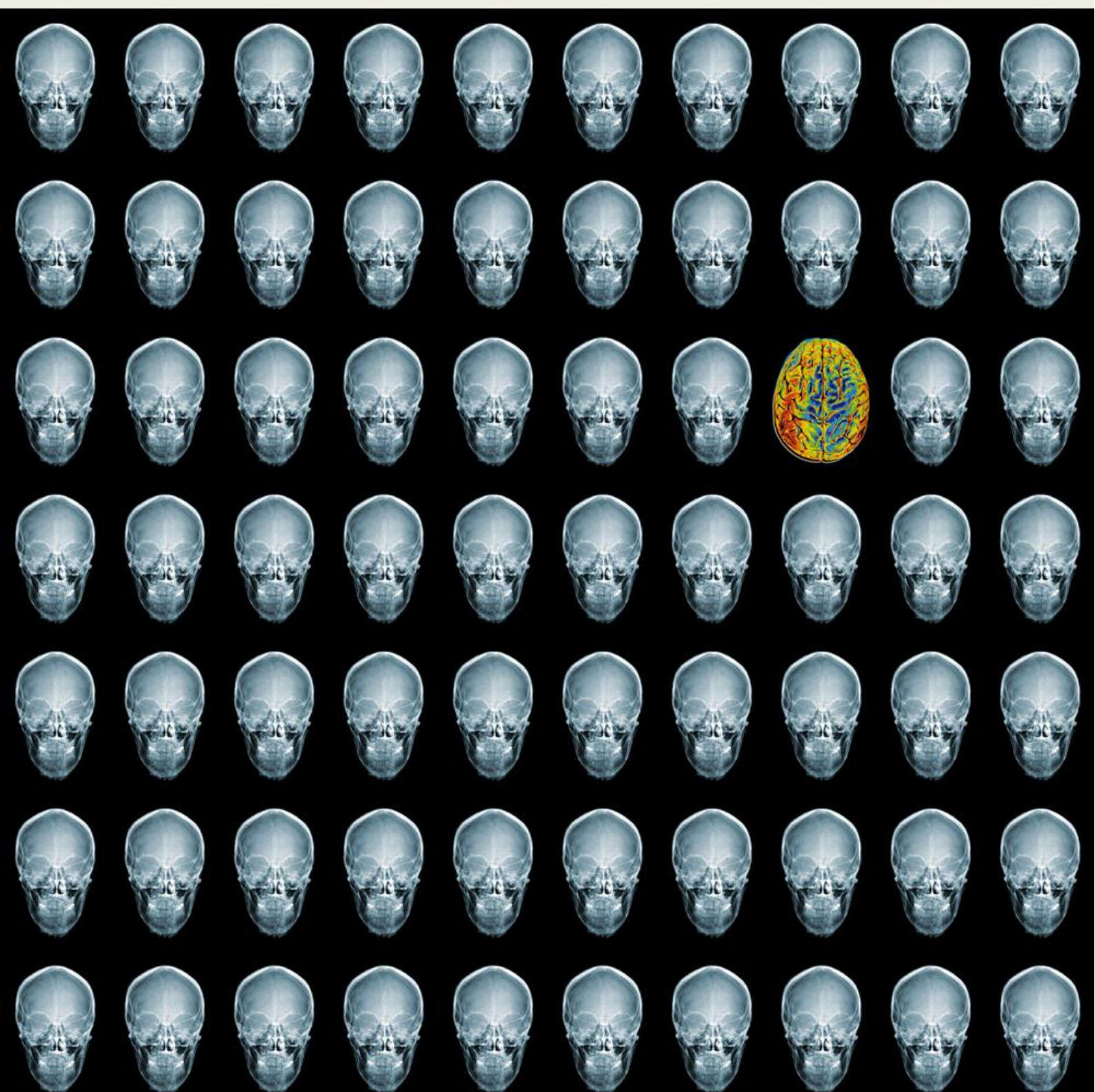




REJR

Russian Electronic Journal of Radiology
Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики

Том 13. № 4. 2023 год.



Редакционный отдел:

Редакторы:

Е.В. Евсеева

Л.Б. Капанадзе

Редакторы перевода:

О.Ю. Павлова

Э.Э. Ализада

Технические редакторы:

Д.А. Вершинин

А.С. Абнизов

Верстка:

А.А. Лисавин

Адрес журнала:

www.rejr.ru

Почта журнала:

rejr@rejr.ru

Техническая поддержка:

admin@rejr.ru

REJR – рецензируемое научное электронное периодическое издание по лучевой диагностике

Периодичность издания – 4 раза в год

Языки: русский и английский

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Регистрационный номер:

Эл №ФС77-76879

от 24 сентября 2019 г.

ISSN 2222-7415

Входит в перечень ВАК и базу цитирования SCOPUS

Главный редактор:

Академик РАН, профессор **С.К. Терновой** (Москва)

Первый заместитель главного редактора:

Член-корр. РАН, профессор **Серова Н.С.** (Москва)

Заместитель главного редактора:

Профессор **Бахтиозин Р.Ф.** (Москва)

Профессор **Кондрашин С.А.** (Москва)

Редакционная коллегия:

Профессор **Вишнякова М.В.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Глыбочко П.В.** (Москва)

Профессор **Труфанов Г.Е.** (Санкт-Петербург)

Professor **Hedvig Hricak** (USA)

Professor **Teruhito Mochizuki** (Japan)

Professor **Rainer Rienmueller** (Austria)

Редакционный совет:

Академик РАН, профессор **Адамян Л.В.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Акчурина Р.С.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Алекян Б.Г.** (Москва)

Профессор **Амосов В.И.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Аржанцев А.П.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Беляков Н.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Дергилев А.П.** (Новосибирск)

Академик РАН, профессор **Долгушин Б.И.** (Москва)

Профессор **Завадовская В.Д.** (Томск)

Профессор **Зеликман М.И.** (Москва)

Профессор **Игнатъев Ю.Т.** (Омск)

Академик РАН, профессор **Коков Л.С.** (Москва)

Академик РАН, профессор **Котельников Г.П.** (Самара)

Профессор **Кудряшова Н.Е.** (Москва)

Член-корр. РАН, профессор **Мардынский Ю.С.** (Москва)

Профессор **Митьков В.В.** (Москва)

Профессор **Рожкова Н.И.** (Москва)

Профессор **Седов В.П.** (Москва)

Профессор **Трофимова Т.Н.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Тухбатуллин М.Г.** (Казань)

Профессор **Тюрин И.Е.** (Москва)

Профессор **Тютин Л.А.** (Санкт-Петербург)

Профессор **Усов В.Ю.** (Томск)

Профессор **Шарифуллин В.А.** (Москва)

Профессор **Шахов Б.Е.** (Нижний Новгород)

Professor **Adam Andreas** (Great Britain)

Professor **Nicholas Gourtsoyiannis** (Greece)

Professor **Marat Khodzhibekov** (Uzbekistan)

Professor **Andrey Kholodniy** (USA)

Professor **Hans Ringertz** (Sweden)

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ.....4

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ ХОЛЕСТЕАТОМЫ.....5-15
АЛИЗАДА Э.Э., СЕРОВА Н.С.

COMPARISON OF ORTHOPANTOMOGRAPHY AND CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DATA IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH.....16-25
BAN MOHAMMED JASIM, MAJIDA K. AL-HASHIMI, RESHA JAMEEL ABDULSAHEB.

ПРОТОКОЛ МСКТ У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА.....26-35
ПАВЛОВА О.Ю., СЕРОВА Н.С., ДАВЫДОВ Д.В., ГРИДАСОВА И.С.

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КРОВОТОКА ГЛИОМ ПО ДАННЫМ ПЭТ-КТ С 11С-МЕТИОНИНОМ. СРАВНЕНИЕ С КТ И ASL МР-ПЕРФУЗИОННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ.....36-43
ПОСТНОВ А.А., БАТАЛОВ А.И., КАЛАЕВА Д.Б., ТЮРИНА А.Н., ЗАХАРОВА Н.Е., ПРОНИН И.Н.

ЗНАЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СОСТАВЕ ШКАЛЫ McGill THYROID NODULE SCORE+ (MTNS).....44-55
ТИМОФЕЕВА Л.А., АЛЕКСАНДРОВ Ю.К., СТЕПАНОВ В.Г.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ПРЕОПЕРАЦИОННОМ ПЛАНИРОВАНИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО.....56-68
ХАСАНОВА К.А., ТЕРНОВОЙ С.К., АБРАМЯН М.А.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЕРЕСАЖЕННОЙ ПЕЧЕНИ ПО ДАННЫМ СЦИНТИГРАФИЙ, РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНЫХ И БИОПСИЙНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....69-77
МИГУНОВА Е.В., НЕФЕДОВА Г.А., СВИШЧЕВА П.О., КУДРЯШОВА Н.Е., НОВРУЗБЕКОВ М.С., КЛЫЧНИКОВА Е.В., СИНЯКОВА О.Г., КИСЛУХИНА Е.В.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛОЩАДИ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ И ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И ХАРАКТЕРА ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ ПО ДАННЫМ КТ У БОЛЬНЫХ ОЖИРЕНИЕМ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-АССОЦИИРОВАННУЮ ПНЕВМОНИЮ.....78-91
БУЧНЕВА А.В., ЧИЧКОВА Н.В., СЕРОВА Н.С., ШЕКОТУРОВ И.О., ФОМИН В.В.

МРТ ОЦЕНКА ФРАКЦИИ ЖИРА КОСТНОГО МОЗГА: MDIXON И MDIXON-QUANT.....92-100
ТЕРЕШЧЕНКО Г.В., КРИВЕНЦОВА Н.А., КУПРИАНОВ Д.А., НОВИЧКОВА Г.А.

НАУЧНЫЙ ОБЗОР

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ КОРНЯ АОРТЫ У ПАЦИЕНТОВ С КРИТИЧЕСКИМ АОРТАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ.....101-109
ГАФСИ Б.Э., ВЕСЕЛОВА Т.Н., ТЕРНОВОЙ С.К., ШИРКИН А.В.

СЛУЧАИ ИЗ ПРАКТИКИ

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ОСТЕОМИЕЛИТА ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТА С COVID-19.....110-119
КИРИЛЕНКО Н.А., ЗЯБЛОВА Е.И., АГУРИНА Н.В., ВОРОНОВА И.Г.

ПЛОСКОКЛЕТОЧНЫЙ РАК В ДИВЕРТИКУЛЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ.....120-132
АКСЕНОВА С.П., ИВАННИКОВ М.Е., НУДНОВ Н.В.

ИСТОРИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

К 110-ЛЕТИЮ ПРЕПОДАВАНИЯ РЕНТГЕНОЛОГИИ В САРАТОВСКОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. В.И. РАЗУМОВСКОГО.....133-143
ЕРЕМИН А.В., ЧЕХОНАЦКАЯ М.Л., ИЛАСОВА Е.Б., НИКОЛЕНКО В.Н., АЛЁШКИНА О.Ю., КОНДРАТЬЕВА О.А., БОБЫЛЁВ Д.А., КРЮЧКОВ И.А.

АВТОРАМ.....144-147

CONTENTS

FROM THE EDITOR.....4

ORIGINAL ARTICLES

RADIOLOGICAL DIAGNOSIS AND MONITORING OF CHOLESTEATOMA.....5-15
ALIZADA E.E., SEROVA N.S.

COMPARISON OF ORTHOPANTOMOGRAPHY AND CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DATA IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH16-25
BAN MOHAMMED JASIM, MAJIDA K. AL-HASHIMI, RESHA JAMEEL ABDULSAHEB.

MSCT PROTOCOL IN ADULT PATIENTS AFTER GLOBE ENDOPROSTHETICS.....26-35
PAVLOVA O.YU., SEROVA N.S., DAVYDOV D.V., GRIDASOVA I.S.

NOVEL APPROACH FOR ASSESSING THE BLOOD FLOW OF GLIOMAS BASED ON 11C-METHIONINE PET-CT COMPARED TO CT PERFUSION AND ALS MR-PERFUSION STUDIES.....36-43
POSTNOV A.A., BATALOV A.I., KALAEVA D.B., TYURINA A.N., ZAKHAROVA N.E., PRONIN I.N.

THE VALUE OF ULTRASONIC STUDY USED AS A COMPONENT OF THE MCGILL THYROID NODULE SCORE+ (MTNS).....44-55
TI MOFEEVA L.A., ALEKSANDROV YU.K., STEPANOV V.G.

POSSIBILITIES OF MODERN IMAGING MODALITIES IN THE DIAGNOSIS AND PREOPERATIVE ASSESMENT OF TETRALOGY OF FALLOT.....56-68
KHASANOVA K.A., TERNOVOY S.K., ABRAMYAN M.A.

EVALUATING THE TRANSPLANTED LIVER'S CONDITION BASED ON SCINTIGRAPHY DATA, LABORATORY RESULTS AND BIOPSY STUDIES.....69-77
MIGUNOVA E.V., NEFEDOVA G.A., SVISHCHEVA P.O., KUDRYASHOVA N.E., NOVRUZBEKOV M.S., KLYCHNIKOVA E.V., SINYAKOVA O.G., KISLUKHINA E.V.

CORRELATION OF THE VISCERAL AND SUBCUTANEOUS FAT AREAS AND LUNG DAMAGE ACCORDING TO CT DATA IN OBESE PATIENTS AFTER COVID-19 ASSOCIATED PNEUMONIA.....78-91
BUCHNEVA A.V., CHICHKOVA N.V., SEROVA N.S., SHCHEKOTUROV I.O., FOMIN V.V.

MRI OF BONE MARROW FAT FRACTION: DIXON VS DIXON-QUANT.....92-100
TERESHCHENKO G.V., KRIVENTSOVA N.A., KUPRIANOV D.A., NOVICHKOVA G.A.

REVIEW

COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF THE AORTIC ROOT IN PATIENTS WITH CRITICAL AORTIC STENOSIS.....101-109
GAFSI B.E., VESELOVA T.N., TERNOVOY S.K., SHIRKIN A.V.

CASE REPORTS

A CLINICAL CASE OF OSTEOMYELITIS OF THE MAXILLOFACIAL REGION IN A PATIENT WITH COVID-19.....110-119
KIRILENKO N.A., ZYABLOVA E.I., AGURINA N.V., VORONOVA I.G.

SQUAMOUS CELL CARCINOMA IN URINARY BLADDER DIVERTICULUM.....120-132
AKSENOVA S.P., IVANNIKOV M.E., NUDNOV N.V.

HISTORY OF RADIOLOGY

TO THE 110TH ANNIVERSARY OF TEACHING RADIOLOGY AT THE V.I. RAZUMOVSKY SARATOV STATE MEDICAL UNIVERSITY.....133-143
EREMIN A.V., CHEKHONATSKAYA M.L., ILJASOVA E.B., NIKOLENKO V.N., ALESHKINA O.YU., KONDRATIEVA O.A., BOBYLEV D.A., KRIUCHKOV I.A.

FOR ATHORS.....144-147

От редакции**Дорогие читатели, коллеги!**

Перед Вами четвёртый номер Российского Электронного Журнала Лучевой Диагностики за 2023 год (REJR, Том 13, № 4, 2023). Как и все эти годы мы разослали номер более чем пяти тысячам наших читателей и на следующий день выложили на нашем сайте (<http://www.rejr.ru/>).

Как всегда, в этом выпуске мы представляем материалы, посвященные разным вопросам лучевой диагностики. Номер открывают оригинальные статьи наших коллег. Обзор литературы и девять оригинальных статей посвящены актуальным вопросам лучевой диагностики. В двух клинических наблюдениях описаны поучительные случаи неожиданных находок и правильной трактовки результатов исследований практическими врачами. Закрывает номер статья об истории развития нашей специальности в Саратове. Это интересный материал, напоминающий читателям начало становления дисциплины и основ самостоятельного преподавания.

Авторы статей известные специалисты и практикующие врачи опыт которых, надеюсь, поможет нашим специалистам в рутинной практической деятельности.

Мы смотрим с надеждой в приближающийся 2024 год и, как всегда, ожидаем от читателей писем с новыми статьями, советами и пожеланиями.

Поздравляю вас с приближающимся Новым годом!

Желаю всем здоровья, творческих успехов и удовлетворения от жизни!

**Главный редактор
Академик РАН**

С.К. Терновой.

ЛУЧЕВАЯ ДИАГНОСТИКА И МОНИТОРИНГ ХОЛЕСТЕАТОМЫ

Ализада Э.Э.^{1,2}, Серова Н.С.¹

1 - ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). г. Москва, Россия.

2 - ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России». г. Москва, Россия.

Цель. Оценить возможности методов лучевой диагностики и мониторинга холестеатомы.

Материалы и методы. В исследование были включены медицинские данные 110 пациентов с холестеатомой из ФГБУ «Научно-клинический центр оториноларингологии ФМБА России» и ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет). Всем пациентам были проведены такие до- и послеоперационные исследования, как магнитно-резонансная томография в режиме non-EPIDWI и мультиспиральная компьютерная томография.

Результаты. На дооперационном этапе из 110 (100%) пациентов, проходивших МСКТ и МРТ в режиме non-EPIDWI, была обнаружена в 54 (n=54; 49,1%) случаях правосторонняя, в 49 (n=49; 44,5%) случаях левосторонняя и в 7 (n=7; 6,4%) случаях двухсторонняя холестеатома. По данным послеоперационной МРТ было выявлено 15 (n=15; 13,6%) случаев рецидива холестеатомы и у 7 (n=7; 6,4%) пациентов были обнаружены оставшиеся клетки холестеатомного матрикса. Диагностическая эффективность МРТ в режиме non-EPIDWI в выявлении рекуррентной и резидуальной холестеатомы составила: чувствительность (Se) – 95,5%; специфичность (Sp) – 96,6%, при этом эти показатели на МСКТ составили: 86,4%, 81,8% соответственно.

Обсуждение. При МСКТ дифференциация холестеатомы от других патологических процессов представляет большую сложность в послеоперационном мониторинге, так как на фоне послеоперационных воспалительных изменений невозможно оценить состояние височных костей на предмет рецидива или остаточных клеток холестеатомы. Клиническая картина часто носит субъективный характер, что также не подлежит достоверной оценке. Результаты нашей работы демонстрируют возможность обнаружения визуализационного признака в виде ограничения диффузии на МРТ в режиме non-EPIDWI при наличии рекуррентной или резидуальной холестеатомы.

Заключение. Включение импульсной последовательности non-EPIDWI при проведении МРТ височных костей является ценным в обнаружении визуализационных признаков холестеатомы даже на ранних стадиях, что существенно влияет на определение тактики лечения.

Ключевые слова: холестеатома, МСКТ, МРТ, non-EPI DWI, лучевая диагностика.

Контактный автор: Ализада Э.Э., e-mail: dr.alizada@bk.ru

Для цитирования: Ализада Э.Э., Серова Н.С. Лучевая диагностика и мониторинг холестеатомы. REJR 2023; 13(4):5-15. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-5-15.

Статья получена: 20.09.23

Статья принята: 31.10.23

RADIOLOGICAL DIAGNOSIS AND MONITORING OF CHOLESTEATOMA

Alizada E.E.^{1,2}, Serova N.S.¹

1 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry (Sechenov University).

2 - National Medical Research Center for Otorhinolaryngology of the FMBA. Moscow, Russia.

Purpose. To assess the available methods for radiological diagnostics and monitoring of cholesteatoma.

Materials and methods. The study involved data from 110 patients with cholesteatoma at the Federal State Budgetary Institution "The National Medical Research Center for Otorhinolaryngology of the Federal Medico-Biological Agency of Russia" of the Federal Medical and Biological Agency of Russia and at the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). All patients underwent pre- and post-operative magnetic resonance imaging (MRI) in non-EPI DWI mode and multispiral computed tomography (MSCT).

Results. At the preoperative stage, among the 110 patients (100%) who underwent MSCT scans and MRI in non-EPI DWI mode, right-sided cholesteatoma was detected in 54 cases (n=54; 49.1%), left-sided cholesteatoma in 49 cases (n=49; 44.5%), and bilateral cholesteatoma in 7 cases (n=7; 6.4%). Postoperative MRI revealed 15 cases (n=15; 13.6%) of cholesteatoma recurrence, and remaining cholesteatoma matrix cells were found in 7 patients (n=7; 6.4%). Consequently, the sensitivity (Se) of MRI in non-EPI DWI mode for detecting recurrent and residual cholesteatoma was 95.5%, with a specificity (Sp) of 96.6%. In comparison, these values for MSCT scans were 86.4% and 81.8%, respectively.

Discussion. In postoperative monitoring, distinguishing cholesteatoma from other pathological processes poses significant challenges during MSCT scans. Postoperative inflammatory changes make it impossible to assess the condition of the temporal bones for recurrence or residual cholesteatoma. The clinical presentation often carries subjective characteristics, making it challenging to evaluate reliably. Our study results demonstrate the potential of detecting a visual sign in the form of diffusion restriction when there are indications of recurrent or residual cholesteatoma, using the non-echo-planar diffusion-weighted imaging sequence.

Conclusion. Incorporating the non-echo-planar diffusion weighted imaging technique in temporal bone MRI proves invaluable in identifying visual indicators of cholesteatoma, even at its initial stages. This significantly influences the surgical treatment approach.

Keywords cholesteatoma, MSCT, MRI, non-EPI DWI, radiology.

Corresponding author: Alizada Elshad, e-mail: dr.alizada@bk.ru

For citation: Alizada E.E., Serova N.S. Radiological diagnosis and monitoring of cholesteatoma. REJR 2023; 13(2):38-49. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-38-49.

Received: 20.09.23

Accepted: 31.10.23

Среднее ухо или другие воздушные участки височной кости могут накапливать омертвевшие эпидермальные клетки и смесь других веществ, что является состоянием, известным как холестеатома [1]. Холестеатома может представлять собой деструктивные эрозивные разрастания ороговевшего плоского эпителия в височной кости [2]. Это инкапсулированное эпителиальной тканью кистоподобное образование, состоящее кроме ороговевающих клеток плоского эпителия, еще из кристаллов холестерина и кератиновых структур [3]. Ежегодная частота приобретенной холестеатомы колеблется примерно от 9 до 12,6 случаев на 100 000 взрослых и от 3 до 15 случаев на 100 000 детей [4]. Холестеатома может развиваться в любой области височной кости, включая среднее ухо, воздушные клетки сосцевидного отростка и каменистую вершущу. Основную опасность представляет собой процесс роста данного новообразования, влекущий за собой воспаление и резорбцию близлежащих костных тканей [5, 6].

Хирургическое вмешательство в настоящее время является единственным окончательным вариантом лечения, но оно не всегда обеспечивает полную профилактику рецидива. Эффективность лечения тесно связана с ранней диагностикой, а также анализом этиологии, биохимических и патофизиологических механизмов развития холестеатомы [3, 7, 8].

Предоперационное выявление и локализация холестеатомы очень важны из-за ее высокой частоты рецидивов и риска осложнений. Частота рецидивов холестеатомы в течение 5-летнего послеоперационного периода наблюдения составила 57-61% [9 - 11]. Важность ранней диагностики объясняется тем, что для предотвращения потенциальных осложнений желательнее лечить холестеатому с минимальными хирургическими вмешательствами [12].

