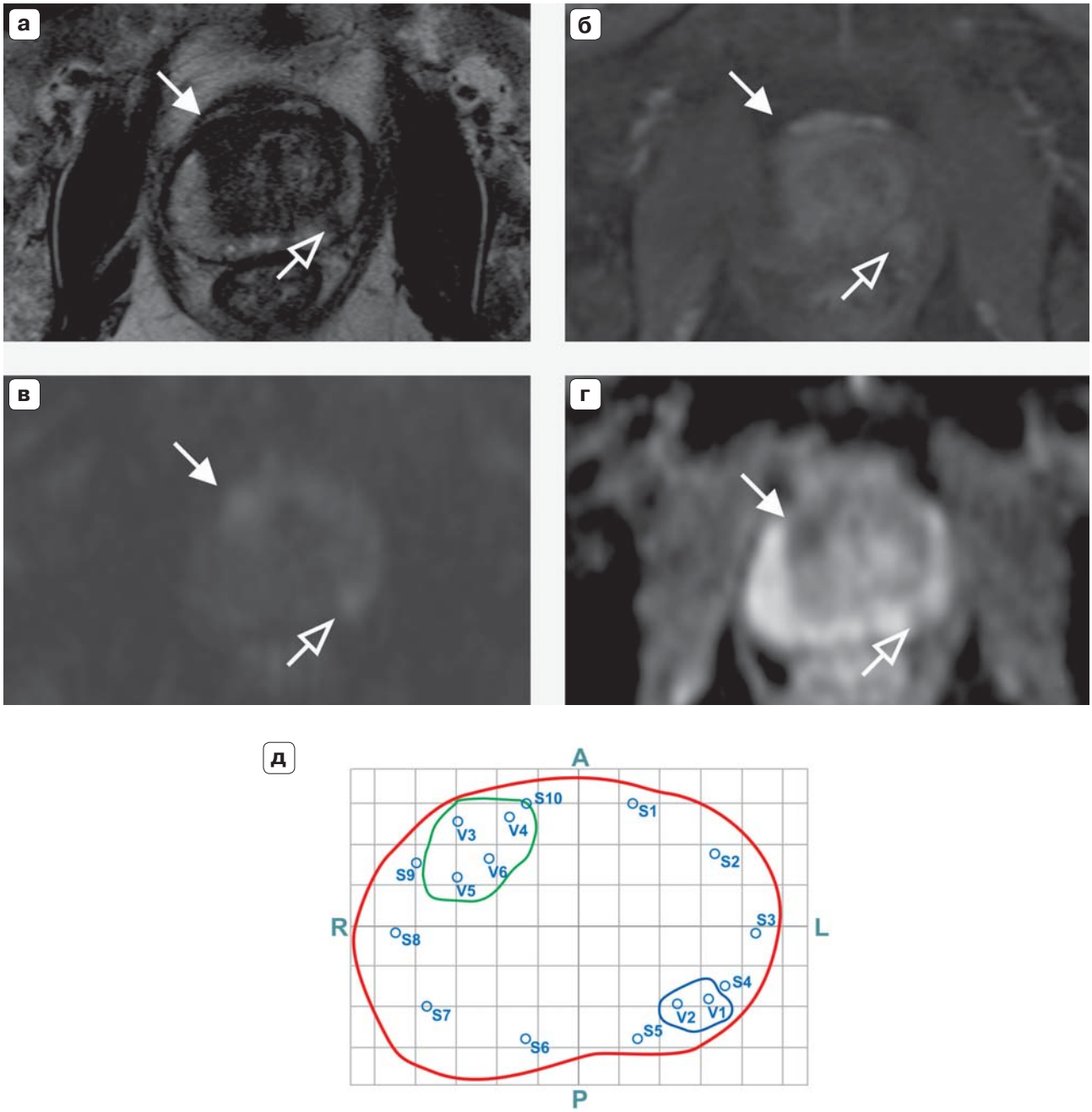


Fig. 1. Prostate mpMRI in 65 years old man. **а** – T2W, white arrow, focus of the 5th category at the border of the peripheral zone and AFMS, open arrow – focus of the 4th category; **б** – DCE early enhanced foci marked arrows; **в, г** – DWI and ADC map, white arrow highlights 5th PI-RADS focus for DWI, final category according to PI-RADS is 5, open arrow highlights 4th category, final category according to PI-RADS – 4; **д** – navigation map of combined biopsy: S1–10 – distribution of SB cores; V1–V6 – areas of targeted biopsy cores; Histological results: areas of S1–10 and V4 – glandular hyperplasia; V1–V2 80–90% – ISUP3 adenocarcinoma; V3, V5–V6 – up to 100% ISUP1 adenocarcinoma. In this patient, csPCa was verified by targeted biopsy only.