Наиболее часто используемыми методами лучевой диагностики при предоперационной диагностике холестеатомы являются мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ) высокого разрешения и диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография (ДВ МРТ). Компьютерная томография считается наилучшим методом визуализации среднего уха, благодаря высокому разрешению и способности выявлять ключевые анатомические костные структуры [13]. Однако, при компьютерной томографии в до- и, особенно, в послеоперационном периоде невозможно отличить холе-

стеатому как от хронического гнойного среднего отита, который наиболее часто путают с холестеатомой, так и от других заболеваний среднего уха таких, как холестеариновая гранулема, фиброзная ткань и рубцовые изменения. Исследования, проведенные Horn R.J. et al. в 2019 г., Коробкиным А.С. и соавт. в 2023 г., предоставили убедительные доказательства того, что при послеоперационном наблюдении очень трудно выявить клинически рецидивирующую или резидуальную холестеатому. МСКТ так же не является специфичной в данной ситуации. Поэтому обычно требуется контрольная операция [14, 15].

В последние годы неэхопланарная диффузно-взвешенная (non-EPI DWI) магнитно-резонансная томография все чаще используется в ЛОР-практике при диагностике холестеатомы. Этот метод позволяет определять изменения вязкости тканей, что дает возможность изучать количественные и качественные параметры тканей. По сравнению с отсроченной постконтрастной T1-взвешенной МРТ, ДВИ-МРТ не требует введения контрастных веществ, что значительно сокращает время обследования без ущерба для качества визуализации.

Несмотря на важный вклад лучевой диагностики в визуализацию холестеатомы, до сих пор не существует метода, обеспечивающего 100% точность послеоперационного мониторинга пациентов после удаления данного образования. В литературе нет исследований, сравнивающих показатели успешности МСКТ и МРТ в диагностике и мониторинге холестеатомы. В данном исследовании мы стремились сравнить точность методов лучевой диагностики, а именно: МСКТ и МРТ в диагностике и мониторинге холестеатомы.

Цель исследования.

Оценить возможности методов лучевой диагностики и мониторинга холестеатомы.

Материалы и методы.

В исследование были включены данные 110 пациентов с холестеатомой, из которых в педиатрическую группу вошло 45 человек в возрасте от 1 до 18 лет и 65 человек от 18 до 96 лет в группу взрослых. Всем пациентам после подписания информированного согласия были проведены до- и послеоперационные магнитно-резонансная томография в режиме non-EPI DWI и мультиспиральная компьютерная томография.

Все пациенты прошли консультацию у оториноларинголога по поводу жалоб на боль в ухе, зуд и звон, а также на снижение или потерю слуха в правом и/или левом ухе, головокружение, выделения из уха и слабость лицевых мышц справа и/или слева.

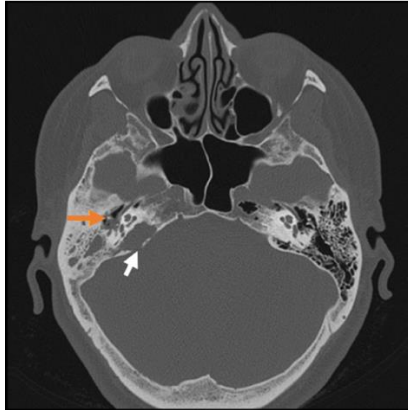


Рис. 1 а (Fig. 1 a)

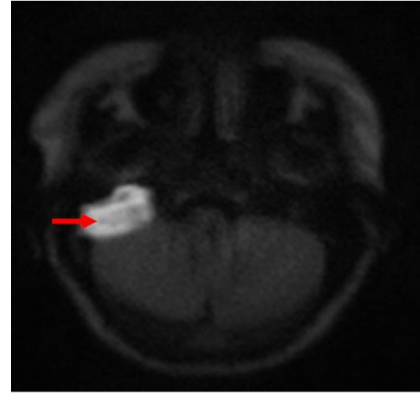


Рис. 1 б (Fig. 1 b)

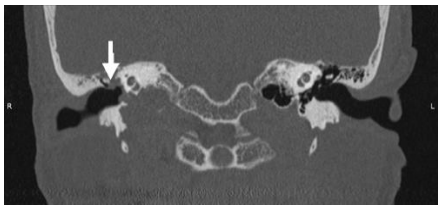


Рис. 1 в (Fig. 1 c)

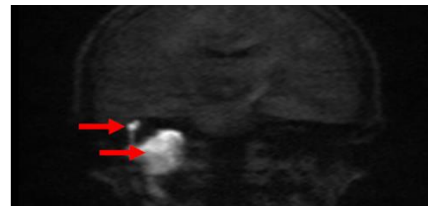


Рис. 1 г (Fig. 1 d)

Рис. 1. а, в – МСКТ височных костей; а – аксиальная плоскость, в – корональная плоскость. б, г – МРТ височных костей в режиме non-EPI DWI; б – аксиальная плоскость, г – корональная плоскость.

а, в - Определяется остеосклероз сосцевидных отростков правой височной кости. Сохраненные ячейки и антрум заполнены мягкотканым содержимым. В ретролабиринтной области визуализируется обширный участок деструкции, заполненный содержимым мягкотканной плотности, контуры полости четкие, местами неровные, отмечаются участки деструкции задней стенки сосцевидного отростка (белая стрелка на рис. 1 а). В эпитимпануме обнаружено патологическое содержимое, на фоне которого определяется обызвествление – признаки тимпаносклероза (белая стрелка на рис. 1 в). Из слуховых косточек определяется только головка молоточка (оранжевая стрелка).

б, г - В правой барабанной полости и каменистой части пирамиды отмечается объёмный участок ограничения диффузии – картина холестеатомы.

Fig. 1. a, c – MSCT, temporal bones, a – axial plane, c – coronal plane. b, d – Non-EPI DWI MRI, temporal bones, b – axial plane, d – coronal plane.

a, c - There is osteosclerosis in the mastoid process of the right temporal bone. Preserved cells and antrum are filled with soft tissue material. Extensive destruction is observed in the retro-labyrinthine area, filled with soft tissue content, displaying clear yet occasionally uneven cavity contours. Notably, there are areas of destruction in the posterior wall of the mastoid process (white arrow in the axial view). Pathological content is detected in the epitympanum, accompanied by calcification, suggestive of tympanosclerosis (white arrow in the coronal view). Among the auditory ossicles, only the head of the malleus bone is identifiable (orange arrow).

b, d - In the right tympanic cavity and the bony part of the pyramid, there is a voluminous area with diffusion restriction, indicative of cholesteatoma.

Этап лучевой диагностики состоял из проведения МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI. При обнаружении признаков холестеатомы пациент направлялся к хирургу-оториноларингологу для дальнейшей консультации и определения плана лечения, который включал хирургическое вмешательство и восстановление функции слуха.

МСКТ у пациентов с подозрением на наличие холестеатомы осуществлялась с использованием томографов «Siemens Somatom Sensation 40» (Siemens, Германия) и «Aquilion ONE 320» (Canon Medical Systems, Япония), толщиной среза 0,6 мм и 0,5 мм соответственно.

На втором этапе представленного исследования всем пациентам была проведена МРТ в режиме non-EPI DWI для выявления холестеатомы как на до-, так и на послеоперационных этапах. МРТ проводилась на магнитно-резонансных томографах Siemens Magnetom Espree (Siemens, Германия) и Siemens Magnetom Aera (Siemens, Германия) с магнитным полем интенсивностью 1,5 Тесла, толщиной среза 3 мм. Разработанный нами протокол включал в себя импульсные последовательности T1-ВИ (sag), T2-ВИ (cor+tra), T2 FLAIR (tra), T2 DarkFluid (tra), non-EPI DWI (cor+tra). Длительность разработанного протокола МРТ не превышала 30 минут.

Результаты.

На дооперационном этапе из 110 (100%) пациентов, проходивших МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI, была обнаружена в 54 (n=54; 49,1%) случаях правосторонняя, в 49 (n=49; 44,5%) случаях левосторонняя и в 7 (n=7; 6,4%) случаях двухсторонняя холестеатома. На МСКТ оценивались следующие диагностические критерии: выявление и точное определение дефекта латеральной стенки аттика, крыши барабанной полости на фоне прилежащего мягкотканого содержимого, участков деструкции прилежащих костных стенок и слуховых косточек, а также проводилась оценка вовлеченности пирамиды височной кости в патологический процесс. К МР-признакам относилось наличие ограничения диффузии в области исследования на non-EPI DWI (рис. 1). При использовании методики non-EPI DWI удалось визуализировать воспалительные изменения височных костей. У пациентов с холестеатомой наблюдались резко выраженные (n=47; 42,7%), умеренно выраженные (n=39; 35,5%) и гетерогенные гиперинтенсивные МР-сигналы (n=24; 21,8%) на МР-изображениях. Эти сигналы указывали на различные типы тканей, входящих в состав холестеатомы, их

различный уровень водородного сигнала. Такие изменения в МР-сигнале могли быть связаны с наличием холестерина, кератина и воспалительных компонентов внутри участка холестеатомы.

По данным послеоперационной МРТ было выявлено 15 (n=15; 13,6%) случаев рецидива холестеатомы и у 7 (n=7; 6,4%) пациентов были обнаружены оставшиеся клетки холестеатомного матрикса. Однако МСКТ не смогла достоверно определить наличие этих клеток на фоне послеоперационных воспалительных изменений (рис. 2). Это могло быть связано с тем, что рубцовая ткань, грануляции и пластический аутоматериал имеют схожую плотность с холестеатомой, что затрудняет их дифференциальную диагностику при использовании МСКТ. Таким образом, показатели при МРТ в режиме non-EPI DWI в выявлении рекуррентной и резидуальной холестеатомы составили: чувствительность (Se) – 95,5%; специфичность (Sp) – 96,6%, при этом эти показатели при МСКТ составили: 86,4%, 81,8% соответственно.

Обсуждение.

В настоящее время проведение компьютерной томографии имеет большое значение в случаях хронических инфекций среднего уха и служит важным диагностическим методом, дополняющим клиническую картину. Широко используется мультиспиральная компьютерная томография с тонкими срезами 0,5 (0,6) мм, обеспечивающая высокую чувствительность для визуализации образований мягких тканей с четкими контурами и разрушения прилежающих костных структур, включая слуховые косточки (молоточек, наковальня и стремечко). В нашем исследовании пациенты на ранней стадии холестеатомы составляли 37,3% от общего числа. В этих случаях не было никаких признаков разрушения костной структуры. Признаки разрушения костной структуры уха наблюдались у 62,7% пациентов, были подтверждены интраоперационно. Эти результаты подчеркивают важность проведения компьютерной томографии для оценки анатомии височных костей при планировании операции и дополнительном ведении пациента в послеоперационном периоде при истечении ликвора и появлении кохлеовестибулярных нарушений по клиническим данным.

В мировой литературе Roman D. Laske et al. доказывают высокую прогностическую ценность МРТ для диагностики рецидивирующей холестеатомы в режиме non-EPI DWI, достигая уровня точности 98,5% [16, 17]. В систематическом обзоре, проведенном Egmond Sylvia L. Van et al. Было выявлено,



Рис. 2 а (Fig. 2 a)

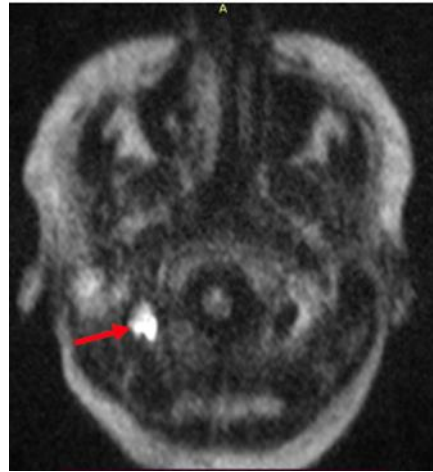


Рис. 2 б (Fig. 2 b)



Рис. 2 в (Fig. 2 c)

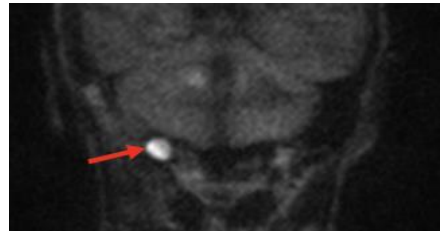


Рис. 2 г (Fig. 2 d)

Рис. 2. а, в – МСКТ височных костей, а – аксиальная плоскость, в – корональная плоскость. б, г – МРТ височных костей в режиме non-EPI DWI, б – аксиальная плоскость, г – корональная плоскость.

а, в - Определяется заполненная послеоперационная полость (красный круг), на фоне которой от дифференцировать холестеатому от окружающего мягкотканного субстрата затруднительно.

б, г - Определяются участки гиперинтенсивного и гетерогенного нерезко выраженного МР-сигнала (красные стрелки), что соответствует наличию резидуальной холестеатомы.

Fig. 2. а, с – MSCT, temporal bones, а – axial plane, с – coronal plane. б, д – Non-EPI DWI MRI, temporal bones, б – axial plane, д – coronal plane.

а, с - In the presented CT scan, a postoperative cavity is observed, making it challenging to differentiate cholesteatomas from surrounding soft tissue substrates.

б, д - In the MRI images, areas with hyperintense and heterogeneous MR-signal (red arrows) are observed, suggesting the presence of residual cholesteatoma.

что чувствительность этого метода на послеоперационном этапе составляет 80-82%, а специфичность – 90-100%, что подчеркивает его высокую актуальность [18]. Dremmen M.H.G. et al. (2012) также показали, что высокая прогностическая ценность выявления холестеатомы составила 93% [19]. В данном исследовании выдвинута гипотеза о том, что жир, пересаженный в послеоперационную полость, может демонстрировать усиление сигнала МРТ, что приводит к ложноположительным результатам при диагностике остаточной холестеатомы. Однако в нашем исследовании это явление не наблюдалось. Благодаря высокому разрешению МРТ, трансплантированный жир можно без труда дифференциально диагностировать.

Важно отметить, что МРТ в режиме non-EPI DWI позволяет проводить дифференциальную диагностику без использования контрастного препарата, тем самым значительно уменьшая время и стоимость обследования и устраняя такие риски, как индиви-

дуальная непереносимость и возможная нефротоксичность после внутривенного введения контрастного вещества.

Результаты данного исследования показывают, что МСКТ не рекомендуется для послеоперационной диагностики рецидива холестеатомы или визуализации остаточной холестеатомы. Послеоперационные воспалительные изменения затрудняют диагностику, при МСКТ невозможно точно определить наличие рецидивирующих или остаточных клеток холестеатомы. Это объясняется тем, что рубцовая ткань, грануляции и пластический аутоматериал имеют схожую плотность с холестеатомой, что затрудняет их дифференциацию при использовании этого метода. При этом МРТ в режиме non-EPI DWI показывает высокую эффективность. Благодаря высокому разрешению и способности оценивать диффузионные ограничения в тканях, холестеатома может быть точно визуализирована и идентифицирована даже при небольших изменениях в матриксе холестеа-

Таблица №1. Протокол МСКТ височной кости.

Критерии	ИП	ЛО	ЛП	ИО	Чувствительн.	Специфичн.	Точность
	Абс. (n)				Отн., % [95% ДИ]		
МСКТ	19	3	16	72	86,36% [81,43% - 91,30%]	81,82% [79,05% - 84,59%]	82,73% [80,30% - 85,16%]
МРТ в режиме non-EPI DWI	21	1	3	84	95,45% [92,46% - 98,45%]	96,55% [95,23% - 97,87%]	96,33% [95,12% - 97,54%]

Примечания: ИП – истинно положительные, ЛО – ложноотрицательные, ЛП – ложноположительные, ИО – истинно отрицательные). (Notes: TP – true positive, FN – false negative, FP – false positive, TN – true negative)



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Форест-диаграмма диагностических характеристик МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI по отношению к выявлению рецидива холестеатомы.

Fig. 3. Forest plot of diagnostic characteristics of MSCT and non-EPI DWI MRI in relation to the detection of recurrence of cholesteatoma.

том.

В ходе нашего исследования было подтверждено, что МРТ в режиме non-EPI DWI является наиболее информативным и специфичным методом (табл. №1). Чувствительность достигала 98%, средняя – 95,45% (95% ДИ: 92,46% - 98,45%), специфичность – 96,55% (95% ДИ: 95,23% - 97,87%) и точность – 96,33% (95% ДИ: 95,12% - 97,54%) (рис. 3). Эти результаты согласуются с международными исследованиями, однако наши данные показывают немного большую чувствительность. Например, в исследованиях Ayache D. Et al. (2005) и Williams M. T. Et al. (2003) чувствительность и специфичность составили около 90% и 92-100% [21, 22]. В

систематическом анализе Muzaffar J. Et al. уровни чувствительности были немного ниже – 89,79% и 94,57%. В исследовании Степановой Е.А. и соавт. чувствительность метода была такой же, как и в нашем исследовании – 96%, но специфичность была ниже – 84% [23]. Эта разница подчеркивает эффективность оптимизированного протокола и методики обследования пациентов для диагностики холестеатомы [24].

Полученные данные подтверждают преимущества этого метода в диагностике участка холестеатом диаметром всего от 1,5 мм, выявлении рецидивов и выявлении остаточных холестеатом. Кроме того, анализ

и оценка МР-томограмм пациентов с холестеатомой только в режиме non-EPI DWI, в течение ограниченного периода времени (10 минут), достаточны для обеспечения точности диагноза без ущерба для диагностической эффективности.

МРТ non-EPI DWI также подходит для педиатрических обследований, поскольку потенциальные артефакты от движения в этом режиме существенно не повлияют на качество визуализации и диагностики.

Таким образом, сравнительный анализ между МСКТ и МРТ подчеркивает превосходство МРТ в диагностике холестеатомы. Благодаря своей более высокой чувствительности, МРТ в режиме non-EPI DWI позволяет выявлять больше случаев холестеатом и точно определять их размеры. Эти результаты важны, поскольку дают фундаментальную информацию для планирования лечения и прогнозирования исходов лечения пациентов. Поэтому, нами был разработан новый алгоритм лучевой диагностики и мониторинга пациентов с холестеатомой, включающий в себя следующие рекомендации:

1. Для диагностики холестеатомы в дооперационном периоде целесообразно сочетать результаты non-EPI DWI МРТ и МСКТ височных костей.
2. На послеоперационном этапе стоит использовать МРТ non-EPI DWI в качестве



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Форест-диаграмма диагностических характеристик МСКТ и МРТ в режиме non-EPI DWI по отношению к выявлению рецидива холестеатомы.

Fig. 4. Forest plot of diagnostic characteristics of MSCT and non-EPI DWI MRI in relation to the detection of recurrence of cholesteatoma.

основного метода визуализации для диагностики и мониторинга холестеатомы из-за ее более высокой чувствительности и специфичности по сравнению с компьютерной томографией. Также в послеоперационном периоде дополнительно рекомендуется проведение МСКТ при наличии следующих факторов: истечение ликвора – для определения дефекта верхней костной стенки послеоперационной полости; при появлении кохлеовестибулярных нарушений, среди которых головокружение, тошнота и рвота, что может быть вызвано нарушением целостности лабиринта, истечение перилимфы и наличие воздуха в полостях лабиринта (рис. 4).

Заключение.

Включение импульсной последовательности неэхопланарного диффузновзвешенного изображения при проведении МРТ височных костей на до- и послеоперационном этапах является ценным в обнаружении визуализационных признаков холестеатомы даже на ранних стадиях данной патологии. Это существенно влияет на определение хирургической тактики лечения. При этом МСКТ височных костей, в отличие от МРТ, обеспечивает точную визуализацию костных структур среднего уха. Данный аспект подчеркивает важность проведения

МСКТ для оценки состояния анатомии височных костей и планирования объема хирургического вмешательства.

Проведение МСКТ нецелесообразно для послеоперационного выявления рецидива холестеатомы или визуализации резидуальной холестеатомы. МРТ в режиме non-EPI DWI продемонстрировала высокую эффективность в данном случае, обеспечивая точную визуализацию холестеатомы благодаря высокому разрешению и способности оценивать ограничение диффузии в тканях. Это позволяет выявлять даже небольшие изменения в холестеатоматозной матрице. На любом этапе наблюдения, при наличии таких осложнений, как истечение ликвора и/или появление кохлеовестибулярных нарушений, необходимо проведение повторной МСКТ.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа представлена в рамках реализации Гранта Президента РФ по поддержке Ведущей научной школы НШ-599.2022.3 «Неинвазивные функциональные технологии лучевой медицины в скрининге, ранней диагностике, мониторинге лечения и контроле реабилитации социально значимых заболеваний» (Руководитель Н.С. Серова).

Список литературы:

1. An A. Kulak Hastalıklarında Mikrocerrahisi. Ankara, BilimselTipYayınevi, 1998. PP. 354-418.
2. Choi D.L., Gupta M.K., Rebello R., Archibald J.D. Cost-comparison analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) versus second-look surgery for the detection of residual cholesteatoma. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2019; 48: 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40463-019-0384-1>.
3. Ализада Э.Э., Серова Н.С., Коробкин А.С., Оганесян З.С. Возможности МРТ в режиме non-EPI DWI при диагностике и мониторинге пациента с холестеатомой. *REJR* 2023; 13 (3): 144-153. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-144-153.
4. Aquino JE., Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77 (3): 341-347.
5. Lingam RK, Connor SEJ, Casselman JW, Beale T. MRI in otology: applications in cholesteatoma and Meniere's disease. *Clin. Radiol.* 2018; 73: 35-44.
6. Más-Estellés F, Mateos-Fernández M, Carrascosa-Bisquert B, Facal de Castro F, Puchades-Román I, Morera-Pérez C. Contemporary non-echo-planar diffusion-weighted imaging of middle ear cholesteatomas. *Radiographics.* 2012; 32 (4): 1197-1213.
7. Аникин М. И., Канафьев Д. М., Аникин И. А., Бокучава Т. А. Холестеатома среднего уха: определение, вопросы классификации и этиопатогенеза (краткий обзор литературных данных). *Ч. I. Рос. оториноларингология.* 2016; 3 (82): 115–124. <http://doi.org/10.18692/1810-4800-2016-3-115-124>.
8. Степанова Е.А., Харьковская Н.А. Лучевая диагностика хронического среднего отита, осложненного холестеатомой (обзор литературы). *Радиология-практика.* 2020; 4: 41-51.
9. Stangerup SE, Drozdziwics D, Tos M, et al. Surgery for acquired cholesteatoma in children: long-term results and recurrence of cholesteatoma. *J Laryngol Otol.* 1998; 112: 742-9.
10. Kerckhoffs KGP, Kommer MJB, van Strien THL, et al. The disease recurrence rate after the canal wall up or canal wall down technique in adults. *Laryngoscope.* 2016; 126: 980-7.
11. Balik AO, Seneldir L, Verim A, Zer Toros S. The Role of Fusion Technique of Computed Tomography and Non-echo-planar Diffusion-weighted Imaging in the Evaluation of Surgical Cholesteatoma Localization. *MedeniMed J.* 2022; 37: 13-20.
12. Eroglu O, Eroglu Y, Yildirim M, et al. Comparison of computed tomography-based artificial intelligence modeling and magnetic resonance imaging in diagnosis of cholesteatoma. *J Int AdvOtol.* 2023; 19 (4): 342-349.
13. Campos A, Mata F, Reboll R, Peris ML, Basterra J. Computed tomography and magnetic resonance fusion imaging in cholesteatoma preoperative assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274 (3): 1405-1411.