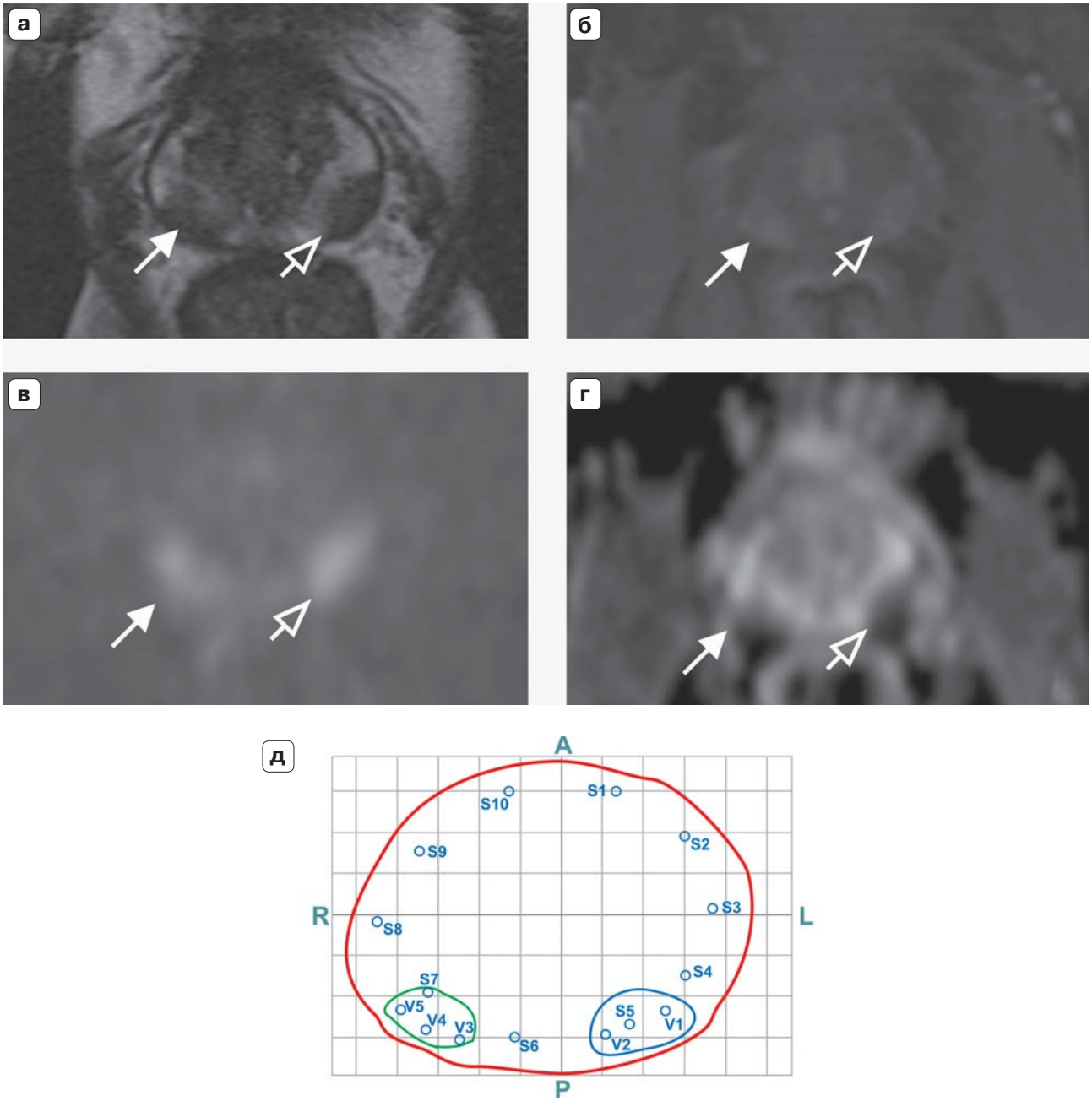


Fig. 2. mpMPT prostate gland in a 60 years old man. **а** – T2W, white arrow highlights focus of the 5th category in the right peripheral zone, open arrow highlights focus 5th category in the left peripheral zone; **б** – DCE shows early contrast enhancement in foci; **в, г** – DWI and ADC map demonstrates proton diffusion restriction in foci, final PI-RADS category is 5; **д** – navigation map of combined biopsy: S1–10 – distribution of SB cores; V1–V5 – areas of targeted biopsy cores. Histological results: areas of S1–S4, S6, S8–10 – glandular hyperplasia; V1, V5, S5, S7 30–100% ISUP2 and ISUP3 adenocarcinoma. *Comment:* In this patient, PCa was verified both by targeted and systematic biopsy.

Table 1. mpMRI results characteristic

PI-RADS category	1	2	3	4	5
Patient (n = 113)	10 (8.9%)	16 (14.2%)	14 (12.4%)	30 (26.5%)	43 (38.0%)
PI-RADS category	1–2 (negative data mpMRI)		3–5 (positive data mpMRI)		
Patient (n = 113)	26 (23%)		87 (77%)		

Table 2. Pairing table of TB and SB results

Biopsy			**SB**		**Total**
			Positive	**Negative**	
TB	Negative	N	47	4	51
		% MRI	92,2%	7,8%	100,0%
	Positive	N	25	37	62
		% MRI	40,3%	59,7%	100,0%
Total		N	72	41	113
		%	63,7%	36,3%	100,0%

When analyzing the results of a histological study following a prostate biopsy in patients with category PI-RADS 3–5, 25 (28.8%) of csPCa patients were not detected, further these patients underwent dynamic follow-up at least 14 months.

In 62 (71.2%) cases, csPCa was detected, with 37 (42.5%) found from both TB and SB; in 25 (28.7%), csPCa was detected solely on TB.

26 (23%) patients with 1–2 category PI-RADS findings underwent TB due to high clinical suspicion of PCa (high serum PSA level combined with low, less than 15% free PSA/total PSA ratio), 4 of them had csPCa detected. In retrospective evaluation of MRI data, the previously identified 2nd category on PI-RADS was unchanged.

Based on the obtained results, the number of true positive mpMRI cases was 62 of 113, true negative – 22, false negative – 4, false positive – 25. Thus, the sensitivity of mpMRI was 93.9%, the specificity – 46.8%. The positive predictive value (PPV) was 71.2%, NPV was 84.6%. The number of true positive cases of SB was 41 out of 113, true negative – 47, false negative – 25. There were no false positive SB cases if the ISUP class differences in post-biopsy and post-operative in the case of radical prostatectomy (RP) histology were not taken into account, which was not part of the objectives of the present study. Sensitivity of SB was 62.1%, specificity – 100%, NPV – 65.2%.

Table 2 shows the results of two prostate biopsy techniques.