14. Horn RJ, Gratama JWC, van der Zaag-Loonen HJ, Droogh-de Greve KE, van Benthem PG. Negative predictive value of non-echo-planar diffusion-weighted MR imaging for the detection of residual cholesteatoma done at 9 months after primary surgery is not high enough to omit second look surgery. *OtolNeurotol.* 2019; 40 (7): 911–919. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002270>.
15. Коробкин А.С., Акчурина Э.Д., Ларина О.М., Ализада Э.Э., Серова Н.С., Серебрякова И.Ю. Неэхопланарные диффузионно-взвешенные изображения в диагностике холестеатомы височной кости. *REJR.* 2023; 13 (2): 128-137. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-128-137.
16. Laske R. D. et al. The Role of Non-Echoplanar Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Primary Cholesteatoma and Cholesteatoma Recidivism as an Adjunct to Clinical Evaluation. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology.* 2018; 127 (12): 919-925.
17. Revanth S. et al. Utility of Non-EPI DWI MRI Imaging in Cholesteatoma: The Indian Perspective. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery.* 2022; s3 (74): 3919-3926.
18. Egmond S. L. Van et al. A systematic review of non-echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detection of primary and postoperative cholesteatoma. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States).* 2016; 154 (2): 233-240.
19. Dremmen M. H. G. et al. The Diagnostic Accuracy of Non-Echo-Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Residual and/or Recurrent Cholesteatoma of the Temporal Bone. *AJNR: American Journal of Neuroradiology.* 2012; 33 (3): 439.
20. Serova N.S., Sokkar A.A., Pavlova O.Yu., Medhat A., Babkova A.A., Israelyan Sh.O., Kuzmenkov D.V. Radiology of temporomandibular joint after the orthodontic treatment. *REJR.* 2022; 12 (2): 21-34. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-21-34.
21. Ayache D. et al. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *The Laryngoscope.* 2005; 115 (4): 607-610.
22. Williams M. T. et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with delayed contrast-enhanced MR imaging: initial findings. *European radiology.* 2003; 13 (1): 169-174.
23. Степанова Е.А., Самбулов В.И., Вишнякова М.В. Диффузионно-взвешенная магнитно-резонансная томография в диагностике холестеатом среднего уха. *Омский научный вестник.* 2014; 134 (2): 63-66.
24. Ализада Э.Э., Брюханов В.А., Диаб Х.М., Ларина О.М., Серова Н.С., Коробкин А.С. Лучевая диагностика редкого случая приобретенной двухсторонней холестеатомы. *REJR.* 2023; 13 (1): 111-117. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-1-111-117.

References:

1. An A. Kulak Hastalıklarında Mikrocerrahi. Ankara, Bilimsel Yayınları, 1998. Pp. 354-418.
2. Choi D.L., Gupta M.K., Rebello R., Archibald J.D. Cost-comparison analysis of diffusion-weighted magnetic resonance imaging (DW-MRI) versus second-look surgery for the detection of residual cholesteatoma. *J Otolaryngol - Head Neck Surg.* 2019; 48: 1-7. <https://doi.org/10.1186/s40463-019-0384-1>.
3. Alizada E.E., Serova N.S., Korobkin A.S., Oganessian Z.S. Non-EPI DWI MRI capabilities in diagnosis and monitoring of a patient with cholesteatoma. *REJR.* 2023; 13 (3): 144-153. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-144-153 (in Russian).
4. Aquino JE., Cruz Filho NA, de Aquino JN. Epidemiology of middle ear and mastoid cholesteatomas: study of 1146 cases. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77 (3): 341-347.
5. Lingam RK, Connor SEJ, Casselman JW, Beale T. MRI in otology: applications in cholesteatoma and Meniere's disease. *Clin. Radiol.* 2018; 73: 35-44.
6. Más-Estellés F, Mateos-Fernández M, Carrascosa-Bisquert B, Facal de Castro F, Puchades-Román I, Morera-Pérez C. Contemporary non-echo-planar diffusion-weighted imaging of middle ear cholesteatomas. *Radiographics.* 2012; 32 (4): 1197-1213.
7. Anikin M. I., Kanaf'ev D. M., Anikin I. A., Bokuchava T. A. The middle ear cholesteatoma: definition, classification and etiopathogenesis issues (brief literature review). Part I. *Russian Otorhinolaryngology.* 2016; 3 (82): 115–124. <http://doi.org/10.18692/1810-4800-2016-3-115-124> (in Russian).
8. Stepanova E.A., Khar'Kova N.A. Imaging of Chronic Otitis Media with Cholesteatoma (Literature Review). *Radiology - Practice.* 2020; 4: 41-51 (in Russian).
9. Stangerup SE, Drozdziwics D, Tos M, et al. Surgery for acquired cholesteatoma in children: long-term results and recurrence of cholesteatoma. *J Laryngol Otol.* 1998; 112: 742-9.
10. Kerckhoffs KGP, Kommer MJB, van Strien THL, et al. The disease recurrence rate after the canal wall up or canal wall down technique in adults. *Laryngoscope.* 2016; 126: 980-7.
11. Balik AO, Seneldir L, Verim A, Zer Toros S. The Role of Fusion Technique of Computed Tomography and Non-echo-planar Diffusion-weighted Imaging in the Evaluation of Surgical Cholesteatoma Localization. *MedeniMed J.* 2022; 37: 13-20.
12. Eroglu O, Eroglu Y, Yildirim M, et al. Comparison of computed tomography-based artificial intelligence modeling and magnetic resonance imaging in diagnosis of cholesteatoma. *J Int Adv Otol.* 2023; 19 (4): 342-349.
13. Campos A, Mata F, Reboll R, Peris ML, Basterra J. Computed tomography and magnetic resonance fusion imaging in cholesteatoma preoperative assessment. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2017; 274 (3): 1405-1411.
14. Horn RJ, Gratama JWC, van der Zaag-Loonen HJ, Droogh-de Greve KE, van Benthem PG. Negative predictive value of non-echo-planar diffusion-weighted MR imaging for the detection of residual cholesteatoma done at 9 months after primary surgery is not high enough to omit second look surgery. *OtolNeurotol.* 2019; 40 (7): 911–919. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002270>.
15. Korobkin A.S., Akchurina E.D., Larina O.M., Alizada E.E., Serova N.S., Serebryakova I. Yu. Non-echoplanar diffusion-weighted images in the diagnosis of temporal bone cholesteatoma. *REJR.* 2023; 13 (4): 5-15. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-5-15

- toma. *REJR*. 2023; 13 (2): 128-137. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-128-137(in Russian).
16. Laske R. D. et al. The Role of Non-Echoplanar Diffusion-Weighted Magnetic Resonance Imaging in Diagnosis of Primary Cholesteatoma and Cholesteatoma Recidivism as an Adjunct to Clinical Evaluation. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology*. 2018; 127 (127): 919-925.
17. Revanth S. et al. Utility of Non-EPI DWI MRI Imaging in Cholesteatoma: The Indian Perspective. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery*. 2022; s3 (74): 3919-3926.
18. Egmond S. L. Van et al. A systematic review of non-echo planar diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detection of primary and postoperative cholesteatoma. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*. 2016; 154 (2): 233-240.
19. Dremmen M. H. G. et al. The Diagnostic Accuracy of Non-Echo-Planar Diffusion-Weighted Imaging in the Detection of Residual and/or Recurrent Cholesteatoma of the Temporal Bone. *AJNR: American Journal of Neuroradiology*. 2012; 3 (33): 439.
20. Serova N.S., Sokkar A.A., Pavlova O.Yu., Medhat A., Babkova A.A., Israelyan Sh.O., Kuzmenkov D.V. Radiology of temporomandibular joint after the orthodontic treatment. *REJR*. 2022; 12 (2): 21-34. DOI: DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-2-21-34.
21. Ayache D. et al. Usefulness of delayed postcontrast magnetic resonance imaging in the detection of residual cholesteatoma after canal wall-up tympanoplasty. *The Laryngoscope*. 2005; 4 (115): 607-610.
22. Williams M. T. et al. Detection of postoperative residual cholesteatoma with delayed contrast-enhanced MR imaging: initial findings. *European radiology*. 2003; 1 (13): 169-174.
23. Stepanova E.A., Sambulov V.I., Vishnyakova M.V. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging in the diagnosis of middle ear cholesteatomas. *Omsk Scientific Bulletin*. 2014; 134 (2): 63-66 (in Russian).
24. Alizada E.E., Bryuhanov V.A., Diab Kh.M., Larina O.M., Serova N.S., Korobkin A.S. Radiology of a rare case of bilateral acquired cholesteatoma. *REJR*. 2023; 13 (1): 111-117. DOI:10.21569/2222-7415-2023-13-1-111-117 (in Russian).

COMPARISON OF ORTHOPANTOMOGRAPHY AND CONE-BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY DATA IN ENDODONTICALLY TREATED TEETH

Ban Mohammed Jasim¹, Majida K. Al-Hashimi², Resha Jameel Abdulsheeb³

1 - AL-Erass University College, Department of Dentistry.

2 - Ashur University College, Department of Dentistry.

3 - Baghdad University, College of Dentistry. Iraq.

Diagnosis, treatment plan and evaluation of endodontic treatment are done with the help of radiographs. Radiographic imaging is essentially two-dimensional imaging of a three-dimensional structure.

The purpose. of this research was to evaluate and compare the accuracy of linear measurement of gutta percha in teeth with root canal treatment and periapical area in both orthopantomography and cone-beam computed tomography (CBCT).

Materials and methods. In this retrospective study, the collected sample consisted of 90 endodontically treated teeth; fifty teeth had single canal, 12 teeth with two canals, and 28 teeth with three canals. All images were randomly chosen from patient who visited the clinic of radiology, seeking different dental treatment. Each patient had orthopantomography and CBCT at the same time. Each image separately was evaluated by two examiners. The operator analyzed the linear measurement of each tooth with root canal treatment and periapical area in both orthopantomography and CBCT. The CBCT was evaluated in two cross sections with 0.5 mm thickness. The CBCT is evaluated with the corresponding orthopantomography. All the images were collected from the same device (SORDEX, CRANEX 3D) and analyzed by On Demand 3D software by using cross section view for CBCT and SCANORA software for image.

Results. It is notable that lesions on CBCT have higher values in comparison to OPTG but the standard deviation is approximately similar. Gutta percha on CBCT also had higher negative values and higher standard deviation than on OPTG. When the recorded values were compared between OPTG and CBCT with regard to lesions and gutta percha, a significant statistical difference was found for the lesions (P value of 0.000), while gutta percha showed a P value of 0.056. Lesions on CBCT had a higher value than on OPTG. Interestingly, comparisons between CBCT and OPTG for both BC and PC showed only one significant difference which is between CBCT and OPTG values for gutta percha of PC (P = 0.02) as CBCT values were negatively higher than on OPTG. Comparisons between the three canals with regard to CBCT and OPTG values yielded two significant differences. The first is related to MC canal with regard to gutta percha (P = 0.017) as higher negative values were noted on CBCT than OPTG. The second difference is related to DC canal also for gutta percha (P = 0.016) with higher negative values for CBCT. Comparisons for the three canals with regard to CBCT and OPTG showed three significant differences. The first is with regard to lesions of ML canal (P = 0.025) with lesions on CBCT having higher values than on OPTG. The second significant difference is in gutta percha of MB canals (P = 0.002) with higher negative values on CBCT than on OPTG. The last significant difference is in gutta percha of ML canal (P = 0.004) with higher negative values on CBCT than on OPTG.

Conclusion. CBCT scanning has been shown to be more accurate than digital radiographs in identifying the accuracy of linear measurements of periapical lesions and the length of gutta perch root canal fillings. The results of the present study showed the CBCT method has a higher diagnostic informative value in comparison with orthopantomography in the evaluation of teeth after endodontic treatment.

Keywords: endodontic, gutta percha, CBCT, orthopantomography, cone-beam computed tomography.

Corresponding author: Ban Mohammed Jasim, e-mail: Medicalresearch82@yahoo.com

For citation: Ban Mohammed Jasim, Majida K. Al-Hashimi, Resha Jameel Abdulsheeb. Compari-

Received: 05.09.23

Accepted: 30.10.23

СРАВНЕНИЕ ДАННЫХ ОРТОПАНТОМОГРАФИИ И КОНУСНО-ЛУЧЕВОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ ПРИ ОБСЛЕДОВАНИИ ЗУБОВ ПОСЛЕ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

Бен Мохаммед Джасим¹, Маджида К. Аль-Хашими², Реша Джамиль Абдул Сахиб³

1 - Университетский колледж Аль-Эразмус, стоматологический факультет.

2 - Университетский колледж Ашура, стоматологический факультет.

3 - Багдадский университет, стоматологический колледж. Ирак.

Диагностика, план лечения и оценка эффективности эндодонтического лечения проводятся с помощью рентгенограмм. Рентгенограмма – это, по существу, двумерное изображение трехмерной структуры.

Цель исследования. Оценить и сравнить точность линейного измерения гуттаперчи в зубах при лечении корневых каналов и периапикальной области как при ортопантомографии (ОПТГ), так и при конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

Материалы и методы. В данном ретроспективном исследовании выборка состояла из 90 эндодонтически обработанных зубов; 50 зубов имели один канал, 12 зубов – с двумя каналами и 28 зубов – с тремя каналами. Все изображения были случайным образом отобраны из базы данных пациентов, которые обратились в клинику лучевой диагностики за различным стоматологическим лечением. Каждому пациенту одновременно выполняли ортопантомографию и КЛКТ. Каждое изображение в отдельности оценивалось двумя экспертами. Оператор анализировал линейные размеры каждого зуба при лечении корневых каналов и периапикальной области как при ортопантомографии, так и при КЛКТ. КЛКТ оценивали на двух поперечных срезах толщиной 0,5 мм, после выполнения соответствующей ортопантомографии. Все изображения были взяты из одного и того же устройства (SORDEX, CRANEX 3D) и проанализированы с помощью программного обеспечения On Demand 3D с использованием поперечного сечения для КЛКТ и программного обеспечения SCANORA для визуализации.

Результаты. Примечательно, что повреждения при КЛКТ имеют более высокие значения по сравнению с ОПТГ, но стандартное отклонение примерно такое же. Гуттаперча на КЛКТ также имела более высокие отрицательные значения и более высокое стандартное отклонение, чем на ОПТГ. Когда зарегистрированные значения сравнивались между ОПТГ и КЛКТ в отношении поражений и гуттаперчи была обнаружена значительная статистическая разница для поражений ($P=0,000$), в то время как гуттаперча показала $P=0,056$. Поражения при КЛКТ имели более высокое значение, чем при ОПТГ. Интересно, что сравнения между КЛКТ и ОПТГ как для ВС, так и для РС показали только одно значимое различие, которое заключается в значениях КЛКТ и ОПТГ для гуттаперчи ПК ($P = 0,02$), поскольку значения КЛКТ были отрицательно выше, чем при ОПТГ. Сравнения между тремя каналами в отношении значений КЛКТ и ОПТГ выявили два существенных различия. Первый связан с каналом МС в отношении гуттаперчи ($P=0,017$), поскольку при КЛКТ были отмечены более высокие отрицательные значения, чем при ОПТГ. Второе различие связано с каналом DC также для гуттаперчи ($P=0,016$) с более высокими отрицательными значениями для КЛКТ. Сравнения для трех каналов в отношении КЛКТ и ОПТГ показали три существенных различия. Первое относится к поражениям ML канала ($P = 0,025$), причем поражения при КЛКТ имеют более высокие значения, чем при ОПТГ. Второе значимое различие заключается в гуттаперче каналов MB ($P = 0,002$) с более высокими отрицательными зна-

чениями при КЛКТ, чем при ОПТГ. Последнее значимое различие заключается в гуттаперче МЛ канала ($P = 0,004$) с более высокими отрицательными значениями при КЛКТ, чем при ОПТГ.

Вывод. Было показано, что КЛКТ-сканирование является более точным, чем цифровые рентгенограммы при определении точности линейных измерений периапикальных поражений и длины пломбирования корневых каналов гуттаперчевыми материалами. Результаты настоящего исследования показали, что метод КЛКТ обладает более высокой диагностической информативностью по сравнению с ортопантомографией при оценке состояния зубов после эндодонтического лечения.

Ключевые слова: эндодонтия, гуттаперча, КЛКТ, ортопантомография, конусно-лучевая компьютерная томография.

Контактный автор: Бен Мохаммед Джасим, e-mail: Medicalresearch82@yahoo.com

Для цитирования: Бен Мохаммед Джасим, Маджида К. Аль-Хашими, Реша Джамиль Абдул Сахиб. Сравнение данных ортопантомографии и конусно-лучевой компьютерной томографии при обследовании зубов после эндодонтического лечения. *REJR* 2023; 13(4):16-25. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-16-25.

Статья получена: 05.09.23

Статья принята: 30.10.23

I ntroduction. Diagnosis, treatment plan, and evaluation of endodontic treatment are done with the help of radiographs. Radiographic imaging is essentially two-dimensional imaging of a three-dimensional structure. The interpretation of radiographs may be influenced by several many factors, such as regional anatomy and superimposition of different structures which are also subjected to geometric distortions [1]. Such problems can be solved by the use of 3D imaging using computed tomography (CT) [2-4]. The application of CT scans in endodontics was first reported by Tachibana and Matsumoto [5]. Many studies concluded that CBCT is a desirable imaging tool for providing important information for the diagnosis and management of certain endodontic problems [6, 7]. 2D radiographic imaging: two-dimensional intraoral radiography is popularly used 2D imaging techniques for dental examinations and treatments.

During the intraoral radiography, the x-ray film is placed inside the patient's mouth which is used to have the clinical view (Periapical, Bite-wing, or Occlusal). This technique has many disadvantages such as the limited view of the dentition, radiography procedures; also many patients may experience some discomfort during the procedure [8-10]. In addition these disadvantages may include the possibility of cross-contamination due to the intraoral sensor placement; and a long time needed for full mouth series imaging [11].

2D radiographic imaging has important

problems in medical examinations due to the overlapping of the complex osseous structures [12]. Using this technique, it is impossible to detect the root fractures unless the beam of the x-ray passes through the fracture line. It is very important to accurately diagnose the problem, to decide the correct treatment plan. Two-dimensional radiographs are unable to reveal the three-dimensional complications which may result in incorrect diagnosis and poor prognosis [13].

CBCT imaging (Cone Beam Computed Tomography) is a low radiation 3D imaging which produces better images than that produced by the traditional 2D radiographs [14]. CBCT imaging decreases the radiation exposure and achieving high-quality 3D images, therefore; it is becoming more popular in dentistry [11, 15]. Kobayashi et al. reported that CBCT imaging revealed that the limited volume CBCT could measure distances more accurately [6]. Their experiment on cadaver mandibles showed that CBCT is a useful tool for preoperative evaluation in dental surgery since the small field of the images limits the exposure to radiation [6].

In a study conducted by Lascala et al. the accuracy of linear measurement was analyzed using dry skulls. Then the measurements obtained by CBCT were compared with digital calipers and the results were statistically similar to the original measurements thus, therefore; making it superior for the dental examinations and prognosis [16].

The purpose of this research was to eval-

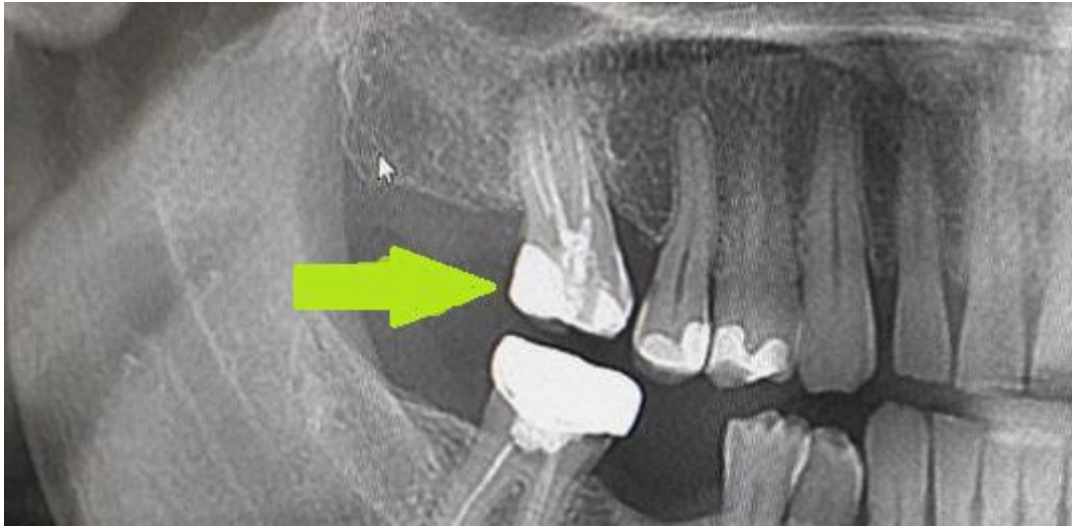


Fig. 1 (Рис. 1)

Fig. 1. Plain X-ray panoramic image.

Upper right 2nd molar with RCT all the 3 roots, with short gutta burcha with no periapical lesion.

Рис. 1. Ортопантомограмма.

Верхний правый 2-й моляр после эндодонтического лечения каналов (RCT) всех трех корней, с короткой гуттаперчей без изменений в периапикальной области.

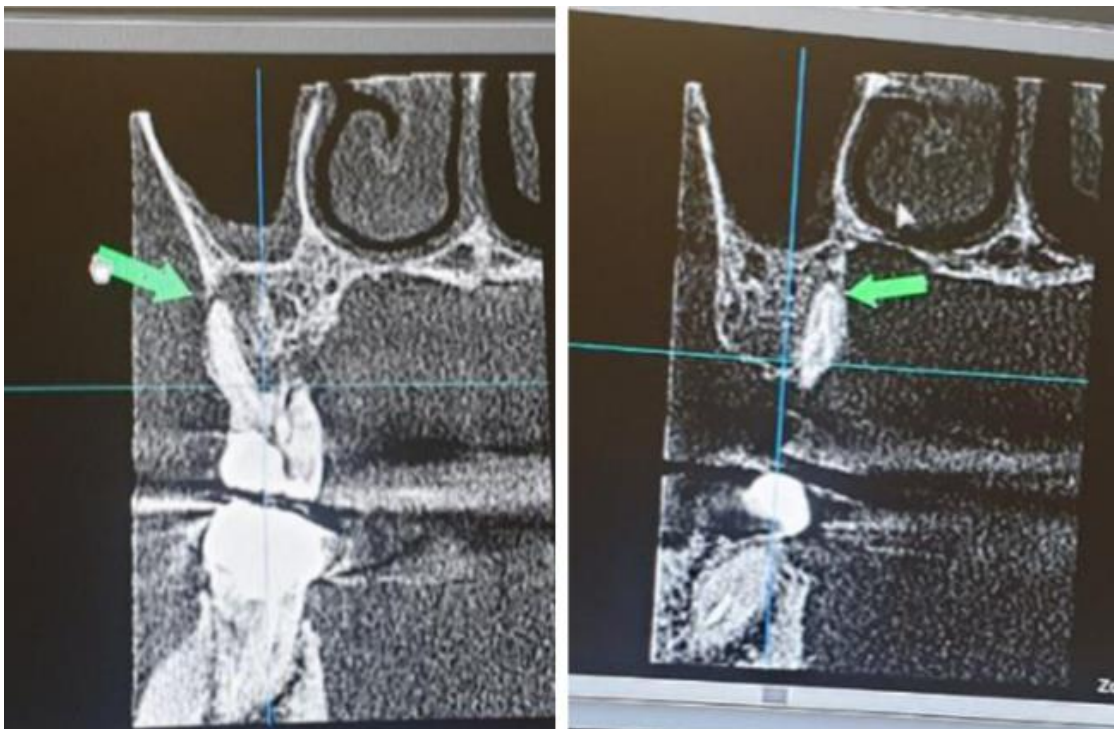


Fig. 2 (Рис. 2)

Fig. 2. CBCT, cross-sectional view.