Thus, in 37 patients (32.5%), csPCa was detected on TB and SB. In 25 (22%) cases, csPCa was detected on TB only and not diagnosed on SB. In 4 (3.5%) patients, csPCa was detected on SB data and in case of 47 patients (42%) no csPCa was detected on TB or SB.

In 13 patients with previously negative SB and persistent PSA level growth according to mpMRI, foci with category 4–5 by PI-RADS were identified, 9 of them in the anterior fibromuscular stroma and 4 in the transitional zone. According to the histological results, TB from the detected mpMRI foci was positive. Thus, the sensitivity of mpMRI and TB in this selected category was 100%.

47 patients with negative histological data both after TB or SB were observed for 14-19 months; of these, 25, after anti-inflammatory treatment, showed serum PSA level decreasing, due to which repeated prostate mpMRI and biopsies were not performed. A control study was performed on 2 out of 25 patients. With repeated prostate MRI, in one case, at 15 months there was a decrease in the estimated gradation of PI-RADS v.2.1 from category 4 to 2nd, clinically this was accompanied by a decrease in PSA levels from 6.3 ng/ml to 4.41 ng/ml and was regarded as an outcome of the inflammatory process. In the second case, after 16 months, in the absence of significant dynamics in the MR picture and stable PSA levels, a repeated combined biopsy was performed with negative histological data, which did not confirm the presence of PCa. Thus, in all 47 patients in the dynamic follow-up group, the absence of csPCa at the time of study mpMRI and subsequent biopsy can be concluded.

Discussion

The obtained results of the combined biopsy including TB and SB demonstrate the value of each method in PCa diagnosis. The simultaneous execution of TB and SB makes it possible to compare the results of each technique correctly. Analysis of patients groups with negative mpMRI results undergoing

transperineal SB revealed false negative mpMRI data, suggesting a continuing need to perform biopsies in the case of negative mpMRI data.

In 22% of observations, csPCa was only detected from mpMRI and TB data, confirming the high feasibility of performing mpMRI in all patients with suspected prostate cancer. Detection from TB csPCa data in all biopsy-na ve men suggests the obligation to perform mpMRI before repeated biopsy.

Our data clearly demonstrate the limitations of mpMRI specificity, in cases of 3–4 categories of changes according to PI-RADS. This fact is observed in wide range previously published study: the specificity of MRI for 4th category according to PI-RADS was 60%, and for the 3rd category – 12% [16]. The low mpMRI specificity became a reason to refuse mpMRI performance for the men without PCa suspicion, according to EAU recommendations [3].

The high NPV mpMRI is a consequence of it high sensitivity. The NPV in our study was 84%, which correlates with P. Moldovan meta-analysis data (2017) [15], where the mean NPV mpMRI was 82.4% (interval 69.0–92.4%). High NPV mpMRI is likely to be useful for urologist physicians in patient management especially with considering mpMRI findings. In the present study, the sensitivity of mpMRI (84%) was significantly higher than the sensitivity of SB (65.2%), which may be the reason to perform mpMRI for all patients with suspected csPCa.

In our study, TB was performed after SB by the same specialist urologist. Sequential execution of SB on the approved template, followed by MPI data import minimizes the effect of biopsy focus positioning correction in SB depending on MRI results. For ethical reasons, the possibility of performing 2 different stages of biopsies (separate execution of TB and separate execution of SB) was not approved, as a result of which patients were offered a single-step combined biopsy. The latter option is dominant in nowadays clinical practice and an increasing number of leading centers are abandoning the pre-existing technique of performing SB with TRUS-navigation immediately or after the TB performed the day before. The effect of mpMRI results on SB performance when TB and SB are performed simultaneously by one person is a well known problem when it is necessary to compare the sensitivity of each method: if a specialist is aware of the mpMRI data, then the part of SB samples can be taken not from the template position, but from the zone of interest according to the mpMRI data, which will increase the SB sensitivity and cause incorrect evaluation of the results. In the O. Rouviere (2018) study, SB was performed after TB by a clinician, who was not aware of the results of mpMRI; the authors indicate that artifacts and traces of hemorrhagic impregnation may have influenced site selection for SB and increased it sensitivity.

In contrast, in randomized trials with different patient samples, where one part of the patients undergo only TB and the other part – only SB, both the difficulty of correct randomization still remains (moreover for ethical reasons, it was not possible in our study to offer patients only TB) and the errors of randomization itself exist, which could potentially reduce accuracy of compared data [4, 13].

The absence of tumor signs in 47 patients with negative histological examination data after biopsy at dynamic observation for 14–18 months indicates the true absence of csPCa at the time of mpMRI and biopsy, which in turn confirms the accuracy of our data. In the V. Panebianco's (2018) study analyzed patient monitoring with negative MRI and negative SB data; low probability (less than 5% for at least 2 years) of csPCa was demonstrated, it is assumed that all detected tumors developed during dynamic observation and were absent at the time of mpMRI or biopsy [14].

Conclusions

The obtained results of the study indicate a high sensitivity of the mpMRI and TB performed according to its results. The high proportions of patients with detected csPCa on TB solely indicates the feasibility of applying this technique to all patients regardless of previous biopsies history. In patient with previous negative SB results and persistent clinical PCa suspicion, performing of mpMRI before biopsy is mandatory. The number of false negative mpMRI results indicates the impossibility of using the method as a triage test before biopsy. Currently, combined biopsy, which includes TB and SB, can be recognized as the most rational method of PCa detection.

Authors' participation

Gulin G.A. – conducting research, collection and analysis of data, statistical analysis, writing text, analysis and interpretation of the obtained data, participation in scientific design, preparation and creation of the published work.

Zyryanov A.V. – concept and design of the study, participation in scientific design, participation in scientific design, preparation and creation of the published work, approval of the final version of the article.

Rubtsova N.A. – concept and design of the study, participation in scientific design, text preparation and editing, preparation and creation of the published work, approval of the final version of the article.

Artemov V.M. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Zamyatin A.V. – collection and analysis of data, statistical analysis, analysis and interpretation of the obtained data.

Grebenev E.A. – collection and analysis of data, analysis and interpretation of the obtained data.