Mesial root of upper right 2 with short gutta burcha and periapical lesion. The periapical changes in palatal root of the same tooth.

Рис. 2. КЛКТ, кросс-секция.

Мезиальный канал щечно-мезиального корня с короткой гуттаперчей и периапикальными изменениями. Периапикальные изменения небного корня того же зуба.

uate and compare the accuracy of linear measurement of gutta percha in teeth with root canal treatment and periapical area in both orthopantomography and CBCT.

Methods.

In this retrospective study, the collected sample consisted of 90 endodontically treated teeth; fifty teeth had single canal, 12 teeth with two canals, and 28 teeth with three canals. All images were randomly chosen from patient who visited the clinic of radiology, seeking different dental treatment. Each patient had orthopantomography and cone-beam computed tomography (CBCT) at the same time (fig. 1, 2, 3).

The sample was selected according to the following selective criteria:

1. Good image quality.
2. Both the orthopantomography and CBCT were taken for the same patient.
3. The evaluated teeth had root canal treatment.

Each image separately was evaluated by two examiners. The operator analyzed the linear measurement of each tooth with root canal treatment and periapical area in both or-

thopantomography and CBCT. The CBCT was evaluated in two cross sections with 0.5 mm thickness. The CBCT is evaluated with the corresponding orthopantomography. The detected teeth with root canal treatment and periapical area were evaluated regarding the:

1. Under or over extended gutta percha.
2. Non-treated canal.
3. Fractured root.
4. Resorbed root.

All the images were collected from the same device (SORDEX, CRANEX 3D) and analyzed by On Demand 3D software by using cross section view for CBCT and SCANORA software for image.

Results.

Descriptive results: a total of 90 teeth were included in the analysis. The means, medians and standard deviations for lesions and gutta percha linear values are shown in Tables 1, 2, 3, and 4.

It is notable that lesions on CBCT have higher values in comparison to OPTG but the standard deviation is approximately similar. Gutta percha on CBCT also had higher nega-



Fig. 3 a (Рис. 3 а)

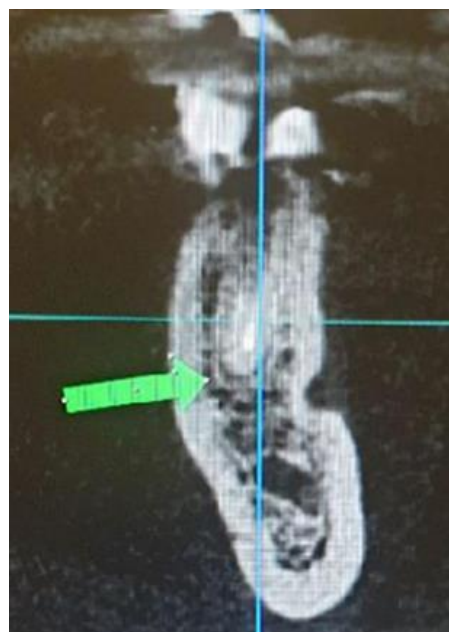


Fig. 3 b (Рис. 3 б)

Fig. 3. Panoramic view (a). CBCT (b).

a – RCT for lower left 2nd premolar with sufficient length of gutta percha

b – short gutta percha and thickening of lamina dura with PDL space widening.

Рис. 3. Ортопантомограмма (а). КЛКТ (б).

а – ортодонтическое лечение (RCT) канала корня 2-го нижнего премоляра слева с достаточной длиной гуттаперчи

б – короткая гуттаперча и утолщение твердой пластинки с расширением пространства пародонтальной связки (PDL).

Table №1. Descriptive statistics results of single canal teeth.

	Mean	SD	Median
Lesion (OPTG)	0.3800	0.49031	0.0000
Lesion (CBCT)	0.7000	0.46291	1.0000
Gutta percha (OPTG)	-0.6600	1.67344	0.0000
Gutta percha (CBCT)	-0.9500	2.33730	-0.6000

OPTG; orthopantomography, CBCT; cone-beam computed tomography

Table №2. Descriptive statistical results of two canaled teeth.

	Mean	SD	Median
Lesion of buccal canal (OPTG)	0.3333	0.49237	0.0000
Lesion of palatal canal (OPTG)	0.3333	0.49237	0.0000
Gutta percha of buccal canal (OPTG)	-0.0833	0.79296	0.0000
Gutta percha of palatal canal (OPTG)	-0.1667	0.83485	0.0000
Lesion of buccal canal (CBCT)	0.1667	0.38925	0.0000
Lesion of palatal canal (CBCT)	0.5000	0.52223	0.5000
Gutta percha of buccal canal (CBCT)	-0.2500	1.13818	0.0000
Gutta percha of palatal canal (CBCT)	-1.3333	1.68325	-1.7500

OPTG; orthopantomography, CBCT; cone-beam computed tomography, SD; standard deviation

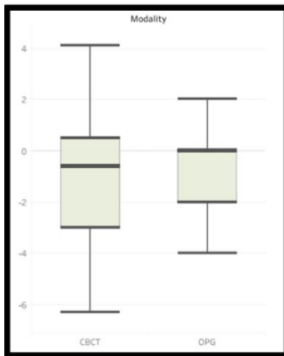


Fig. 4 (Рис. 4)

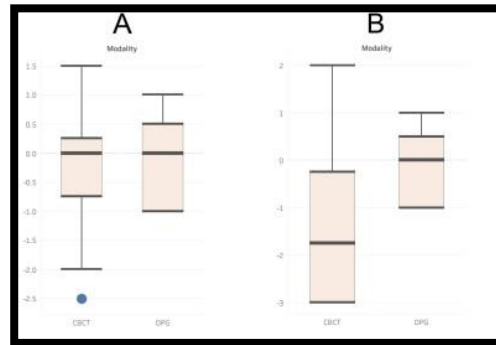


Fig. 5 (Рис. 5)

Fig. 4. Diagram.

Boxplot for single canal teeth comparing between CBCT and OPTG with regard to gutta percha.

Рис. 4. Диаграмма.

Графические изображения для зубов с одним каналом, сравнивающие КЛКТ и ОПТГ в отношении гуттаперчи.

Fig. 5. Diagram.

Boxplots of gutta percha for both BC (Pane A) and PC (Pane B) comparing between CBCT and OPTG.

Рис. 5. Диаграмма.

Графические изображения гуттаперчи как для ВС (панель А), так и для РС (панель В), сравнивающие КЛКТ и ОПТГ.

tive values and higher standard deviation than on OPTG.

Inferential results.

Single canals. When the recorded values were compared between OPTG and CBCT with regard to lesions and gutta percha, a significant statistical difference was found for the lesions ($P= 0.000$), while gutta percha showed a P

value of 0.056. Lesions on CBCT had a higher value than on OPTG (Table 1, Fig.4).

Two canals (BC and PC). Interestingly, comparisons between CBCT and OPTG for both BC and PC showed only one significant difference which is between CBCT and OPTG values for gutta percha of PC ($P = 0.02$) as CBCT values were negatively higher than on OPTG (Ta-

Table №3. Descriptive statistics results for three canaled (MC, DC, PC) teeth.

	Mean	SD	Median
Lesion of MC (OPTG)	0.4545	0.52223	0.0000
Lesion of DC (OPTG)	0.4545	0.52223	0.0000
Lesion of PC (OPTG)	0.4545	0.52223	0.0000
Gutta percha of MC (OPTG)	-0.2727	1.10371	0.0000
Gutta percha of DC (OPTG)	-0.3636	1.02691	0.0000
Gutta percha of PC (OPTG)	-0.2273	0.98396	-0.5000
Lesion of MC (CBCT)	0.0909	1.13618	0.0000
Lesion of DC (CBCT)	0.1818	0.87386	0.0000
Lesion of PC (CBCT)	1.0909	1.37510	1.0000
Gutta percha of MC (CBCT)	-1.5636	1.57307	-1.0000
Gutta percha of DC (CBCT)	-1.7273	1.61808	-2.0000
Gutta percha of PC (CBCT)	-0.5455	2.21872	-1.0000

OPTG; orthopantomography, CBCT; cone-beam computed tomography, SD; standard deviation

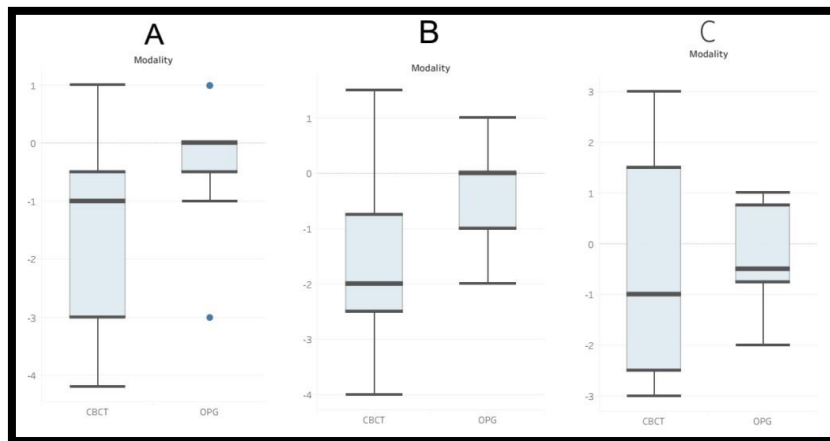


Fig. 6 (Рис. 6)

Fig. 6. Diagram. Boxplots for three canals (MC, DC, PC) teeth comparing between CBCT and OPTG.

a – pane is for MC, b – pane is for DC, c – pane is for PC.

Рис. 6. Диаграмма. Графические изображения для трех каналов (MC, DC, PC), сравнивающие результаты КЛКТ и ОПТГ.

a – панель для MC, б – панель для DC, в – панель для PC.

ble №2, fig.5). Other comparisons were non-significant ($P > 0.05$).

Three canals (MC, DC, and PC). Comparisons between the three canals with regard to CBCT and OPTG values yielded two significant differences. The first is related to MC canal with regard to gutta percha ($P = 0.017$) as higher negative values were noted on CBCT than

OPTG. The second difference is related to DC canal also for gutta percha ($P = 0.016$) with higher negative values for CBCT (Table 3, Fig.6). Other comparisons with regard to lesions or gutta percha were non-significant ($P > 0.05$).

Three canals (MB, ML, and DC). Comparisons for the three canals with regard to CBCT

Table №4. Descriptive statistical results for three canaled (MB, ML, DC) teeth.

	Mean	SD	Median
Lesion of MB (OPTG)	0.3529	0.49259	0.0000
Lesion of ML (OPTG)	0.3529	0.49259	0.0000
Lesion of DC (OPTG)	0.3529	0.49259	0.0000
Gutta percha of MB (OPTG)	-0.8235	1.13111	0.0000
Gutta percha of ML (OPTG)	-0.8824	1.79869	0.0000
Gutta percha of DC (OPTG)	0.3529	1.32009	0.0000
Lesion of MB (CBCT)	0.4706	0.51450	0.0000
Lesion of ML (CBCT)	0.6471	0.49259	1.0000
Lesion of DC (CBCT)	0.3529	0.49259	0.0000
Gutta percha of MB (CBCT)	-1.7941	1.75943	-1.0000
Gutta percha of ML (CBCT)	-1.7059	1.98478	-1.0000
Gutta percha of DC (CBCT)	0.1471	1.63712	-0.5000

OPTG; orthopantomography, CBCT; cone-beam computed tomography, SD; standard deviation

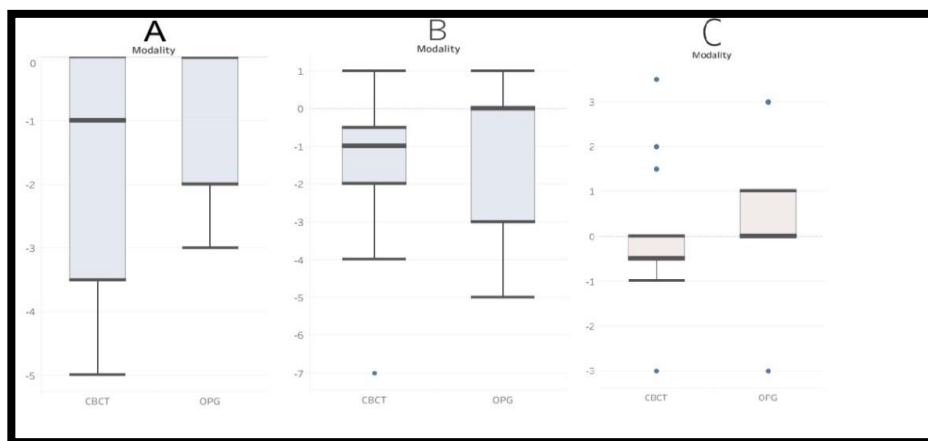


Fig. 7 (Рис. 7)

Fig. 7. Diagram. Boxplots for three canals (MB, ML, DC) teeth comparing between CBCT and OPTG.

a – pane is for MB, b – pane is for ML, c – pane is for DC.

Рис. 7. Диаграмма. Графические изображения для трех каналов (MB, ML, DC), сравнивающие результаты КЛКТ и ОПГ.

а – панель для MB, б – панель для ML, в – панель для DC.

and OPTG showed three significant differences. The first is with regard to lesions of ML canal ($P = 0.025$) with lesions on CBCT having higher values than on OPTG. The second significant difference is in gutta percha of MB canals ($P = 0.002$) with higher negative values on CBCT than on OPTG. The last significant difference is in gutta percha of ML canal ($P = 0.004$) with higher negative values on CBCT than on OPTG (Table 4, Fig.7). Other comparisons for lesions and gutta percha with regard to CBCT and OPTG were non-significant ($P > 0.05$).

Discussion.

Successful endodontic therapy depends on thorough canal debridement and effective filling of the root canal system, for which knowledge of the morphology of root canals is critical [17]. The methods commonly used for analyzing the root canal morphology are conventional radiographs, digital and contrast medium-enhanced radiographic techniques, and more recently, CT techniques [18-21]. An ideal technique would be one that is accurate, simple, non-destructive.

Two-dimensional intraoral and cone-beam CT (CBCT) radiography are at present the most commonly used imaging techniques for dental examinations. The objectives of this research were to evaluate and compare linear accuracy of the applications of the traditional two-dimensional intraoral radiography and CBCT in endodontics. CBCT scan may be an important role in the analysis of root canal anatomy, detection of apical lesions, and extension of the length of gutta percha final filling. Cone-beam CT (CBCT) has been used in endodontic research to study the root canal anatomy and its variations.

CBCT scanning uses an extraoral imaging scanner to produce 3D scans with a considerably lower radiation dose than that required for two-dimensional intraoral radiography. CBCT scanning has been shown to be more accurate than digital radiographs in identifying the accuracy of linear measurements of periapical lesions and the length of gutta percha root canal fillings [22].

During intraoral radiography, the image receptor is placed inside the patient's mouth, which is used to achieve the clinical view. With the offering limited view of the dentition, there are many other disadvantages of such radiog-

raphy procedures. These include the likelihood of cross-contamination due to intraoral sensor placement.

The results of the present study showed that the CBCT method has a higher diagnostic information value in comparison with orthopantomography in the evaluation of teeth after endodontic treatment [16].

In the single canals the recorded values between OPTG and CBCT a significant statistical difference was found for the lesions ($P = 0.000$), while gutta percha showed a P value of 0.056. Lesions on CBCT had a higher value than on OPTG. It means that CBCT images gave correct three-dimensional representations of the linear measurements. While comparisons between CBCT and OPTG for BC and PC in two canaled teeth showed only one significant difference, which is between CBCT and OPTG values for gutta percha of PC as CBCT values were negatively higher than on OPTG.

Three canals (MC, DC, and PC), comparisons between the three canals with regard to CBCT and OPTG values yielded two significant differences. The first is related to MC canal with regard to gutta percha as higher negative values were noted on CBCT than OPTG. The second difference is related to DC canal also for gutta percha with higher negative values for CBCT. Three canals (MB, ML, and DC). The result showed three significant differences. The first regarding lesions of ML canal on CBCT scored higher values than on OPTG. The second significant difference is in gutta percha of MB canals with higher negative values on CBCT than on OPTG. The last significant difference is in gutta percha of ML canal with higher negative values on CBCT than on OPTG. Other comparisons for lesions and gutta percha with regard to CBCT and OPTG were non-significant. These documented finding may be very important in the future prognosis of the endodontic treatments.

Conclusion.

CBCT scanning has been shown to be more accurate than digital radiographs in identifying the accuracy of linear measurements of periapical lesions and the length of gutta percha root canal fillings. The CBCT method has a higher diagnostic informative value in comparison with orthopantomography in the evaluation of teeth after endodontic treatment.

References:

1. Cotton TP, Geisler TM, Holden DT, Schwartz SA, Schindler WG. Endodontic applications of cone-beam volumetric tomography. *J Endod.* 2007; 33:1121-32.
2. Serova N.S., Sokkar A., Pavlova O.Yu., Medhat A. Radiology in dental implantation. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2021; 11 (1): 43-62 (in Russian).
3. Serova N.S., Sokkar A.A., Pavlova O.Yu., Medhat A., Babkova A.A., Israelyan Sh.O., Kuzmenkov D.V. Radiology of temporomandibular joint after the orthodontic treatment. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2022; 12 (2): 21-34 (in Russian).
4. Tarasenko S.V., Serova N.S., Znamenskaya Y.P. Cone-

- beam computed tomography as a method for evaluating the regeneration of the wells of removed teeth after augmentation. *REJR* 2020; 10(3):26-35. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-3-26-35 (in Russian).
5. Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endod Dent Traumatol.* 1990; 6: 16-20.
 6. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y, Yamamoto A. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004; 19: 228-31.
 7. Marmulla R, Wo rtche R, Mu hling J, Hassfeld S. Geometric accuracy of the NewTom 9000 Cone Beam CT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2005; 34: 28-31.
 8. Abdulsahab RJ, Salah A, Basheer O. Study of the effect age and gender of the bone height on the position of the inferior dental canal using cone beam computed tomography. *Tikrit journal for dental science.* 2020; 8 (1): 1-5.
 9. Tarasenko S.V., Serova N.S., Shamanaeva L.S., Zagorskij S.V., Diachkova E.Yu. Analysis of dynamic changing of radiological picture of periapical odontogenic processes of the jaws after different methods of dental treatment. *Russian Electronic Journal of Radiology.* 2019; 9 (1): 27-33 (in Russian).
 10. Tarasenko S.V., Serova N.S., Morozova E.A. Intraoperative microfocus xray control of treatment efficiency in patients with jaws rootcysts. *REJR.* 2017; 7 (1):39-45. DOI:10.21569/2222-7415-2017-7-1-39-45 (in Russian).
 11. Nair MK, Nair UP. Digital and Advanced Imaging in Endodontics: A Review. *JOE.* 2007; 33 (1): 1-6.
 12. Abdulsahab RJ, Najim AA, Farhan FA. Visibility of mandibular canal on CBCT Cross-Sectional images in comparison with Panoramic radiograph: retrospective study, *IMJ.* 2021; 28 (1): 1-6.
 13. Katsumata A, Hirukawa A, Noujeim M, Okumura S, Naitoh M, Fujishita M, et al. Image artifact in dental cone-beam CT. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2006; 101: 652-7.
 14. Rahman V, Fatah A. Localization of Maxillary Impacted Canine Using Cone Beam Computed Tomography for Assessment of Angulation, Distance From Occlusal Plane, Alveolar Width and Proximity to Adjacent Teeth. *J Bagh Coll Dent.* 2017 Mar.;29(1):70-75.
 15. Webber RL, Messura JK. An in vivo comparison of diagnostic information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol, Oral radiol, Endo.* 1999; 88 (2): 239-47.
 16. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCTNewTom). *Dentomaxillofac Radiol.* 2004; 33: 291-4.
 17. Grossman LI, Oliet S, Del Rio CE. *Endodontic practice.* 11th ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1988. 145-7.
 18. Pattanshetti N, Gaidhane M, Al Kandari AM. Root and canal morphology of the mesiobuccal and distal roots of permanent first molars in a Kuwait population - a clinical study. *Int Endod J.* 2008; 41:755-62.
 19. Fan B, Yang J, Gutmann JL, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with C-shaped root configurations. Part I: Microcomputed tomography mapping of the radicular groove and associated root canal crosssections. *J Endod.* 2008; 34:1337-41.
 20. Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Threedimensional imaging using micromputed tomography for studying tooth macromorphology. *J Am Dent Assoc.* 2006; 137: 1555-61.
 21. Fan B, Gao Y, Fan W, Gutmann JL. Identification of a C-shaped canal system in mandibular second molars - part II: the effect of bone image superimposition and intraradicular contrast medium on radiograph interpretation. *J Endod.* 2008; 34:160-5.
 22. Al-Ansari NB, Ghalib NH, Al-Naimi SH. Diagnosis and localization of the maxillary impacted canines by using dental multi-slice computed tomography 3D view and reconstructed panoramic 2Dview, *J Bagh Coll Dent.* 2014;26(1):1-6.

**ПРОТОКОЛ МСКТ У ВЗРОСЛЫХ ПАЦИЕНТОВ ПОСЛЕ
ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА**Павлова О.Ю.¹, Серова Н.С.¹, Давыдов Д.В.², Гридасова И.С.¹

1 - ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия.

2 - МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ РФ, г. Москва, Россия.

Цель. Совершенствование протокола мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) у пациентов после эндопротезирования глазного яблока.

Материалы и методы. За 2019-2023 гг. в Сеченовский Университет для обследования и послеоперационного контроля обратилось 26 пациентов (100%), от 18 до 65 лет, мужчины (11)/женщины (15) для имплантации эндопротеза глазного яблока.

На базе Университетской клинической больницы №1, в отделении лучевой диагностики №2 Сеченовского Университета пациентам была выполнена МСКТ орбит на аппарате CANON Aquillion 640 для оценки эндопротеза и анализа послеоперационных изменений. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями на рабочей станции Vitrea.

Результаты. Всем пациентам (n=26; 100%) была выполнена реконструктивная операция с установкой эндопротеза глазного яблока и формированием оптимальной опорно-двигательной культи на основании предоперационного планирования по данным МСКТ. У 8 пациентов (30%) эндопротез был установлен после энуклеации глазного яблока, у 18 (70%) – после эквисцерации. При анализе КТ-данных был сформирован протокол описания и критерии оценки эффективности эндопротезирования глазного яблока.

Заключение. МСКТ является оптимальным методом анализа состояния пациента после эндопротезирования глазного яблока. Протокол описания КТ-данных должен включать в себя представленные критерии описания эндопротеза, опорно-двигательной культи и взаимоотношение их с наружным косметическим протезом, а также анализ состояния структур орбиты для предоставления лечащему врачу полноценной информации о пациенте в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: МСКТ, эндопротезирование глазного яблока, лучевая диагностика, орбита, опорно-двигательная культя.

Контактный автор: Павлова О.Ю., e-mail: dr.olgapavlova@gmail.com

Для цитирования: Павлова О.Ю., Серова Н.С., Давыдов Д.В., Гридасова И.С. Протокол МСКТ у взрослых пациентов после эндопротезирования глазного яблока. REJR 2023; 13(4):26-35. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-26-35.

Статья получена: 15.09.23

Статья принята: 30.10.23

MSCT PROTOCOL IN ADULT PATIENTS AFTER GLOBE ENDOPROSTHETICS

Pavlova O.Yu.¹, Serova N.S.¹, Davydov D.V.², Gridasova I.S.¹

1 – Sechenov University.

2 - Moscow Scientific and Research Oncological Institute. Moscow, Russia.

Purpose. To improve the multispiral computed tomography (MSCT) protocol in patients after globe endoprosthesis.

Materials and methods. For 2019-2023 years 26 patients (100%), 18-65 y.o., men (11)/women (15) were admitted to Sechenov University for examination and postoperative monitoring for implantation of a globe endoprosthesis.

At the radiology department No. 2, in University Clinical Hospital No. 1, Sechenov University, patients underwent MSCT of the orbits using a CANON Aquillion 640 device to evaluate the endoprosthesis and analyze postoperative changes. The study was complemented by multiplanar and 3D reconstructions on a Vitrea workstation.

Results. All patients (n=26; 100%) underwent reconstructive surgery with the installation of a globe endoprosthesis and the formation of an optimal supporting-motor stump based on preoperative planning according to MSCT data. In 8 patients (30%) the endoprosthesis was installed after globe enucleation, in 18 (70%) – after globe evisceration. When analyzing CT data, a description protocol and criteria for assessing the effectiveness of globe replacement were formed.

Conclusion. MSCT is the optimal method for analyzing the patient's condition after globe replacement. The protocol for CT data analysis should include the presented criteria for describing the endoprosthesis, the supporting-motor stump and their relationship with the external cosmetic prosthesis, as well as an analysis of the state of the orbital structures to provide the surgeon with complete information about the patient in the postoperative period.

Keywords: MSCT, globe endoprosthesis, radiology, orbit, supporting-motor stump.

Corresponding author: Pavlova O.Yu., dr.olgapavlova@gmail.com

For citation: Pavlova O.Yu., Serova N.S., Davydov D.V., Gridasova I.S. MSCT protocol in adult patients after globe endoprosthesis. REJR 2023; 13(4):26-35. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-26-35.

Received: 15.09.23

Accepted: 30.10.23

В Российской Федерации ежегодно проводится около 12 тысяч оперативных вмешательств по удалению глазного яблока, при этом более 50% пациентов составляют лица трудоспособного возраста (от 14 до 45 лет), а в глазном протезировании нуждаются более 400 тысяч человек [1-3].

Сложность данной проблемы обусловлена сразу несколькими факторами: наличием различных методов удаления глазного яблока, разнообразием существующих имплантатов и хирургических техник установки, особенностями нестандартных полостей в орбите перед протезированием, отсутствием единого алгоритма обследования пациентов на до и послеоперационных этапах обследования, а также трудностями в реабилитации пациентов с анофтальмом и высокими тре-

бованиями к эстетической составляющей [3-5].

Существует множество различных методов удаления глазного яблока, все из которых имеют общую цель – устранить пораженное глазное яблоко и сохранить при этом косметически приемлемый вид [1-9]. Для сохранения правильного соотношения анатомических структур в орбите удаление глазного яблока необходимо выполнять с использованием орбитального имплантата или эндопротеза, который восполнит объем анофтальмической полости. Кроме того, удаление глазного яблока, выполненное с формированием опорно-двигательной культи (ОДК) способствует правильному положению глазного протеза в полости, сохранению нормального тонуса и симметричному контуру век [6-9] (рис. 1).

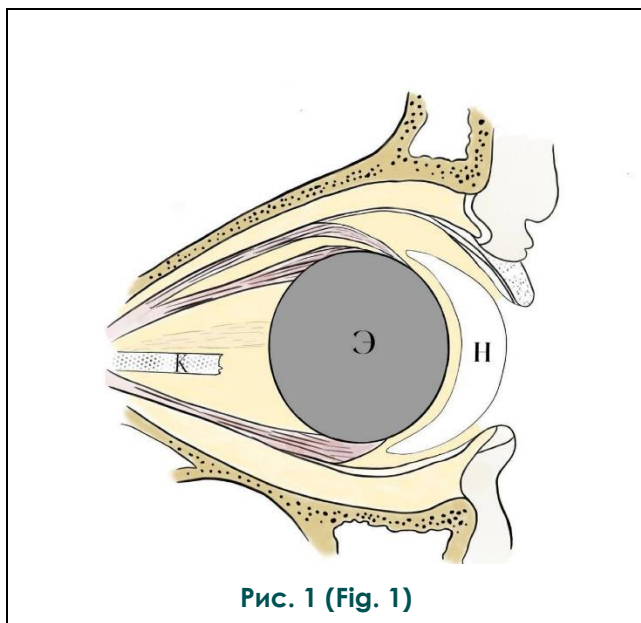


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Схема.

Схематическое изображение структур орбиты после эндопротезирования.

Э – эндопротез, К – культя зрительного нерва, Н – наружный косметический протез.

Fig. 1. Scheme.

Schematic representation of the orbital structures after globe endoprosthetics.

Э – endoprosthesis, К – nerve stump, Н – external cosmetic prosthesis.

В некоторых случаях культя формируется местными тканями без одномоментной постановки импланта, в результате этого создаются условия для развития «аногфальмического синдрома». В результате удаления глаза без формирования объемной опорно-двигательной культы у пациентов возникает целый ряд проблем психологического, физиологического, косметического, социального характера, которые существенно влияют на их качество жизни [1-11].

Эндопротезы глазного яблока – это медицинские протезы, используемые для замены глазного яблока и формирования объемной подвижной опорно-двигательной культы [1-5, 7-9, 12-15]. Для формирования опорно-двигательной культы существует множество различных материалов и конструкций: оформленные и неоформленные аутооттрансплантаты (жир, хрящ, дерматожировые или фасциальные лоскуты и т. д.), аллотрансплантаты (реберный кадаверный хрящ, кость и т. д.), обернутые и необернутые имплантаты из природного или синтетического гидроксиапатита и керамические имплантаты,

полимерные имплантаты (полиэтиленовые, политетрафторэтиленовые, гидрогелевые, силиконовые и др.), металлические имплантаты (никелид титана и др.), неоформленные синтетические (углеродный войлок, коллагеновая гемостатическая губка и др.) [1, 7-9, 12-13].

Достижения последних лет в области химии медикобиологических полимеров привело к появлению класса гидрофильных веществ – гидрогелей, обладающих высокой биосовместимостью, стабильностью и оказывающих минимальный раздражающий эффект на окружающие ткани (PHEMA, MMA, хитозан). Доказано, что гидрогелевый имплантат на основе poly-HEMA, с содержанием воды 75%, устойчив к условиям жестких модельных сред, не подвергается явлениям деструкции, что обеспечивает стабильность его физико-механических свойств в условиях длительного пребывания в тканях орбиты после энвисцероэнуклеации [1, 12-13].

К каждому пациенту с анофтальмом и планируемым эндопротезированием глазного яблока необходим индивидуальный подход при обследовании и выборе орбитального имплантата, с обязательным учетом его анатомических особенностей и параметров орбиты для получения эстетически удовлетворительного результата; добиться этого возможно только с применением высокотехнологичных методов лучевой диагностики, в частности, посредством применения компьютерной томографии [1, 5, 13].

На сегодняшний день в нашей стране существуют различные схемы и протоколы описания КТ-исследований с орбитальной патологией. Наиболее распространены протоколы описания данных компьютерной томографии при первичной диагностике различных заболеваний и в рамках послеоперационного контроля: при эндокринной офтальмопатии, при травматических повреждениях структур орбиты в диагностике патологии слезоотводящих путей, в онкоофтальмологии и других состояниях [14-28]. Однако на данный момент пока не разработано единого алгоритма и критериев описания КТ-данных у пациентов при планировании эндопротезирования и анализе послеоперационного состояния имплантатов глазного яблока.

Цель исследования.

Совершенствование протокола мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) у пациентов после эндопротезирования глазного яблока.

Материалы и методы.

За 2019-2023 гг. в Сеченовский Уни-

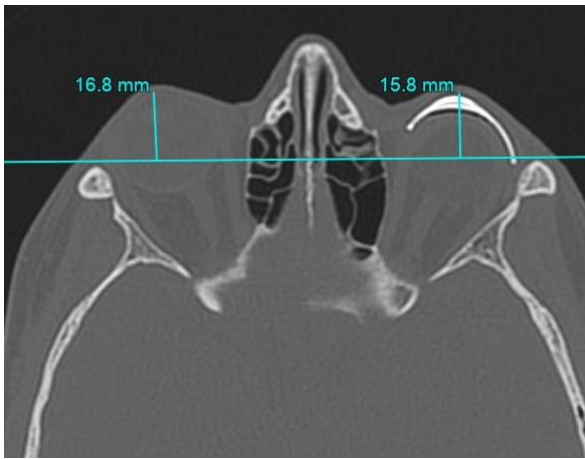


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

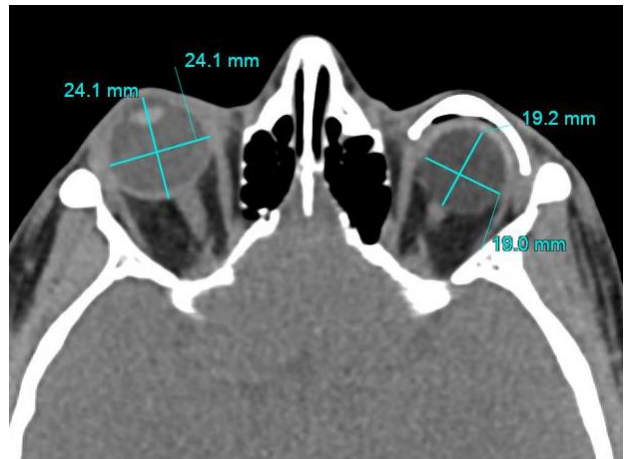


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

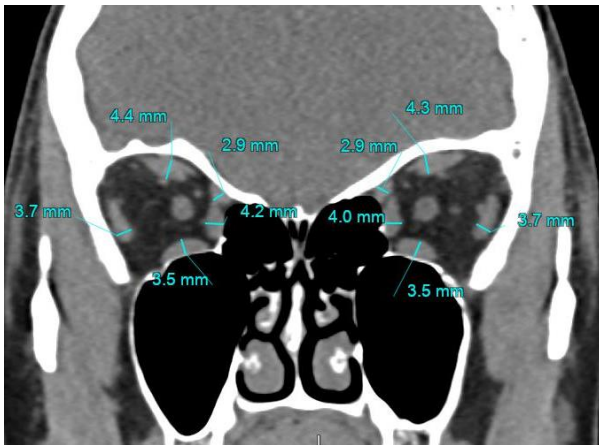


Рис. 2 в (Fig. 2 с)



Рис. 2 г (Fig. 2 д)



Рис. 2 д (Fig. 2 е)



Рис. 2 е (Fig. 2 ф)

Рис. 2. МСКТ орбит. а – аксиальный срез, режим костного окна, б – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, в – корональная реконструкция, режим мягкотканного окна, г, д, е – аксиальные срезы, режим мягкотканного окна.

а – оценка симметричности выстояния переднего контура наружного косметического протеза и контралатерального глазного яблока при помощи линии, проведенной через скуло-лобные швы с обеих сторон и перпендикулярны к данной линии.

б – оценка размеров глазного яблока и размеров эндопротезов.

в – оценка симметричности и размеров прямых глазодвигательных мышц и верхней косой мышцы.

г – оценка культи зрительного нерва и расстояния от культи до эндопротеза (стрелка).

д – оценка капсулы эндопротеза (стрелка).

е – оценка пространства между наружным косметическим протезом и эндопротезом (стрелка).

Fig. 2. MSCT, orbits. a – axial plane, bone window mode, b – axial plane, soft tissue window mode, c – coronal reconstruction, soft tissue window mode, d, e, f – axial planes, soft tissue window mode.

a – assessment of the symmetry of the anterior contour of the external cosmetic prosthesis and the contralateral globe using a line drawn through the zygomatico-frontal sutures on both sides and perpendiculars to this line.

b – assessment of the globe and endoprosthesis size.

c – assessment of the symmetry and size of the rectus oculomotor muscles and the superior oblique muscles.

d – assessment of the optic nerve stump and the distance from the stump to the endoprosthesis (arrow).

e – assessment of the endoprosthesis capsule (arrow).

f – assessment of the space between the external cosmetic prosthesis and the endoprosthesis (arrow).

верситет для обследования и послеоперационного контроля обратилось 26 пациентов (100%), от 18 до 65 лет, мужчины (11)/женщины (15) для имплантации эндопротеза глазного яблока.

На базе Университетской клинической больницы №1, в отделении лучевой диагностики №2 Сеченовского Университета пациентам была выполнена МСКТ орбит на аппарате CANON Aquillion 640 для оценки эндопротеза и анализа послеоперационных изменений. Исследование дополнялось мультипланарными и трехмерными реконструкциями на рабочей станции Vitrea.

Интерпретацию КТ-данных у пациентов после эндопротезирования начинали с анализа мультипланарных реконструкций в режиме «костного» окна. При этом важным аспектом правильного анализа являлось выравнивание изображений на рабочей станции, добиваясь максимальной симметричности сторон. Для получения полноценного изображений полости орбит в сагитальной плоскости выполняли выравнивание изображения по срезу зрительного нерва в аксиальной плоскости (рис. 2).

Результаты.

Всем пациентам (n=26; 100%) была вы

полнена реконструктивная операция с установкой эндопротеза глазного яблока и формированием оптимальной опорно-двигательной культи на основании предоперационного планирования по данным МСКТ. У 8 пациентов (30%) эндопротез был установлен после энуклеации глазного яблока, у 18 (70%) – после эквисцерации. При анализе КТ-данных был сформирован протокол описания и критерии оценки эффективности эндопротезирования глазного яблока.

При проведении анализа наиболее важными критериями описания КТ-изображений у пациентов после эндопротезирования глазного яблока являлись:

Критерии оценки эндопротеза и опорно-двигательной культи:

- форма
- положение
- размеры (диаметр)
- контуры
- структура
- плотность
- наличие капсулы

- характер и целостность капсулы (оценка капсулы в передней части, в области экватора, в задней части)

- наличие дополнительных включений



Рис. 3 а (Fig. 3 а)



Рис. 3 б (Fig. 3 б)

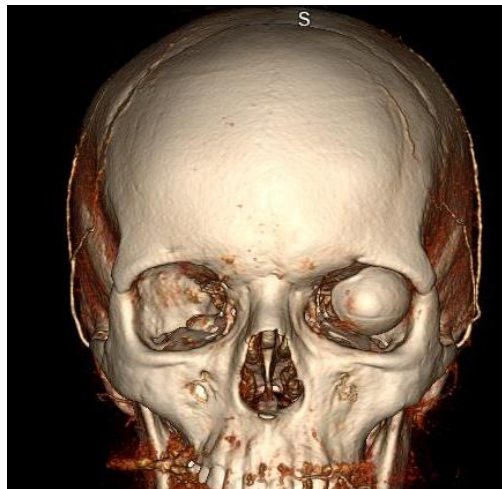


Рис. 3 в (Fig. 3 с)

Рис. 3. МСКТ орбит с внутривенным контрастированием. а – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, б - сагиттальный срез, режим мягкотканного окна, в – 3D-реконструкция.

Состояние после эндопротезирования левого глазного яблока. В переднем отделе левой орбиты визуализируется центрально расположенный эндопротез, округлой формы, однородной структуры, диаметром 20 мм, средней плотностью -33 HU, дополнительных включений в области протеза не выявлено, в передней части визуализируется капсула эндопротеза с четкими ровными контурами. К передней поверхности эндопротеза прилежит наружный косметический протез, с наличием воздуха между ними толщиной слоя до 1,5 мм. Передний косметический протез располагается симметрично относительно переднего контура правого глазного яблока. Культи левого зрительного нерва прилежит к задней поверхности эндопротеза, прямые глазодвигательные мышцы слева с четкими ровными контурами, прослеживаются на всем протяжении, плотно прилежат к эндопротезу. Плотность жировой клетчатки орбит в пределах нормальных значений.

Fig. 3. MSCT, orbits, with intravenous contrast. a – axial plane, soft tissue window mode, b – sagittal reconstruction, soft tissue window mode, c – 3D-reconstruction.

Condition after endoprosthesis replacement of the left globe. In the anterior part of the left orbit, a centrally located endoprosthesis is visualized, round in shape, with homogeneous structure, of 20 mm in diameter, an average density of -33 HU, no additional inclusions in the area of the prosthesis were identified, in the anterior part an endoprosthesis capsule with clear, even contours is visualized. An external cosmetic prosthesis is adjacent to the front surface of the endoprosthesis, with the presence of air between them with thickness layer of 1.5 mm. The anterior cosmetic prosthesis is located symmetrically relative to the anterior contour of the right globe. The stump of the left optic nerve is adjacent to the posterior surface of the endoprosthesis, the rectus oculomotor muscles on the left have clear, even contours, can be traced throughout and are tightly adjacent to the endoprosthesis. The density of fat tissue of the orbits is within normal values.



Рис. 4 а (Fig. 4 a)

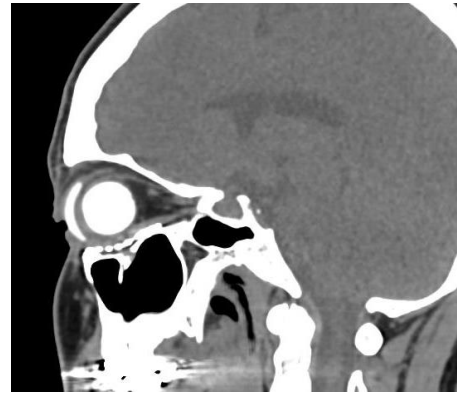


Рис. 4 б (Fig. 4 b)

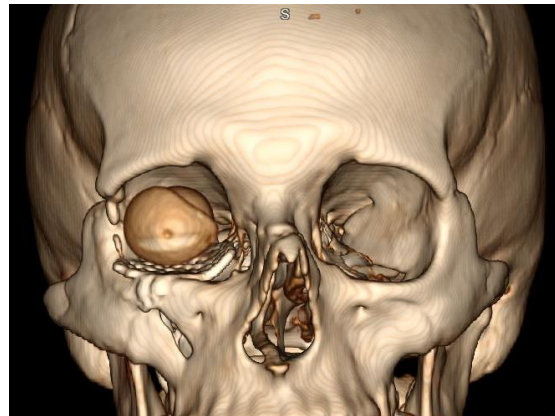


Рис. 4 в (Fig. 4 c)

Рис. 4. МСКТ орбит. а – аксиальный срез, режим мягкотканного окна, б - сагиттальный срез, режим мягкотканного окна, в – 3D-реконструкция.

Состояние после эндопротезирования правого глазного яблока. В переднем отделе правой орбиты визуализируется центрально расположенный эндопротез, округлой формы, однородной структуры, диаметром 20 мм, средней плотностью +372 HU, дополнительных включений в области протеза не выявлено, в передней части визуализируется капсула эндопротеза с четкими ровными контурами. К передней поверхности эндопротеза прилежит наружный косметический протез, с наличием единичной вакуоли воздуха между ними. Передний косметический протез располагается симметрично относительно переднего контура левого глазного яблока. Культия правого зрительного нерва с неровным наружным контуром, расстояние между культей и задней поверхностью эндопротеза составляет 2,5 мм. Прямые глазодвигательные мышцы справа с четкими ровными контурами, плотно прилегают к эндопротезу. Нижняя стенка правой орбиты протезирована сетчатым имплантатом, с установкой винтов в области правого подглазничного края, без признаков костно-деструктивных изменений, нижняя прямая глазодвигательная мышца плотно прилежит к имплантату нижней стенки правой орбиты.

Fig. 4. MSCT of orbits. а – axial section, soft tissue window mode, б – sagittal section, soft tissue window mode, в – 3D reconstruction.

Condition after endoprosthesis replacement of the right globe. In the anterior part of the right orbit, a centrally located endoprosthesis is visualized, round in shape, with homogeneous structure, 20 mm in diameter, an average density of +372 HU, no additional inclusions in the area of the prosthesis were identified, the endoprosthesis capsule with clear, even contours is visualized in the anterior part. An external cosmetic prosthesis is adjacent to the front surface of the endoprosthesis, with a single air vacuole between them. The anterior cosmetic prosthesis is located symmetrically relative to the anterior contour of the left globe. The stump of the right optic nerve has an uneven external contour; the distance between the stump and the posterior surface of the endoprosthesis is 2.5 mm. The rectus oculomotor muscles on the right have clear, even contours and are tightly adjacent to the endoprosthesis. The lower wall of the right orbit was reconstructed with a mesh implant, with screws installed in the area of the right infraorbital margin, without signs of bone-destructive changes, the inferior rectus oculomotor muscle was tightly adjacent to the implant of the lower wall of the right orbit.

- прилегание мышц к эндопротезу
- расстояние между культей зрительного нерва и эндопротезом

Критерии оценки наружного косметического протеза:

- форма
- контуры
- конгруэнтность наружного косметического протеза к переднему контуру опорно-двигательной культы, наличие воздуха или жидкостного содержимого между ними.

- симметричность переднего контура наружного косметического протеза переднему контуру сохранного глазного яблока (объективный анализ с использованием анатомического ориентира – линия, проведенная через лобные отростки скуловых костей).

Критерии оценки глазодвигательных мышц:

- форма
- контуры
- диаметр в поперечнике, симметричность мышц относительно контралатеральной стороны

- прилегание к эндопротезу

Критерии оценки окружающих мягкотканых структур орбиты:

- плотность, структура жировой клетчатки
- размеры, форма, структура, симметричность слёзных желез
- состояние периорбитальных мягких тканей

Критерии оценки костных стенок орбиты:

- симметричность и положение орбит
- объёмы орбит
- состояние всех стенок орбит, включая верхушку орбиты, целостность стенок подглазничного канала, носослёзного канала, верхней и нижней глазничных щелей
- оценка окружающих мягких тканей лица, околоносовых синусов, сопутствующей патологии (рис. 3, 4).

Заключение.