Список литературы

1. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации по диагностике и лечению рака предстательной железы. http://www.oncology.ru/association/clinical-guidelines/2018/rak_predstatelnoy_zhelezy_ pr2018.pdf
2. Клинические рекомендации РОУ, РОКО, РООУ, АОР по раку предстательной железы (2020). https://oncology-association.ru/files/clinical-guidelines-2020/rak_predstatelnoj_zhelezy.pdf
3. Рекомендации Европейского общества урологов по диагностике и лечению рака предстательной железы. 2020. https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/
4. Mehralivand S., Bednarova S., Shih J.H. et al. Prospective Evaluation of PI-RADS Version 2 Using the International Society of Urological Pathology Prostate Cancer Grade Group System. *J. Urol.* 2017; 198 (3): 583–590.
5. Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., Gabe R., Kaplan R., Parmar M.K., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A.P., Oldroyd R., Parker C., Emberton M.; PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017; 389 (10071): 815–822. http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32401-1
6. Drost F.H., Osses D., Nieboer D., Bangma C.H., Steyerberg E.W., Roobol M.J., Schoots I.G. Prostate Magnetic Resonance Imaging, with or Without Magnetic Resonance Imaging-targeted Biopsy, and Systematic Biopsy for Detecting Prostate Cancer: A Cochrane Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Urol*. 2020; 77 (1): 78–94. http://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.06.023
7. Padhani A.R., Barentsz J., Villeirs G., Rosenkrantz A.B., Margolis D.J., Turkbey B., Thoeny H.C., Cornud F., Haider M.A., Macura K.J., Tempany C.M., Verma S., Weinreb J.C. PI-RADS Steering Committee: The PI-RADS Multiparametric MRI and MRI-directed Biopsy Pathway. *Radiology*. 2019; 292 (2): 464–474. http://doi.org/10.1148/radiol.2019182946
8. Stanford J.L., Stephenson R.A., Coyle L.M., Cerhan J., Correa R., Eley J.W., Gilliland F., Hankey B., Kolonel L.N., Kosary C., Ross R., Severson R., West D. *Prostate Cancer Trends* 1973-1995, SEER Program, National Cancer Institute. NIH Pub. No. 99–4543. Bethesda, MD, 1999.
9. Yadav S.S., Stockert J.A., Hackert V. et al. Intratumor heterogeneity in prostate cancer // *Urol. Oncol.: Semin. Original Invest.* 2018; 36 (8): 349–360. https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2018.05.008
10. Prostate Imaging Reporting & Data System (PI-RADS) 2019 v2.1 (full text document) https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/PI-RADS
11. Matoso A., Epstein J. Defining clinically significant prostate cancer on the basis of pathological findings Histopatology. *Histopathology.* 2018; 74: 135–145. https://doi.org/10.1111/his.13712
12. Huang G.L., Kang C.H., Lee W.C., Chiang P.H. Comparisons of cancer detection rate and complications between transrectal and transperineal prostate biopsy approaches – a single center preliminary study. *BMC Urol.* 2019; 19 (1): 101. https://doi.org/10.1186/s12894-019-0539-4
13. Rouvière O., Puech P., Renard-Penna R., Claudon M., Roy C., Mège-Lechevallier F., Decaussin-Petrucci M., Dubreuil-Chambardel M., Magaud L., Remontet L., Ruffion A., Colombel M., Crouzet S., Schott A.M., Lemaitre L., Rabilloud M., Grenier N.; MRI-FIRST Investigators. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naive patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study. *Lancet Oncol*. 2019; 20 (1): 100–109. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(18)30569-2
14. Panebianco V., Barchetti G., Simone G., Del Monte M., Ciardi A., Grompone M.D., Campa R., Indino E.L., Barchetti F., Sciarra A., Leonardo C., Gallucci M., Catalano C. Negative Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Prostate Cancer: What's Next? *Eur. Urol*. 2018; 74 (1): 48–54. https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.03.007
15. Moldovan P.C., Van den Broeck T., Sylvester R., Marconi L., Bellmunt J., van den Bergh R.C.N., Bolla M., Briers E., Cumberbatch M.G., Fossati N., Gross T., Henry A.M., Joniau S., van der Kwast T.H., Matveev V.B., van der Poel H.G., De Santis M., Schoots I.G., Wiegel T., Yuan C.Y., Cornford P., Mottet N., Lam T.B., Rouvière O. What Is the Negative Predictive Value of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Excluding Prostate Cancer at Biopsy? A Systematic Review and Meta-analysis from the European Association of Urology Prostate Cancer Guidelines Panel. *Eur. Urol*. 2017; 72 (2): 250–266. https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.02.026
16. Kasivisvanathan V., Rannikko A.S., Borghi M. et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis. *N. Engl. J. Med*. 2018; 378 (19): 1767–1777. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1801993