МСКТ является оптимальным методом анализа состояния пациента после эндопротезирования глазного яблока. Протокол описания КТ-данных должен включать в себя представленные критерии описания эндопротеза, опорно-двигательной культы и взаимоотношение их с наружным косметическим протезом, а также анализ состояния структур орбиты для предоставления лечащему врачу полноценной информации о пациенте в послеоперационном периоде.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Работа представлена в рамках реализации Гранта Президента РФ по поддержке Ведущей научной школы НШ-599.2022.3 «Неинвазивные функциональные технологии лучевой медицины в скрининге, ранней диагностике, мониторинге лечения и контроле реабилитации социально значимых заболеваний» (Руководитель Н.С. Серова). Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Гуцина М.Б., Южакова Н.С., Гаврилова Н.А., Кондратенко Т.С. Методы удаления глазного яблока. Клиническая офтальмология. 2020; 20 (1): 37-44. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-1-37-48.
2. Лузянина В.В. Особенности офтальмопластики для глазного протезирования. Тихоокеанский медицинский журнал. 2016; 3 (65): 32-35 DOI: 10.17238/РmJ1609-1175.2016.3.32-36
3. Давыдов Д.В., Баранова Н.А. Результаты хирургического лечения и реабилитации пациентов с посттравматической субатрофией и анофтальмическим синдромом в сочетании с костными деформациями глазницы. Офтальмологические ведомости. 2022; 15 (4): 15-26.
4. Яровой А. А., Булгакова Е. С., Шацких А. В., Шокирова М. М. Первичное эндопротезирование анофтальмической орбиты у пациентов с увеальной меланомой: результаты шести лет наблюдений. Опухоли головы и шеи. 2012; 2.
5. Филатова И.А., Али Хабиб Харб. Способ формирования опорно-двигательной культы для глазного протеза. Патент на изобретение РФ. 2008. RU (11) 2 337 652(13) С1
6. Цурова Л.М., Милюдин Е.С. Результаты использования

- аллогенного орбитального имплантата после удаления глазного яблока. Практическая медицина. 2017; 9 (110): 243-246
7. Иванов В.В. Современные проблемы создания мобильной культы для косметического протезирования глаза. Сибирское медицинское обозрение. 2009; 4.
8. Иволгина Ирина Валентиновна Особенности применения различных имплантатов при формировании опорно-двигательной культы после энуклеации. Вестник российских университетов. Математика. 2015; 3.
9. Michael J. Reiter, Ryan B. Schwore, Jonathan A. Kini, Gerald E. York, and Abraham W. Suhr. Postoperative Imaging of the Orbital Contents. RadioGraphics. 2015; 35 (1): 221-234
10. Филатова И.А., Мохаммад И.М., Денисюк В.О. Выбор метода удаления глаза (энуклеация/эвисцерация) на основании клинико-инструментальных данных. Российский общенациональный офтальмологический форум. 2019; 2: 520-522.
11. Coskun U., Ozturk S., Zor .F, Turgut A.T., Sengezer M. Imaging of porous polyethylene implant by using multidetector spiral computed tomography. J Craniofac Surg. 2008; 19 (1): 156-158.

12. Валуев А.И., Давыдов Д.В., Сытов Г.А., Валуев И.Л. Гидрофильные гидрогелевые материалы для офтальмологической реконструктивно-восстановительной хирургии. *Технологии живых систем*. 2008; 5 (5-6): 45-48.

13. Беспалова Е.О. Отдаленные результаты имплантации эластичного гидрогелевого эндопротеза для формирования опорной культи при удалении глаза у детей. Канд. дисс. Москва. 2004.

14. LeBedis C.A., Sakai O. Nontraumatic orbital conditions: diagnosis with CT and MR imaging in the emergent setting. *RadioGraphics*. 2008; 28 (6): 1741-1753

15. Давыдов Д.В. Трансконъюнктивальная внутренняя декомпрессия орбиты у пациентов с эндокринной офтальмопатией: ретроспективный анализ. *Офтальмологические ведомости*. 2022; 15 (3): 29-37.

16. Яценко О.Ю., Тюрин И.Е. Рентгеносемиотика эндокринной офтальмопатии. Часть 1. Экстраокулярные мышцы и орбитальная клетчатка. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2016; 97 (3): 133-142. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-3-133-142>

17. Бровкина А.Ф., Яценко О.Ю., Аубакирова А.С. Методика расчета объема орбитальной клетчатки, удаляемой при декомпрессивной операции у больных эндокринной офтальмопатией. *Вестник офтальмологии*. 2009; 125 (3): 24-7.

18. Бровкина А.Ф., Кармазановский Г.Г., Яценко О.Ю. Объем костной орбиты и ее мягкотканого содержимого в норме. *Медицинская визуализация*. 2006; 6: 94-8.

19. Михайлов А.Н., Гурко Н.А., Самохвалова Н.М., Дравица Л.В. Роль компьютерной томографии в определении стадии эндокринной офтальмопатии. *Проблемы здоровья и экологии*. 2014; 4 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-kompyuternoy-tomografii-v-opredelenii-stadii-endokrinnoy-oftalmopatii>

20. Давыдов Д.В., Лежнев Д.А., Коновалов К.А. Методика прогнозируемого расчёта величины выстояния глазных яблок при планировании операции декомпрессии орбиты

у больных эндокринной офтальмопатией. *Офтальмологические ведомости*. 2021; 14 (3): 41-48.

21. Лежнев Д.А., Давыдов Д.В., Костенко Д.И. Возможности современных томографических технологий в диагностике травм и посттравматических деформаций средней зоны лица. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2013; 5: 005-008.

22. Павлова О.Ю., Серова Н.С. Протокол мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике травм средней зоны лица. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2016; 6 (3): 48-53.

23. Сангаева А.М., Серова Н.С., Выклюк М.В., Буланова Т.В. Лучевая диагностика травм глаза и структур орбиты. *Вестник рентгенологии и радиологии*. 2007; 2: 11.

24. Лежнев Д.А., Серова Н.С., Трутень В.П. Роль методов лучевой диагностики в визуализации изолированных поврежденных челюстно-лицевой области. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2008; 2 (22): 66-68.

25. Кобзева И.В. Особенности диагностики и планирования лечения пациентов с посттравматическими дефектами и деформациями средней зоны лица. Автор. канд. дисс. Москва, 2013. 25 с.

26. Привалова Е.Г. Лучевая диагностика заболеваний слезоотводящих путей. Канд. Дисс. Санкт-Петербург, 2013

27. Саакян С.В., Амирян А.Г., Мякошина Е.Б. Трудности дифференциальной диагностики и ошибки в планировании пластико-реконструктивных операций при патологии периорбитальной области. *Анналы пластической, реконструктивной и эстетической хирургии*. 2018; 4: 124-125.

28. Израелян Ш.О., Павлова О.Ю., Серова Н.С., Саакян С.В., Амирян А.Г. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография при псевдотуморе орбиты. *Российский электронный журнал лучевой диагностики*. 2020; 10 (3): 143-149.

References:

- Gushchina M.B., Yuzhakova N.S., Gavrilova N.A., Kondratenko T.S. Methods for removing the eyeball. *Clinical ophthalmology*. 2020; 20 (1): 37-44. DOI: 10.32364/2311-7729-2020-20-1-37-48 (in Russian).
- Luzyanina V.V. Features of ophthalmoplasty for eye prosthetics. *Pacific Medical Journal*. 2016; 3 (65): 32-35 DOI: 10.17238/PmJ1609-1175.2016.3.32-36 (in Russian).
- Davydov D.V., Baranova N.A. Results of surgical treatment and rehabilitation of patients with post-traumatic subatrophy and anophthalmic syndrome in combination with bone deformities of the orbit. *Ophthalmological statements*. 2022; 15 (4): 15-26 (in Russian).
- Yarovoy A. A., Bulgakova E. S., Shatskikh A. V., Shokirova M. M. Primary endoprosthetics of the anophthalmic orbit in patients with uveal melanoma: results of six years of observation. *Tumors of the head and neck*. 2012; 2 (in Russian).
- Filatova I.A., Ali Habib Harb. Method for forming a musculoskeletal stump for an ocular prosthesis. Patent for invention of the Russian Federation. 2008. RU (11) 2 337 652(13) C1 (in Russian).
- Tsurova L.M., Milyudin E.S. Results of using an allogeneic orbital implant after removal of the eyeball. *Practical medicine*. 2017; 9 (110): 243-246 (in Russian).
- Ivanov V.V. Modern problems of creating a mobile stump for cosmetic eye prosthetics. *Siberian Medical Review*. 2009; 4 (in Russian).
- Ivolgina Irina Valentinovna Features of the use of various implants in the formation of a musculoskeletal stump after enucleation. *Bulletin of Russian Universities. Mathematics*. 2015; 3 (in Russian).
- Michael J. Reiter, Ryan B. Schwoppe, Jonathan A. Kini, Gerald E. York, and Abraham W. Suhr. Postoperative Imaging of the Orbital Contents. *RadioGraphics*. 2015; 35(1):221-234
- Filatova I.A., Mohammad I.M., Denisjuk V.O. Selection of the eye removal method (enucleation/evisceration) based on clinical and instrumental data. *Russian national ophthalmological forum*. 2019; 2: 520-522 (in Russian).
- Coskun U., Ozturk S., Zor.F., Turgut A.T., Sengezer M. Imaging of porous polyethylene implant by using multidetector spiral computed tomography. *J Craniofac Surg*. 2008; 19

(1): 156-158.

12. Valuev L.I., Davydov D.V., Sytov G.A., Valuev I.L. Hydrophilic hydrogel materials for ophthalmic reconstructive surgery. *Technologies of living systems*. 2008; 5 (5-6): 45-48 (in Russian).
13. Beshpalova E.O. Long-term results of implantation of an elastic hydrogel endoprosthesis to form a supporting stump during eye removal in children. *Cand. diss. Moscow*. 2004 (in Russian).
14. LeBedis C.A., Sakai O. Nontraumatic orbital conditions: diagnosis with CT and MR imaging in the emergent setting. *RadioGraphics*. 2008; 28 (6): 1741-1753
15. Davydov D.V. Transconjunctival internal orbital decompression in patients with endocrine ophthalmopathy: a retrospective analysis. *Ophthalmological statements*. 2022; 15 (3): 29-37 (in Russian).
16. Yatsenko O.Yu., Tyurin I.E. X-ray semiotics of endocrine ophthalmopathy. Part 1. Extraocular muscles and orbital tissue. *Bulletin of radiology and radiology*. 2016; 97 (3): 133-142. <https://doi.org/10.20862/0042-4676-2016-97-3-133-142> (in Russian).
17. Brovkina A.F., Yatsenko O.Yu., Aubakirova A.S. A method for calculating the volume of orbital fat removed during decompressive surgery in patients with endocrine ophthalmopathy. *Bulletin of Ophthalmology*. 2009; 125(3):24-7 (in Russian).
18. Brovkina A.F., Karmazanovsky G.G., Yatsenko O.Yu. The volume of the bony orbit and its soft tissue contents is normal. *Medical imaging*. 2006; 6:94-8 (in Russian).
19. Mikhailov A.N., Gurko N.A., Samokhvalova N.M., Dravitsa L.V. The role of computed tomography in determining the stage of endocrine ophthalmopathy. *Health and environmental problems*. 2014; 4 (42). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rol-kompyuternoy-tomografii-v-opredelenii-stadii-endokrinnoy-oftalmpatitii> (in Russian).
20. Davydov D.V., Lezhnev D.A., Konovalov K.A. A method for predicting the value of eyeball protrusion when planning orbital decompression surgery in patients with endocrine ophthalmopathy. *Ophthalmological statements*. 2021; 14 (3): 41-48 (in Russian).
21. Lezhnev D.A., Davydov D.V., Kostenko D.I. Possibilities of modern tomographic technologies in the diagnosis of injuries and post-traumatic deformities of the midface. *Bulletin of radiology and radiology*. 2013; 5:005-008 (in Russian).
22. Pavlova O.Yu., Serova N.S. Protocol for multislice computed tomography in the diagnosis of midface injuries. *REJR*. 2016; 6 (3): 48-53 (in Russian).
23. Sangaeva L.M., Serova N.S., Vykyuk M.V., Bulanova T.V. Radiation diagnostics of eye injuries and orbital structures. *Bulletin of radiology and radiology*. 2007; 2:11 (in Russian).
24. Lezhnev D.A., Serova N.S., Truten V.P. The role of radiological diagnostic methods in the visualization of isolated injuries of the maxillofacial region. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2008; 2 (22): 66-68 (in Russian).
25. Kobzeva I.V. Features of diagnosis and treatment planning for patients with post-traumatic defects and deformities of the midface. *Author. Ph.D. diss. Moscow*, 2013. 25 p. (in Russian).
26. Privalova E.G. Radiation diagnostics of lacrimal duct diseases. *Cand. Diss. St. Petersburg*, 2013 (in Russian).
27. Sahakyan S.V., Amiryany A.G., Myakoshina E.B. Difficulties in differential diagnosis and errors in planning plastic reconstructive operations for pathology of the periorbital region. *Annals of plastic, reconstructive and aesthetic surgery*. 2018; 4: 124-125 (in Russian).
28. Israelyan S.O., Pavlova O.Yu., Serova N.S., Saakyan S.V., Amiryany A.G. Functional multislice computed tomography for orbital pseudotumor. *REJR*. 2020; 10 (3): 143-149 (in Russian).

НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КРОВОТОКА ГЛИОМ ПО ДАННЫМ ПЭТ-КТ С ¹¹C-МЕТИОНИНОМ. СРАВНЕНИЕ С КТ И ASL МР-ПЕРФУЗИОННЫМИ ИССЛЕДОВАНИЯМИ

Постнов А.А.^{1,2,3}, Баталов А.И.¹, Калаева Д.Б.^{1,2}, Тюрина А.Н.¹,
Захарова Н.Е.¹, Пронин И.Н.¹

1 - ФГАУ «НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко» МЗ РФ. г. Москва, Россия.

2 - Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ». г. Москва, Россия.

3 - Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН. г. Москва, Россия.

Цель исследования. Проанализировать возможность использования динамического ПЭТ- исследования с ¹¹C-метионином для оценки кровотока в глиомах в сравнении с клинически применяемыми в настоящее время методами КТ- и ASL-MR-перфузии.
Материалы и методы. Были изучены данные 9 пациентов, у которых кровотоки в опухоли головного мозга был измерен тремя независимыми способами. Оптимизирован размер зоны интереса, проведено попарное сравнение методов. В качестве параметра, характеризующего перфузию при ПЭТ-КТ, выбран индекс накопления, усредненный за первые 60 секунд (ИН60) после введения радиофармпрепарата.

Результаты. Сравнение индекса накопления (ИН60), полученного в результате ПЭТ-исследования с ¹¹C-метионином, показало высокую и среднюю корреляции с данными ASL-перфузии ($R^2=0.68$) и КТ-перфузии ($R^2=0.48$) соответственно, при условии, что одна и та же область интереса VOIPET, выбранная на ПЭТ-исследовании, переносится на другие модальности. Итоговое накопление метионина в глиоме не коррелировало с данными кровотока, полученными при КТ и МР-перфузии.

Заключение. В данной работе показано, что значение индекса накопления ¹¹C-метионина, измеренное за первые 60 секунд после введения РФП, может служить хорошим биомаркером перфузии опухоли, наравне с КТ- и ASL- перфузией.

Ключевые слова: ПЭТ-КТ с ¹¹C-метионином, КТ-перфузия, ASL-перфузия, кровоток глиом.

Контактный автор: Постнов А.А., e-mail: postnov.email@gmail.com

Для цитирования: Постнов А.А., Баталов А.И., Калаева Д.Б., Тюрина А.Н., Захарова Н.Е., Пронин И.Н. Новый подход к оценке кровотока глиом по данным ПЭТ-КТ с ¹¹C-метионином. Сравнение с КТ и ASL МР-перфузионными исследованиями. REJR 2023; 13(4):36-43. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-36-43.

Статья получена: 28.10.23

Статья принята: 07.11.23

NOVEL APPROACH FOR ASSESSING THE BLOOD FLOW OF GLIOMAS BASED ON 11C-METHIONINE PET-CT COMPARED TO CT PERFUSION AND ALS MR-PERFUSION STUDIES

Postnov A.A.^{1,2,3}, Batalov A.I.¹, Kalaeva D.B.^{1,2}, Tyurina A.N.¹, Zakharova N.E.¹, Pronin I.N.¹

1 - N.N. Burdenko National Medical Research Center of Neurosurgery.
 2 - National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute).
 3 - P. N. Lebedev Physical Institute of the Russian Academy of Sciences. Moscow, Russia.

Purpose. To analyze the possibility of using dynamic PET studies with 11C-methionine to assess the blood flow in gliomas in comparison with CT and ASL-MR perfusion methods currently used in clinic.

Materials and methods. Data from 9 patients were analyzed in whom brain tumor blood flow was measured by three independent methods. The size of the volume of interest was optimized, and a pairwise comparison of methods was carried out. The T/N index averaged over the first 60 seconds (T/N60) after administration of the radiopharmaceutical was chosen as a parameter that characterizes perfusion in PET-CT investigation.

Results. Comparison of T/N60 obtained from 11C-methionine PET studies showed a high and moderate correlation with ASL perfusion (R2 = 0.68) and CT perfusion (R2 = 0.48) respectively, provided the same VOIPET selected on PET studies was transferred to other modalities. The total uptake of methionine does not correlate with either CT or ASL perfusion.

Conclusion. This work shows that the value of the 11C-methionine T/N60 index, measured in the first 60 seconds after the administration of a radiopharmaceutical, can serve as a good biomarker of tumor perfusion, along with CT and ASL perfusion methods.

Keywords: PET-CT with 11C-methionine, CT perfusion, ASL perfusion, glioma blood flow.

Corresponding author: Postnov A.A., e-mail: postnov.email@gmail.com

For citation: Postnov A.A., Batalov A.I., Kalaeva D.B., Tyurina A.N., Zakharova N.E., Pronin I.N. Novel approach for assessing the blood flow of gliomas based on 11C-methionine PET-CT compared to CT perfusion and ALS MR-perfusion studies. REJR 2023; 13(4):36-43. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-36-43.

Received: 28.10.23

Accepted: 07.11.23

Перфузия (локальная и глобальная) головного мозга является ключевым индикатором нормы и патологии мозгового кровообращения и снабжения тканей мозга кислородом.

В случае с опухолью мозга, величина перфузии (в том числе локальной) характеризует метаболическое состояние мозга и патологической ткани, реакцию на химиотерапию и облучение, выживаемость мозговой ткани и т.д., т.е. является ключевым в оценке состояния пациента и прогноза течения заболевания.

Абсолютные значения перфузии наиболее точно измеряются инвазивным методом ПЭТ-КТ с 15O-H2O с анализом артериальной крови [1]. Неинвазивные методики с использованием КТ-перфузии [2] и ASL-MR перфузии [3] уступают в точности ПЭТ с 15O-H2O,

признанным многими исследователями «золотым стандартом» измерения мозговой гемодинамики [4, 5]. Несмотря на это, ПЭТ-КТ с 15O-H2O широкого клинического применения не получила, в основном из-за необходимости забора артериальной крови для получения «входной функции», т.е. кривой активности радиофармпрепарата (РФП) в плазме крови [6].

Альтернативные методы количественной оценки перфузии на основе неинвазивных подходов ограничены, с одной стороны, техническими трудностями методик (например, лучевая нагрузка при КТ-перфузии всего мозга), с другой, математическими допущениями при вычислении абсолютных показателей [7, 8]. Используемая в настоящее время бесконтрастная МР-перфузия на основе ASL имеет целый ряд ограничений, например, при исследовании больных со сте-

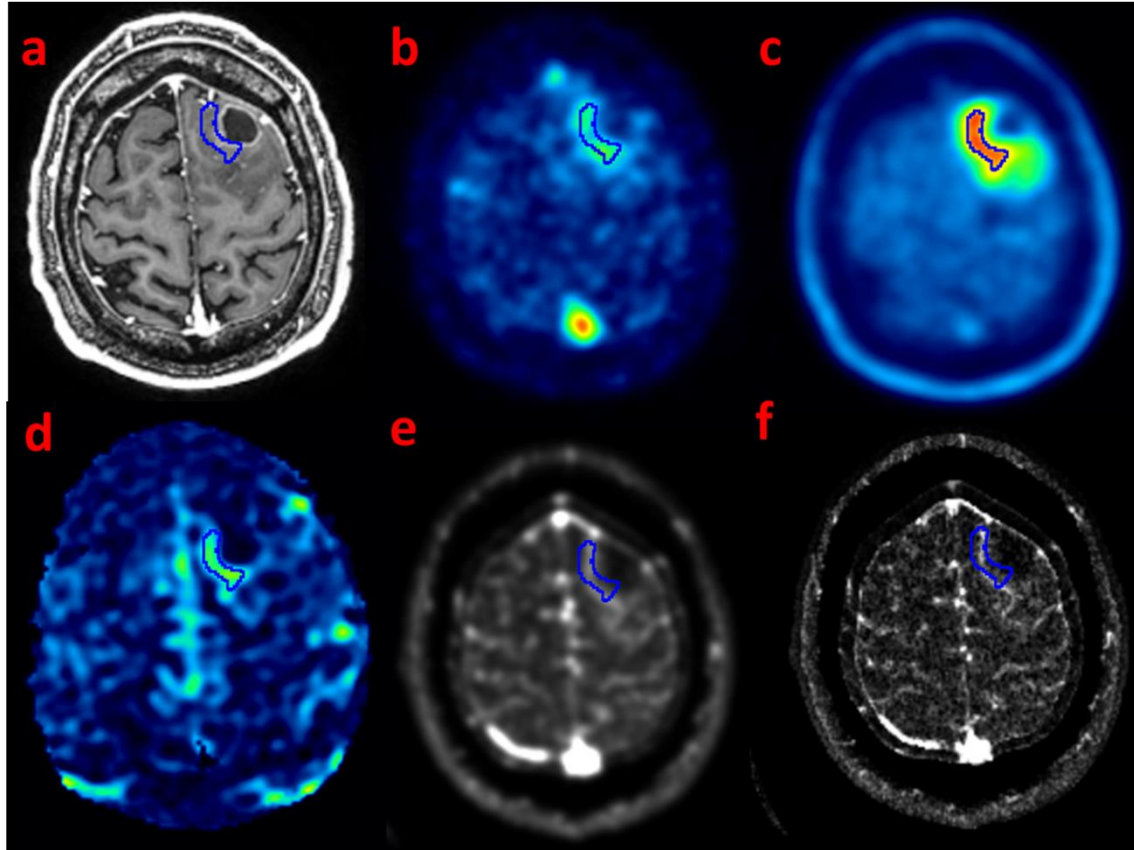


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Пациент, 43 года, с анапластической олигодендроглиомой.

а – T1 МРТ + Gd; б – ПЭТ с ¹¹С-метионином, усреднение по первым 60 секундам после введения РФП; в – ПЭТ с ¹¹С-метионином, усреднение с 10 до 20 минут после введения РФП; д – Параметрическая карта CBF, построенная на основе ASL-MР-перфузии; е – Параметрическая карта CBF, построенная на основе КТ-перфузии, (усреднение с фильтром Гаусса 4 мм); ф – Параметрическая карта CBF, построенная на основе КТ-перфузии, без усреднения. Синим цветом отмечена область интереса, в которой производилось сравнение значений перфузии.

Fig. 1. Patient, 43 years old, with anaplastic oligodendroglioma.

а – T1 MRI + Gd; б – PET with ¹¹C-methionine, averaged over the first 60 seconds post injection; в – PET with ¹¹C-methionine, averaged between 10 and 20 minutes after administration of radiopharmaceuticals; д – Parametric CBF map based on ASL-MR perfusion; е – Parametric CBF map based on CT perfusion (averaged with a 4 mm Gaussian filter); ф – Parametric CBF map based on CT perfusion without filtering. Blue indicates the region of interest in which the perfusion values were compared.

нозами сонных артерий и другой сосудистой патологией [9, 10].

В данной работе мы исследовали гипотезу о возможности использования для оценки перфузии ПЭТ-КТ с ¹¹С-метионином и провели её сравнение с КТ-перфузией и ASL-MР-перфузией. Метионин имеет быструю кинетику и тем самым похож по накоплению на ПЭТ с ¹⁵O-Н₂O в первые секунды после внутривенного введения. Использование суррогатных РФП для оценки перфузии уже применяется при болезни Альцгеймера (¹¹С-PIB) [11] и иных нарушениях [12].

Таким образом, целью работы ставилась задача выяснения возможности применения в клинической практике измерения перфузии опухоли на основе ПЭТ-КТ исследования с ¹¹С-метионином.

Методы.

Для участия в исследовании были набраны 9 первичных пациентов (n=9), с подозрением на опухоль головного мозга высокой степени злокачественности, на основании первичного МРТ-исследования. Далее пациентам выполнялись КТ-перфузия, МРТ-ASL-перфузия, а также динамическая ПЭТ-

Таблица №1. Гистологические характеристики и количественные показатели на основе ПЭТ-КТ, КТ-перфузии и ASL МР-перфузии.

Пациент	Диагноз	SUV60_tumor	SUV60_mix	ИН	ИН60	CBF_КТ	CBF_ASL
P1	Глиобластома	1,95	0,88	2,86	2,22	77,72	110,78
P2	Глиобластома	1,15	0,70	1,95	1,64	52,11	69,19
P3	Глиобластома	1,08	0,54	2,84	2,01	n/a	53,57
P4	Глиобластома	2,42	0,80	3,07	3,04	66,00	129,11
P5	Глиобластома	1,67	0,88	3,24	1,89	n/a	n/a
P6	Глиобластома	1,65	1,15	2,75	1,43	49,04	23,6
P7	Анапластическая Астроцитомы	0,91	1,00	1,48	0,91	34,22	48,02
P8	Анапластическая Олигодендроглио- ма	1,28	0,80	3,43	1,61	47,15	63,01
P9	Анапластическая Олигодендроглио- ма	2,58	0,96	4,32	2,69	51,73	91,26

Примечание: SUV60_tumor, SUV60_mix, ИН и ИН60 – численные значения параметров ПЭТ-исследования, CBF_КТ и CBF_ASL – КТ и ASL-перфузия опухоли соответственно.

КТ с 11С-метионином.

КТ-перфузия была выполнена на 64-срезовом сканере Optima 660 (GE) в 3 этапа – на первом выполнялась низкодозная КТ с толщиной 5 мм (с последующей автоматической перестройкой КТ срезов в аксиальной проекции с толщиной 0,625), далее следовал перфузионный протокол с в/в болюсным введением йод-содержащего контрастного препарата и завершающая постконтрастная серия КТ-изображений.

МРТ проводилась на МР-сканере Signa HD 3,0 Тл (GE) с использованием головной 8-канальной катушки. Протокол исследования включал серию стандартных режимов (T2, T2-FLAIR, DWI и T1 FSPGR BRAVO до и после контрастного усиления), а также дополнительное ASL-исследование. Параметры ИП 3D FSE pcASL: траектория сканирования 8-заходная спираль. Задержка между маркированием и регистрацией контрольных данных составляла 1525 мс; TR = 4717 мс; TE = 9,8 мс; NEX = 3; толщина среза – 4 мм; FOV = 24 мм; матрица – 512 × 8; разрешение – 3,49 мм; полоса частот – 62,5 Гц.

Продолжительность исследования – 4-5 минут. Карты скорости мозгового кровотока (BF — blood flow) были построены в программе ReadyView – 4,5 (GE Healthcare).

Исследование ПЭТ-КТ (сканер Siemens Biograph40 Truepoint, Siemens Medical Solutions, USA) с радиофармпрепаратом 11С-метионин проводилось в режиме list-mode. Сбор данных начинался одновременно с внутривенным введением РФП в течение последующих 20 минут. Реконструировалось 26 кадров продолжительностью 6*10 с, 6*30 с, 6*30, 4*60 с и 4*150 с. Для реконструкции изображений применялся OSEM 3D-алгоритм с 5 итерациями и 8 подмножествами.

Все измерения, полученные на основе разных модальностей, были совмещены в пространстве таким образом, чтобы все срезы имели одну и ту же ориентацию. Для совмещения и обработки изображений было использовано программное обеспечение PMOD (v.4.1, Zurich, Switzerland).

Параметры прохода РФП через ткань опухоли, а именно SUV (стандартизованная величина накопления), индекс накопления, а

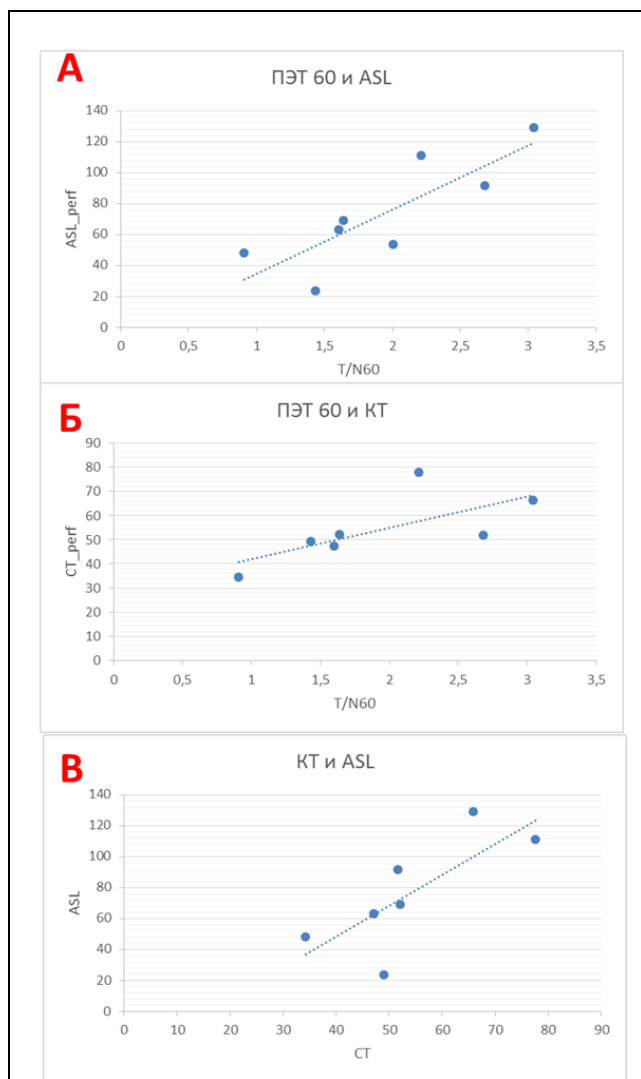


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Графики.

Корреляция между: а – ПЭТ (ИН60) и ASL-перфузией, $R^2=0.68$; б – ПЭТ (ИН60) и КТ-перфузией, $R^2=0.48$; в – ASL и КТ-перфузией, $R^2=0.58$.

Fig. 2. Graphs.

Correlation between: a – PET (T/N60) and ASL perfusion, $R^2=0.68$; b – PET (T/N60) and CT perfusion, $R^2=0.48$; c – ASL and CT perfusion, $R^2=0.58$.

также индекс накопления за первые 60 секунд сравнивались с результатами КТ-перфузии и ASL-перфузии. Области интереса VOI выбирались на каждом изображении одного размера (брались объемы 0,15 см³, 0,3 см³ и 1 см³) по принципу выделения заданного объема с максимальным сигналом, при этом VOI может иметь произвольную форму без разрывов. Таким образом, у каждого пациента было выбрано по три объёма: VOIPET, VOICT и VOIASL.

Все пациенты дали информированное согласие на участие в исследовании. Протокол эксперимента был одобрен этическим комитетом ФГАУ НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н.Бурденко МЗ РФ.

Результаты.

Успешно прошли все три исследования 7 пациентов (рис. 1). У одного пациента результаты ASL-перфузии из-за технических проблем (неверно выбрана постмаркирующая задержка) были заведомо недостоверны и в анализ не включались. У него же невозможно было интерпретировать данные КТ-перфузии. Численные значения КТ-перфузии также не удалось установить еще у одного пациента.

Области интереса размером 0,15 см³, 0,3 см³ уступали VOI более крупного размера по разбросу значений, уровню шума и корреляции итоговых значений перфузии, поэтому для итогового анализа была выбрана область размером 1 см³.

В таблице №1 представлены численные значения измеренных параметров для VOIPET. Графики попарного сравнения трех способов измерения (рис. 2 а) показывают, что данные ASL-перфузии и ИН60, измеренные при ПЭТ-исследовании, демонстрируют хорошую корреляцию друг с другом ($R^2=0.68$). Корреляция взаимоотношения между значениями КТ-перфузии и ИН60 (рис. 2 б) чуть ниже ($R^2=0.48$). Корреляция между измерениями КТ и ASL-перфузии того же порядка ($R^2=0.58$). Высокая степень корреляции раннего накопления (первая минута) по ПЭТ, с данными перфузии, измеренной методом КТ, исчезает по мере захвата метионина клетками опухоли. Итоговый индекс накопления (рис. 3) уже слабо коррелирует с КТ и ASL-перфузией ($R^2=0,1$ и $R^2=0,13$ соответственно).

Корреляция между ПЭТ, КТ и ASL измерениями пропадает, если измерения проводятся не в идентичной области опухоли, а для каждого метода в зоне интереса VOIPET, VOICT или VOIASL. При этом зоны интереса, измеренные на каждой из модальностей, совпадали у 4-х пациентов из 9-ти.

Обсуждение.

Предыдущие исследования с ПЭТ-КТ с ¹¹C-метионином показали зависимость сигнала в первую минуту динамического ПЭТ-исследования от степени злокачественности глиомы [13], предполагая, что данные индекса накопления ¹¹C-метионина за первую минуту сканирования могут иметь связь с церебральной перфузией.

Использование экстракции первого

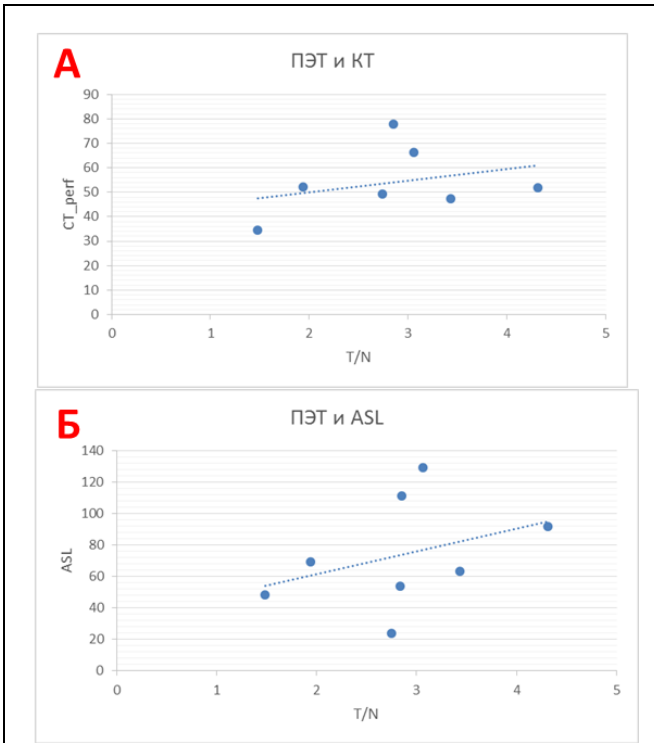


Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Графики.

Корреляция между: а – ПЭТ (ИН) и КТ-перфузией, $R^2=0.1$; б – ПЭТ (ИН) и ASL-перфузией $R^2=0.13$.

Fig. 3. Graphs.

Correlation between: а – PET (T/N) and CT perfusion, $R^2=0.1$; б – PET (T/N) and ASL perfusion $R^2=0.13$.

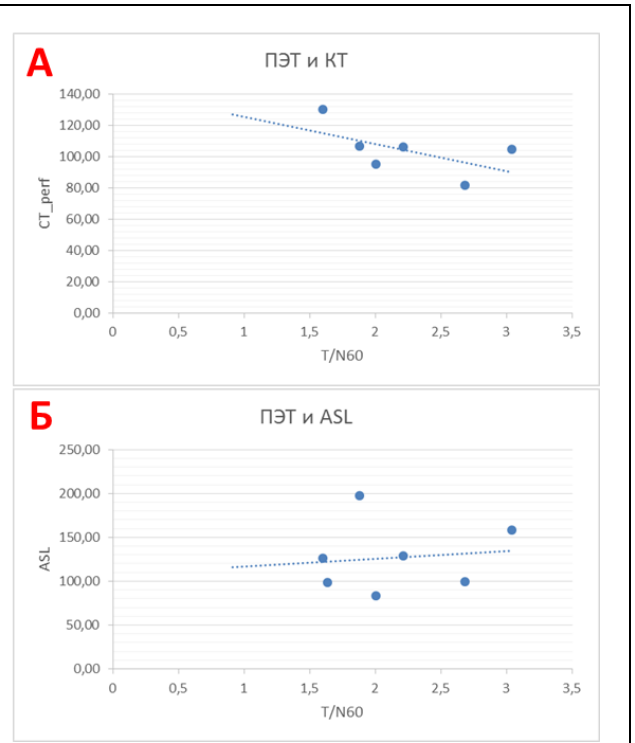


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Графики.

Корреляция значений перфузии при использовании индивидуальных VOIPET, VOICT или VOIASL между: а – ПЭТ и КТ, б – ПЭТ и ASL.

Fig. 4. Graphs.

Correlation of perfusion values individual VOIPET, VOICT or VOIASL between: а – PET and CT, б – PET and ASL.

прохода РФП для определения перфузии применялось в ПЭТ с такими разными радиофармпрепаратами, например, как ^{18}F -ТНК5351[12] и ^{11}C -PIB[11]. В публикации [14] методика валидирована ПЭТ с ^{15}O -H $_2\text{O}$ – «золотым стандартом» в измерении перфузии [1]. Препарат ^{11}C -PIB показал очень высокую корреляцию между перфузией и накоплением препарата в первые минуты. Использование ^{11}C -метионина для той же цели, в случае успеха, позволило бы оценивать перфузию во время рутинного исследования опухоли головного мозга на основе достаточно широко применяемого РФП в клинике. Кривые накопления ^{11}C -метионина и ^{11}C -PIB имеют много общего: оба препарата легко проникают через ГЭБ и имеют максимум накопления в течение 1-2 минут после внутривенного введения, поэтому оба они являются суррогатами свободно диффундирующего биомаркера, в связи с чем мы рассчитывали, что и накопление ^{11}C -метионина

будет коррелировать с перфузией, измеренной независимо двумя другими способами, КТ-перфузией и МР-ASL.

Корреляция между КТ-перфузией и индексом накопления ИН60 в первые 60 секунд, ASL-перфузией и ИН60 очень похожа на корреляцию между измерениями КТ и ASL-перфузии (рис. 2), подтверждая верность изначальной гипотезы, что раннее накопление метионина также отражает перфузионные свойства опухоли. Существенное уменьшение корреляции через 20 минут после введения РФП говорит о том, что итоговое накопление РФП уже не отражает кровоток и вполне соответствует логике использования метионина, который имеет конечную мишень – белок LAT1, и должен накапливаться без линейной привязки к кровотоку [15].

Достигнутый уровень корреляции ПЭТ с ASL-перфузией ($R^2=0.68$) и КТ-перфузией ($R^2=0.48$) близок к данным, полученным с

помощью ^{11}C -PIB [14], где методика валидировалась ПЭТ с ^{15}O - H_2O на неповрежденной ткани мозга ($R^2=0.64$, используемый для оценки перфузии параметр SUV_{peak}).

Зоны максимальной перфузии VOIPET, VOICT или VOIASL расположены близко друг к другу, но, тем не менее, не совпадают. Использование маленьких объемов менее 1 см³ приводит к большому разбросу значений измерений.

Измерение с ^{11}C -метионином, как и последующая обработка, обладают высокой надежностью и не требуют вычислений и моделирования фармакокинетики. Тем самым, ПЭТ-исследование лишено недостатков как КТ (высокая лучевая нагрузка, использование контрастного препарата), так и ASL (необходимо верно задать постмаркирующую

задержку, ошибка приводит к неверным численным значениям перфузии).

Заключение.

В данной работе показано, что значение индекса накопления ^{11}C -метионина, измеренное за первые 60 секунд после введения РФП, может использоваться в качестве дополнительного суррогатного биомаркера перфузии опухоли, сопоставимого с результатами ASL и КТ-перфузии.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 22-25-00201). Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Постнов А.А., Калаева Д.Б., Балахонов А.Б., Пронин И.Н. Неинвазивное измерение метаболизма кислорода. Часть 1: исторический обзор и современное состояние. Медицинская визуализация. DOI:10.24835/1607-0763-1297
2. Шульц Е.И., Пронин И.Н., Баталов А.И., Соложенцева К.Д., Павлова Г.В., Дрозд С.Ф., Беляев А.Ю., Маряшев С.А., Пичхелаури Д.И. Исследование гемодинамики злокачественных глиом методом КТ-перфузии. Медицинская визуализация. 2020; 24 (2): 105-118. DOI:10.24835/1607-0763-2020-2-105-118
3. Чухонцева Е.С., Морозова Т.Г. Артериальное спиновое маркирование в диагностике хронического нарушения мозгового кровообращения. REJR. 2022; 12 (1): 129-134. DOI:10.21569/2222-7415-2022-12-1-129-134
4. Huang SC, Carson RE, Phelps ME. Measurement of local blood flow and distribution volume with short-lived isotopes: A general input technique. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 1982; 2 (1): 99-108. DOI:10.1038/jcbfm.1982.11
5. Huang SC, Carson RE, Hoffman EJ, Carson J, MacDonald N, Barrio JR, Phelps ME. Quantitative measurement of local cerebral blood flow in humans by positron computed tomography and ^{15}O -water. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 1983; 3 (2): 141-153. DOI:10.1038/jcbfm.1983.21
6. Koopman T, Yaqub M, Heijtel DFR, Nederveen AJ, van Berckel BNM, Lammertsma AA, Boellaard R. Semi-quantitative cerebral blood flow parameters derived from non-invasive [^{15}O] H_2O PET studies. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 2019; 39 (1): 163-172. DOI:10.1177/0271678X17730654
7. Ibaraki M, Ohmura T, Matsubara K, Kinoshita T. Reliability of CT perfusion-derived CBF in relation to hemodynamic compromise in patients with cerebrovascular steno-occlusive disease: A comparative study with ^{15}O PET. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 2015; 35 (8): 1280-1288. DOI:10.1038/jcbfm.2015.39
8. Copen WA, Lev MH, Rapalino O. Brain Perfusion: Comput-

- ed Tomography and Magnetic Resonance Techniques. Vol 135. 1st ed. Elsevier B.V.; 2016. DOI:10.1016/B978-0-444-53485-9.00006-4
9. Heijtel DFR, Mutsaerts HJMM, Bakker E, Schober P, Stevens MF, Petersen ET, van Berckel BNM, Majoie CBLM, Booiij J, van Osch MJP, vanBavel E, Boellaard R, Lammertsma AA, Nederveen AJ. Accuracy and precision of pseudo-continuous arterial spin labeling perfusion during baseline and hypercapnia: A head-to-head comparison with ^{15}O H_2O positron emission tomography. NeuroImage. 2014; 92: 182-192. DOI:10.1016/j.neuroimage.2014.02.011
10. Puig O, Vestergaard MB, Lindberg U, Hansen AE, Ulrich A, Andersen FL, Johannesen HH, Rostrup E, Law I, Larsson HBW, Henriksen OM. Phase contrast mapping MRI measurements of global cerebral blood flow across different perfusion states – A direct comparison with ^{15}O - H_2O positron emission tomography using a hybrid PET/MR system. Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism. 2019; 39 (12): 2368-2378. DOI:10.1177/0271678X18798762
11. Mak E, Grigorova M, Beresford-Webb J, Malpetti M, Walpert M, Brown S, Jones E, Clare I, Hong YT, Fryer TD, Coles JP, Aigbirhio FI, Menon DK, Nestor PJ, Holland AJ, Zaman SH. Measuring cerebral perfusion with [^{11}C]-PiB R1 in Down syndrome: Associations with amyloid burden and longitudinal cognitive decline. Brain Communications. 2021; 3 (1): 1-9. DOI:10.1093/braincomms/fcaa198
12. Brendel M, Wagner L, Levin J, Zach C, Lindner S, Bartenstein P, Okamura N, Rominger A. Perfusion-Phase [^{18}F]THK5351 Tau-PET Imaging as a Surrogate Marker for Neurodegeneration. Journal of Alzheimer's Disease Reports. 2017; 1 (1): 109-113. DOI:10.3233/adr-170023
13. Postnov A, Vikhrova N, Kalaeva D, Batalov A, Konakova T, Khokhlova E, Pronin I. Influence of ^{11}C -MET PET acquisition time for differential diagnosis of human brain gliomas. Journal of Physics: Conference Series. 2021; 2058 (1): 2-7. DOI:10.1088/1742-6596/2058/1/012038
14. Ponto LLB, Moser DJ, Menda Y, Harlynn EL, DeVries SD, Oleson JJ, Magnotta VA, Schultz SK. Early Phase PIB-PET as a Surrogate for Global and Regional Cerebral Blood Flow

Measures. Vol 29.; 2019. DOI:10.1111/jon.12582

15. Roesler R, Dini SA, Isolan GR. Neuroinflammation and immunoregulation in glioblastoma and brain metastases:

Recent developments in imaging approaches. *Clinical and Experimental Immunology*. 2021; 206 (3): 314-324. DOI:10.1111/cei.13668.