References

1. Russia Federation Ministries of Healthcare Clinical Guidelines in Diagnostics and Management of prostate cancer http://www.oncology.ru/association/clinical-guidelines/2018/rak_predstatelnoy_zhelezy_ pr2018.pdf (In Russian)
2. Clinical Prostate Cancer Guidelines ROU, RUSSCO, ROOU, AOR 2020. https://oncology-association.ru/files/clinical-guidelines-2020/rak_predstatelnoj_zhelezy.pdf (In Russian)
3. European Association of Urology Prostate Cancer Guidelines 2020. https://uroweb.org/guideline/prostate-cancer/ (In Russian)
4. Mehralivand S., Bednarova S., Shih J.H. et al. Prospective Evaluation of PI-RADS Version 2 Using the International Society of Urological Pathology Prostate Cancer Grade Group System. *J. Urol.* 2017; 198 (3): 583–590.
5. Ahmed H.U., El-Shater Bosaily A., Brown L.C., Gabe R., Kaplan R., Parmar M.K., Collaco-Moraes Y., Ward K., Hindley R.G., Freeman A., Kirkham A.P., Oldroyd R., Parker C., Emberton M.; PROMIS study group. Diagnostic accuracy of multi-parametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): a paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017; 389 (10071): 815–822. http://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)32401-1
6. Drost F.H., Osses D., Nieboer D., Bangma C.H., Steyerberg E.W., Roobol M.J., Schoots I.G. Prostate Magnetic Resonance Imaging, with or Without Magnetic Resonance Imaging-targeted Biopsy, and Systematic Biopsy for Detecting Prostate Cancer: A Cochrane Systematic Review and Meta-analysis. *Eur. Urol*. 2020; 77 (1): 78–94. http://doi.org/10.1016/j.eururo.2019.06.023
7. Padhani A.R., Barentsz J., Villeirs G., Rosenkrantz A.B., Margolis D.J., Turkbey B., Thoeny H.C., Cornud F.,

Haider M.A., Macura K.J., Tempany C.M., Verma S., Weinreb J.C. PI-RADS Steering Committee: The PI-RADS Multiparametric MRI and MRI-directed Biopsy Pathway. *Radiology*. 2019; 292 (2): 464–474. http://doi.org/10.1148/radiol.2019182946
8. Stanford J.L., Stephenson R.A., Coyle L.M., Cerhan J., Correa R., Eley J.W., Gilliland F., Hankey B., Kolonel L.N., Kosary C., Ross R., Severson R., West D. *Prostate Cancer Trends* 1973-1995, SEER Program, National Cancer Institute. NIH Pub. No. 99–4543. Bethesda, MD, 1999.
9. Yadav S.S., Stockert J.A., Hackert V. et al. Intratumor heterogeneity in prostate cancer // *Urol. Oncol.: Semin. Original Invest.* 2018; 36 (8): 349–360. https://doi.org/10.1016/j.urolonc.2018.05.008
10. Prostate Imaging Reporting & Data System (PI-RADS) 2019 v2.1 (full text document) https://www.acr.org/Clinical-Resources/Reporting-and-Data-Systems/PI-RADS
11. Matoso A., Epstein J. Defining clinically significant prostate cancer on the basis of pathological findings Histopatology. *Histopathology.* 2018; 74: 135–145. https://doi.org/10.1111/his.13712
12. Huang G.L., Kang C.H., Lee W.C., Chiang P.H. Comparisons of cancer detection rate and complications between transrectal and transperineal prostate biopsy approaches – a single center preliminary study. *BMC Urol.* 2019; 19 (1): 101. https://doi.org/10.1186/s12894-019-0539-4
13. Rouvière O., Puech P., Renard-Penna R., Claudon M., Roy C., Mège-Lechevallier F., Decaussin-Petrucci M., Dubreuil-Chambardel M., Magaud L., Remontet L., Ruffion A., Colombel M., Crouzet S., Schott A.M., Lemaitre L., Rabilloud M., Grenier N.; MRI-FIRST Investigators. Use of prostate systematic and targeted biopsy on the basis of multiparametric MRI in biopsy-naive patients (MRI-FIRST): a prospective, multicentre, paired diagnostic study. *Lancet Oncol*. 2019; 20 (1): 100–109. https://doi.org/10.1016/S1470-2045(18)30569-2
14. Panebianco V., Barchetti G., Simone G., Del Monte M., Ciardi A., Grompone M.D., Campa R., Indino E.L., Barchetti F., Sciarra A., Leonardo C., Gallucci M., Catalano C. Negative Multiparametric Magnetic Resonance Imaging for Prostate Cancer: What's Next? *Eur. Urol*. 2018; 74 (1): 48–54. https://doi.org/10.1016/j.eururo.2018.03.007
15. Moldovan P.C., Van den Broeck T., Sylvester R., Marconi L., Bellmunt J., van den Bergh R.C.N., Bolla M., Briers E., Cumberbatch M.G., Fossati N., Gross T., Henry A.M., Joniau S., van der Kwast T.H., Matveev V.B., van der Poel H.G., De Santis M., Schoots I.G., Wiegel T., Yuan C.Y., Cornford P., Mottet N., Lam T.B., Rouvière O. What Is the Negative Predictive Value of Multiparametric Magnetic Resonance Imaging in Excluding Prostate Cancer at Biopsy? A Systematic Review and Meta-analysis from the European Association of Urology Prostate Cancer Guidelines Panel. *Eur. Urol*. 2017; 72 (2): 250–266. https://doi.org/10.1016/j.eururo.2017.02.026
16. Kasivisvanathan V., Rannikko A.S., Borghi M. et al. MRI-Targeted or Standard Biopsy for Prostate-Cancer Diagnosis. *N. Engl. J. Med*. 2018; 378 (19): 1767–1777. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1801993

Для корреспонденции*: Гулин Георгий Андреевич – gulin.george@gmail.com

Гулин Георгий Андреевич – заведующий отделением лучевой диагностики ООО "УГМК-Здоровье", Екатеринбург; https://orcid.org/0000-0001-9889-2593

Зырянов Александр Владимирович – доктор мед. наук, профессор кафедры урологии ФГБУ ВО УГМ Университета, Екатеринбург; https://orcid.org/0000-0001-8105-7233

Рубцова Наталья Алефтиновна – доктор мед. наук, заведующая отделом лучевой диагностики Московского научно-исследовательского онкологического института имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ "Национальный медицинский исследовательский центр радиологии" Минздрава России, Москва; https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Артемов Виктор Михайлович – врач-уролог отделения урологии ООО "УГМК-Здоровье", Екатеринбург; https://orcid.org/0000-0002-1379-5856

Замятин Александр Викторович – канд. мед. наук, врач-онколог отделения онкоурологии, ГБУЗ СО "Свердловский областной онкологический диспансер", Екатеринбург; https://orcid.org/0000-0002-7393-0810

Гребенев Евгений Анатольевич – канд. мед. наук, заведующий диагностической службой ГАУЗ СО "Верхнепышминская ЦГБ имени П.Д. Бородина", Верхняя Пышма; https://orcid.org/000-0003-0129-5034

Contact*: Georgy A. Gulin – gulin.george@gmail.com

Georgy A. Gulin – Head of Radiology Department «UGMK-Healt» Ltd, Ekaterinburg; https://orcid.org/0000-0001-9889-2593

Alexander V. Zyryanov – Doct. of Sci. (Med.), Professor, Doctor of Medical Sciences, Professor at the Department of Urology of Ural State Medical University, Ekaterinburg; https://orcid.org/0000-0001-8105-7233

Natalia A. Rubtsova – Doct. of Sci. (Med.), Doctor of Medical Sciences, Head of Radiology Department P.A. Hertzen Moscow Oncology Research Institute – branch of the National Medical Research Radiological Center, Ministry of Health of Russia, Moscow, https://orcid.org/0000-0001-8378-4338

Viktor M. Artyemov – urologist of Urology Department "UGMK-Healt" Ltd, Ekaterinburg; https://orcid.org/0000-0002-1379-5856

Aleksander V. Zamyatin – urologist of Oncourology Department of Sverdlovsk Regional Oncological Dispensary, Ekaterinburg; https://orcid.org/0000-0002-7393-0810

Evgeny A. Grebenev – Cand. of Sci. (Med.), Head of Radiology Department Sverdlovsk Regional Hospital "P.D. Borodin Verhnepyshminskaya Hospital" V.Pyshma; https://orcid.org/000-0003-0129-5034