References:

1. Postnov AA, Kalaeva DB, Balakhonov AB, Pronin IN. Non-invasive measurement of oxygen metabolism. Part 1: Historical review and state of the art. *Medical Visualization*. Published online 2023. DOI:10.24835/1607-0763-1297 (in Russian).
2. Shults EI, Pronin IN, Batalov AI, Solozhentseva KD, Pavlova G V., Drozd SF, Belyaev AY, Maryashev SA, Pitshkelauri DI. CT-perfusion in assessment of the malignant gliomas hemodynamics. *Medical Visualization*. 2020; 24 (2): 105-118. DOI:10.24835/1607-0763-2020-2-105-118 (in Russian).
3. Chukhontseva ES, Morozova TG. Arterial Spin Labeling in the Diagnosis of Chronic Cerebrovascular Accident. *Russian Electronic Journal of Radiology*. 2022; 12 (1): 129-134. DOI:10.21569/2222-7415-2022-12-1-129-134 (in Russian).
4. Huang SC, Carson RE, Phelps ME. Measurement of local blood flow and distribution volume with short-lived isotopes: A general input technique. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 1982; 2 (1): 99-108. DOI:10.1038/jcbfm.1982.11
5. Huang SC, Carson RE, Hoffman EJ, Carson J, MacDonald N, Barrio JR, Phelps ME. Quantitative measurement of local cerebral blood flow in humans by positron computed tomography and 15O-water. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 1983; 3 (2): 141-153. DOI:10.1038/jcbfm.1983.21
6. Koopman T, Yaqub M, Heijtel DFR, Nederveen AJ, van Berckel BNM, Lammertsma AA, Boellaard R. Semi-quantitative cerebral blood flow parameters derived from non-invasive [15 O]H₂O PET studies. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 2019; 39 (1): 163-172. DOI:10.1177/0271678X17730654
7. Ibaraki M, Ohmura T, Matsubara K, Kinoshita T. Reliability of CT perfusion-derived CBF in relation to hemodynamic compromise in patients with cerebrovascular steno-occlusive disease: A comparative study with 15O PET. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 2015; 35 (8): 1280-1288. DOI:10.1038/jcbfm.2015.39
8. Copen WA, Lev MH, Rapalino O. *Brain Perfusion: Computed Tomography and Magnetic Resonance Techniques*. Vol 135. 1st ed. Elsevier B.V.; 2016. DOI:10.1016/B978-0-444-53485-9.00006-4
9. Heijtel DFR, Mutsaerts HJMM, Bakker E, Schober P, Stevens MF, Petersen ET, van Berckel BNM, Majoie CBLM, Booijs J, van Osch MJP, vanBavel E, Boellaard R, Lammertsma AA, Nederveen AJ. Accuracy and precision of pseudo-continuous arterial spin labeling perfusion during baseline and hypercapnia: A head-to-head comparison with 15O H₂O positron emission tomography. *NeuroImage*. 2014; 92 (May): 182-192. DOI:10.1016/j.neuroimage.2014.02.011
10. Puig O, Vestergaard MB, Lindberg U, Hansen AE, Ulrich A, Andersen FL, Johannesen HH, Rostrup E, Law I, Larsson HBW, Henriksen OM. Phase contrast mapping MRI measurements of global cerebral blood flow across different perfusion states – A direct comparison with 15O-H₂O positron emission tomography using a hybrid PET/MR system. *Journal of Cerebral Blood Flow and Metabolism*. 2019; 39 (12): 2368-2378. DOI:10.1177/0271678X18798762
11. Mak E, Grigorova M, Beresford-Webb J, Malpetti M, Walpert M, Brown S, Jones E, Clare I, Hong YT, Fryer TD, Coles JP, Aigbirhio FI, Menon DK, Nestor PJ, Holland AJ, Zaman SH. Measuring cerebral perfusion with [11C]-PiB R1 in Down syndrome: Associations with amyloid burden and longitudinal cognitive decline. *Brain Communications*. 2021; 3 (1): 1-9. DOI:10.1093/braincomms/fcaa198
12. Brendel M, Wagner L, Levin J, Zach C, Lindner S, Bartenstein P, Okamura N, Rominger A. Perfusion-Phase [18F]THK5351 Tau-PET Imaging as a Surrogate Marker for Neurodegeneration. *Journal of Alzheimer's Disease Reports*. 2017; 1 (1): 109-113. DOI:10.3233/adr-170023
13. Postnov A, Vikhrova N, Kalaeva D, Batalov A, Konakova T, Khokhlova E, Pronin I. Influence of 11C-MET PET acquisition time for differential diagnosis of human brain gliomas. *Journal of Physics: Conference Series*. 2021; 2058 (1): 2-7. DOI:10.1088/1742-6596/2058/1/012038
14. Ponto LLB, Moser DJ, Menda Y, Harlynn EL, DeVries SD, Oleson JJ, Magnotta VA, Schultz SK. Early Phase PIB-PET as a Surrogate for Global and Regional Cerebral Blood Flow Measures. Vol 29.; 2019. DOI:10.1111/jon.12582
15. Roesler R, Dini SA, Isolan GR. Neuroinflammation and immunoregulation in glioblastoma and brain metastases: Recent developments in imaging approaches. *Clinical and Experimental Immunology*. 2021; 206 (3): 314-324. DOI:10.1111/cei.13668.

ЗНАЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СОСТАВЕ ШКАЛЫ McGill THYROID NODULE SCORE+ (MTNS)

Тимофеева Л.А.^{1,2}, Александров Ю.К.³, Степанов В.Г.^{1,2}

1 - ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова». г. Чебоксары, Россия.

2 - АУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» МЗ Чувашской Республики. г. Чебоксары, Россия.

3 - ФГБОУ ВО «Ярославский государственный медицинский университет». г. Ярославль, Россия.

Цель исследования. Оценить влияние данных ультразвукового исследования (УЗИ) на общую оценку очаговой патологии щитовидной железы при применении балльной шкалы McGill Thyroid Nodule Score+.

Материалы и методы. Проанализированы данные историй болезни 211 пациентов с узловыми образованиями щитовидной железы (ЩЖ) различного морфологического строения: доброкачественные неопухолевые заболевания щитовидной железы (1-я группа) – 91 случай, доброкачественные опухоли щитовидной железы (2-я группа) – 60 случаев, рак щитовидной железы (3-я группа) – 60 случаев. Всем пациентам перед операцией выполняли УЗИ органов шеи, включая щитовидную железу. Применялся стандартный протокол УЗИ, включающий в себя В-режим, цветное доплеровское картирование и энергетический доплер.

Критериями отбора в исследование было наличие в историях болезней данных, необходимых для проведения балльной оценки в рамках шкалы McGill Thyroid Nodule Score+. По итогам учитывались 19 параметров (4 параметрических и 15 непараметрических), в том числе 7 ультразвуковых признаков.

Полученные результаты. В результате исследования по критериям адаптированной шкалы McGill Thyroid Nodule Score пациенты с узловым зобом «набрали» от 2 до 11 баллов. У пациентов с аденомами щитовидной железы разброс показателей был от 4 до 28 баллов. В группе больных раком щитовидной железы показатели были от 12 до 31 балла.

При фолликулярном коллоидном зобе при выборе тактики основное значение имели клинические и лабораторные признаки (наиболее значимыми были размеры (t Кендалла = 0,418602; p -value = 0,000000) и пальпируемость крупных узлов (t Кендалла = 0,452689; p -value = 0,000000)). При опухолях (аденомы и рак) щитовидной железы приоритетными были данные УЗИ и цитологического исследования (атипия - t Кендалла = 0,547138; p -value = 0,000000)). Ультразвуковые критерии в группах пациентов с различной морфологией имели различные параметры, наибольшей значимостью обладали признаки «эхогенность» (t Кендалла = -0,406347; p -value = 0,000004), «высота» > «ширины» (t Кендалла = 0,404337; p -value = 0,000005) и «кальцификация» (t Кендалла = 0,342115; p -value = 0,000112).

Обсуждение. Диагностика очаговых образований щитовидной железы представляет собой задачу со многими составляющими. Комплексная полипараметрическая Шкала McGill Thyroid Nodule Score, включающая УЗИ, является оптимальным решением задачи. Ультразвуковые признаки обладают различной высокой значимостью в зависимости от морфологического варианта патологии щитовидной железы. В частности, признак «кальцификация» и его градации имеют различную интерпретацию в зависимости от характера патологии. В диагностике опухолей щитовидной железы большее значение имеют данные УЗИ и морфологического исследования, а клинические признаки отходят на второй план. При диагностике рака щитовидной железы одними из наиболее значимых являются ультразвуковые признаки «высота» > «ширины» и «микрокальцификаты», обладающие высоким диагностическим весом.

Заключение. Шкала McGill Thyroid Nodule Score отличается от узкопрофильных систем TI-RADS и Bethesda широтой охвата большого числа данных, дополняющих друг друга. Значение ультразвуковых признаков в шкале имеет различный диагностический вес при различной очаговой патологии щитовидной железы. Их присутствие в коллоидных узлах и опухолях различной степени злокачественности заставляет взвешенно подходить к их оценке.

Ключевые слова: ультразвуковое исследование, очаговая патология, щитовидная железа,

шкала McGill Thyroid Nodule Score+.

Контактный автор: Тимофеева Л.А., e-mail: adabai@mail.ru

Для цитирования: Тимофеева Л.А., Александров Ю.К., Степанов В.Г. Значение ультразвукового исследования, применяемого в составе шкалы McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS). REJR 2023; 13(4):44-55. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-44-55.

Статья получена: 10.10.23

Статья принята: 30.10.23

THE VALUE OF ULTRASONIC STUDY USED AS A COMPONENT OF THE MCGILL THYROID NODULE SCORE+ (MTNS)

Timofeeva L.A.^{1,2}, Aleksandrov Yu.K.³, Stepanov V.G.^{1,2}

1 - I.N. Ulianov Chuvash State University. Cheboksary, Russia.

2 - Republican clinical oncological dispensary. Cheboksary, Russia.

3 - Yaroslavl state medical University. Yaroslavl, Russia.

Purpose. To evaluate the impact of ultrasound findings on the overall assessment of focal pathology of the thyroid gland using the McGill Thyroid Nodule Score+.

Materials and methods. Data from the 211 clinical cases of the patients with thyroid nodules of various morphological structures were analyzed: benign non-tumor thyroid diseases (group 1) – 91 cases, benign thyroid tumors (group 2) – 60 cases, thyroid cancer (group 3) – 60 case. Before surgical operations, all patients underwent ultrasound examination of the neck organs, including the thyroid gland. A standard ultrasound protocol was used, including B-mode, color Doppler and power Doppler.

The selection criteria for this study were the presence in medical records of data necessary for scoring within the framework of the McGill Thyroid Nodule Score+ scale. As a result, 19 parameters were taken into account (4 parametric and 15 non-parametric), including 7 ultrasonic features.

Results. As a result of the study, according to the criteria of the adapted McGill Thyroid Nodule Score scale, patients with nodular goiter "scored" from 2 to 11 points. In patients with thyroid adenomas, the spread of indicators was from 4 to 28 points. In the group of patients with thyroid cancer, the indicators were from 12 to 31 points.

In cases of follicular colloidal goiter clinical and laboratory signs are of primary importance (the most significant were the size (τ Kendall = 0.418602; p-value = 0.000000) and palpability of large nodes (τ Kendall = 0.452689; p-value = 0.000000). In cases of thyroid tumors (adenomas and cancer) ultrasound and cytological examination data were prioritized (atypia - τ Kendall = 0.547138; p-value = 0.000000). Ultrasound criteria in groups of the patients with different morphology had different parameters, the signs of "echogenicity" had the greatest significance (τ Kendall = -0.406347; p-value = 0.000004), "height > width" (τ Kendall = 0.404337; p-value = 0.000005) and "calcification" (τ Kendall = 0.342115; p-value = 0.000112).

Discussion. Diagnosis of thyroid nodules is a task with many components. The complex poly-parametric Scale McGill Thyroid Nodule Score, including ultrasound, is the optimal solution to the problem. Ultrasound signs have different high significance depending on the morphological variant of thyroid pathology. In particular, the sign "calcifications" and its gradations have different interpretations depending on the nature of the pathology. In the diagnosis of thyroid tumors, ultrasound and morphological examination data are of greater importance, and clinical signs fade into the background. In the diagnosis of thyroid cancer the most significant are ultrasound signs "height" > "width" and "microcalcifications", which have a high diagnostic weight.

Conclusion. The McGill Thyroid Nodule Score differs from the narrowly focused TI-RADS and Bethesda systems in its breadth of coverage of a large number of data that complement each other. The value of ultrasound signs on the scale has a different diagnostic weight for different focal pathologies of the thyroid gland. Their presence in colloid nodes and tumors of varying degrees of malignancy forces a differentiated approach to their assessment.

Keywords: ultrasound examination, focal pathology, thyroid gland, McGill Thyroid Nodule Score+.

Corresponding author: Timofeeva L.A., e-mail: adabai@mail.ru

For citation: Timofeeva L.A., Aleksandrov Yu.K., Stepanov V.G. The value of ultrasonic study used as a component of the McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS). REJR 2023; 13(4):44-55. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-44-55.

Received: 10.10.23

Accepted: 30.10.23

Узловые образования щитовидной железы (ЩЖ) относятся к распространенной патологии, они выявляются у взрослых в 33-68% в различных регионах Земного шара [1, 2]. Большинство из узлов являются доброкачественными коллоидными и кистами, клинически незначимыми [3]. Но вместе с тем, частота выявления опухолей щитовидной железы в мире растет год от года, что сопровождается ростом числа операций [4]. Отношение к узловым образованиям ЩЖ у специалистов различно, часть из них считает, что они не являются значимой патологией. Другая часть настаивает на том, что каждый пациент с выявленными узлами щитовидной железы нуждается в качественной диагностике и выборе индивидуальной тактики от наблюдения до операции [5 - 7].

Сегодня УЗИ является одним из ключевых методов диагностики узловой патологии щитовидной железы [8 - 10], оно наглядно показывает патологические изменения в структуре органа [11], что позволяет на начальном этапе с высокой долей вероятности предполагать характер морфологических изменений в узле ЩЖ [12]. Регистрация и анализ набора ультразвуковых признаков позволяют предполагать ту или иную патологию и формировать показания к проведению цитологического исследования [13]. Вместе с тем, диагностика узловых образований в ЩЖ является комплексной проблемой, и при выборе тактики необходимо учитывать не только данные УЗИ и цитологического исследования, но и анамнестические, клинические и лабораторные параметры [14]. В 2011 году учеными из госпиталя McGill [15] была предложена полипараметрическая шкала McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), основанная на балльной оценке 23 критериев (демографических, клинических, лабораторных, ультразвуковых и цитологических). В шкале важная роль отводится данным УЗИ (7 показателей с диагностическим весом от 1 до 4), в значительной степени определяющим вероятный диагноз (риск малигнизации). К со-

зданию балльной оценки по аналогии с системой ARC-TIRADS авторы шкалы подошли более широко, включив кроме непараметрических показателей УЗИ, параметрические показатели (размеры и увеличение узлов ЩЖ). В связи с этим представляет интерес оценка роли ультразвуковых признаков, используемых шкалой McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), на формирование окончательного диагноза.

Цель исследования.

Оценить влияние данных ультразвукового исследования на общую оценку очаговой патологии щитовидной железы при применении балльной шкалы McGill Thyroid Nodule Score+.

Материалы и методы.

Для решения обозначенной цели было выполнено ретроспективное исследование. В ходе него были проанализированы данные историй болезни 211 пациентов с узловыми образованиями щитовидной железы различного морфологического строения. Критериями отбора в исследование было наличие в историях болезней данных, необходимых для проведения балльной оценки в рамках шкалы McGill Thyroid Nodule Score+. Шкала была адаптирована для конкретного исследования, в частности были исключены: пункт «Этническая принадлежность» (отсутствие пациентов этнических групп филиппинцев, исландцев и гавайцев), пункт «Фокальные изменения при ПЭТ» (ПЭТ не входит в стандарты обследования пациентов с узлами ЩЖ), пункты «НВМЕ-1» и «BRAF-мутации» (данные исследования не выполнялись). Итого учитывалось 19 параметров (4 параметрических и 15 непараметрических), в том числе 7 ультразвуковых признаков.

В изучаемом контингенте пациентов по результатам патоморфологического исследования операционных препаратов доброкачественные неопухольевые заболевания ЩЖ (1-я группа) были установлены в 91 случае, доброкачественные опухоли ЩЖ (2-я группа) – в 60 случаях, рак ЩЖ (3-я группа) – в 60 случаях. Преобладание пациентов с опухолями

ЩЖ объясняется современной тактикой хирургического лечения пациентов с узлами ЩЖ. Средний возраст пациентов 1-й группы был 50,3±11,9 года, 2-й группы – 48,7±10,1 года, 3-й группы – 52,3±12,7 года. Гендерные особенности не выявлены.

Всем пациентам перед операцией выполняли УЗИ органов шеи, включая щитовидную железу, на ультразвуковых аппаратах Aplio XG (Toshiba, Япония) и SonoScape с широкополосным линейным датчиком сканирования с диапазоном частот 7–14 МГц. При проведении УЗИ применялся стандартный протокол УЗИ, включающий в себя В-режим, цветовое доплеровское картирование (ЦДК) и энергетический доплер (ЭД). При выявлении очаговых образований ЩЖ для описания использовали признаки, учитываемые системой TI-RADS. С учетом параметров УЗИ, анализируемых шкалой McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), оценивали как параметрические (размеры и особенности роста узла), так и непараметрические показатели, а именно: признаки «пониженная эхогенность», «повышенная васкуляризация», «высота» > «ширины», «лимфаденопатия», «кальцификация» (грубая и микрокальцификаты). Все эти данные послужили материалом для исследования. Поскольку целью работы была оценка значимости ультразвуковых признаков, входящих в комплекс, используемый шкалой McGill Thyroid Nodule Score+ (MTNS), основное внимание было уделено прежде всего им. Но в отличие от авторов шкалы рассматривали полный спектр признаков, учитываемых системой TI-RADS (большие и малые признаки).

Параметрические показатели (нормальное распределение) были отображены в виде среднего значения и стандартного отклонения ($M \pm \sigma$). Различия выборок определяли с помощью U-критерия Манна-Уитни, статистическую достоверность оценивали по критерию Стьюдента. Качественные показатели оценивали с помощью непараметрических показателей. Значимость избранного признака изучалась с помощью корреляционного анализа и логистической регрессии. Математическая обработка полученных фактических данных проводилась с использованием программных пакетов StatSoft STATISTICA 12.0 и Microsoft Office Excel 2016.

Полученные результаты.

Согласно поставленной цели было выполнено изучение ретроспективных данных пациентов с узловой патологией щитовидной железы. С учетом критериев включения были отобраны 211 клинических случаев. Группы пациентов достоверно отличались по полу

($p = 0,323$) и возрасту ($p = 0,491$). Анализ клинических критериев показал, что в группах с доброкачественной патологией (с узловым коллоидным зобом и аденомами ЩЖ) женщины (1 балл по шкале) составили 92,7% (мужчины – 7,3%), а в группе больных раком ЩЖ – 88,3% (мужчины – 11,7%). Пациенты в возрасте старше 45 лет (1 балл по шкале) в группе доброкачественных заболеваний составили 79,5%, в группе больных раком ЩЖ – 88,3%. Отличия в группах пациентов с аденомами и раком щитовидной железы были недостоверны ($p = 0,2368$). Лишь у одной пациентки с раком щитовидной железы был отягощен семейный анамнез (3 балла) – ближайшая родственница была оперирована по поводу рака щитовидной железы. Ни у одного пациента не было воздействия ионизирующего излучения (3 балла по шкале), т.е. по этим признакам данные были недостоверными. При пальпации увеличение щитовидной железы и узлы в ней (1 балл) выявлены у 172 пациентов (81,51%): узловой зоб в 73 случаях (80,22%), аденомы ЩЖ – в 40 случаях (66,67%), рак ЩЖ – в 59 случаях (98,33%). Узлы каменистой или костной плотности (2 балла) при раке щитовидной железы выявлены в 78,33% (47 случаев), при доброкачественных узлах щитовидной железы – 11,67% (7 случаев) наблюдений ($\chi^2 = 53,423$; $p < 0,0001$).

При оценке лабораторных критериев (уровней ТТГ (1 балл по шкале) и сывороточного тиреоглобулина (2 балла по шкале)) достоверные отличия в группах не установлены ($p = 0,0943$). При анализе результатов биопсии (данных цитологии) были получены достоверные отличия: поражение клеток Гюртле (2 балла) – $\chi^2 = 2,139$ ($p = 0,1436$), наличие неоплазии (3 балла) – $\chi^2 = 12,457$ ($p < 0,0001$), подозрение на злокачественность (до 7 баллов) – $\chi^2 = 9,333$ ($p = 0,0023$), атипия (3 - 5 баллов) – $\chi^2 = 21,997$ ($p < 0,0001$). Согласно системе Bethesda (TBSRTC) [16], большая часть узлов коллоидного зоба относилась к категории Bethesda II (60,44%), значительная часть аденом щитовидной железы – к Bethesda IV (48,33%), а рака щитовидной железы – к Bethesda V и Bethesda VI (53,33%).

Наибольший интерес представляла интерпретация шкалой McGill Thyroid Nodule Score данных УЗИ. Особый акцент авторы шкалы сделали на параметрических данных – размере максимального диаметра узлового образования щитовидной железы (2 - 4 балла) и его тенденции к росту (1 - 2 балла). При оценке максимального диаметра узлов щитовидной железы средний показатель составил

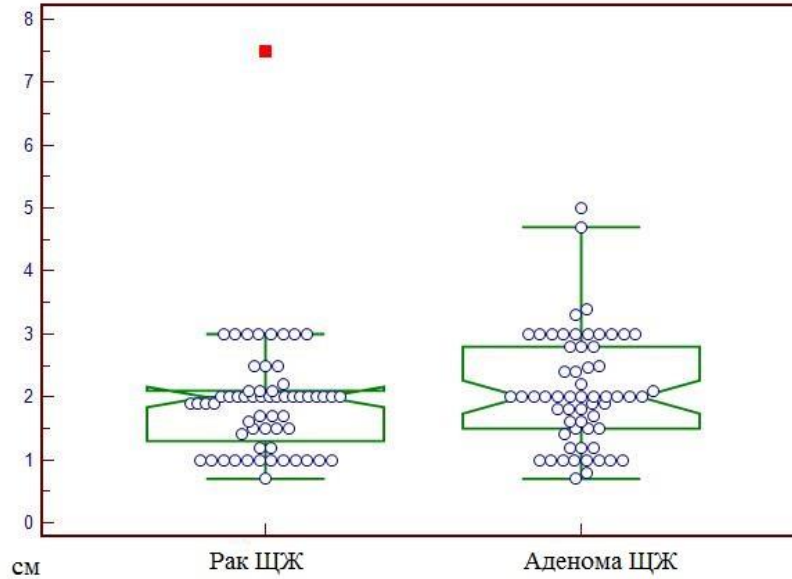


Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Диаграмма.

Максимальный диаметр очаговых образований (в см) в группах больных с аденомами щитовидной железы и раком щитовидной железы (t-критерий Стьюдента – $p = 0,3459$).

Fig. 1. Diagram.

The maximum diameter of focal formations (cm) in patients with thyroid adenomas and thyroid cancer (Student's t-test - $p = 0.3459$).

2,29±1,07 см, при этом самые высокие показатели были при коллоидном зобе (2,65±1,14 см), при опухолях щитовидной железы размеры были меньше (рис. 1), однако достоверные отличия в группах больных отсутствовали ($p = 0,2562$).

При оценке тенденции узлов щитовидной железы к росту установлено, что опухоли щитовидной железы имели достоверно более высокие темпы роста по сравнению с коллоидным зобом. Тенденция к росту (на 30%) оказались выше при аденомах ($\chi^2 = 4,781$; $p = 0,0288$), но общая тенденция к росту была больше выражена при раке щитовидной железы (в сравнении с коллоидным зобом – $\chi^2 = 18,308$; $p < 0,0001$).

При оценке непараметрических данных (признаки «эзогенность», «форма» («высота» > «ширины»), «лимфаденопатия», «измененный кровотоки», «наличие кальцификатов» («грубых и микрокальцификатов»)) были получены неоднозначные данные. В частности, по мнению авторов шкалы, важным признаком является «пониженная эзогенность» (1 балл по шкале) узла щитовидной железы (рис. 2). Она была установлена в 135 оцениваемых узлах щитовидной железы (63,9%): в 36 слу-

чаях коллоидного зоба, в 45 – аденом щитовидной железы и 54 – рака щитовидной железы ($\chi^2 = 5,878$; $p = 0,0529$). Специфическая лимфаденопатия (2 балла) оказалась статистически недостоверна ($\chi^2 = 0,581$; $P = 0,4458$).

Оценка признака «высота > ширины» (1 балл) показала статистически достоверные отличия, признак был выявлен лишь в группе пациентов с раком щитовидной железы, у пациентов с коллоидным зобом и аденомами щитовидной железы признак отсутствовал ($\chi^2 = 57,296$; $p < 0,0001$). Также значимым оказался признак «усиленный кровотоки» (1 балл) ($\chi^2 = 14,875$; $p = 0,0010$). Авторы шкалы выделили две группы «кальцификатов»: «микрокальцификаты» и «грубые кальцификаты». Установлено, что «микрокальцификаты» являются одним из наиболее достоверных признаков, отличающих аденомы от рака щитовидной железы ($\chi^2 = 23,854$; $p < 0,0001$), а вот «макрокальцификаты» чаще встречаются при доброкачественных узловых образованиях щитовидной железы ($\chi^2 = 6,366$; $p = 0,0116$).

Итогом исследования стала балльная оценка всех 211 клинических случаев по

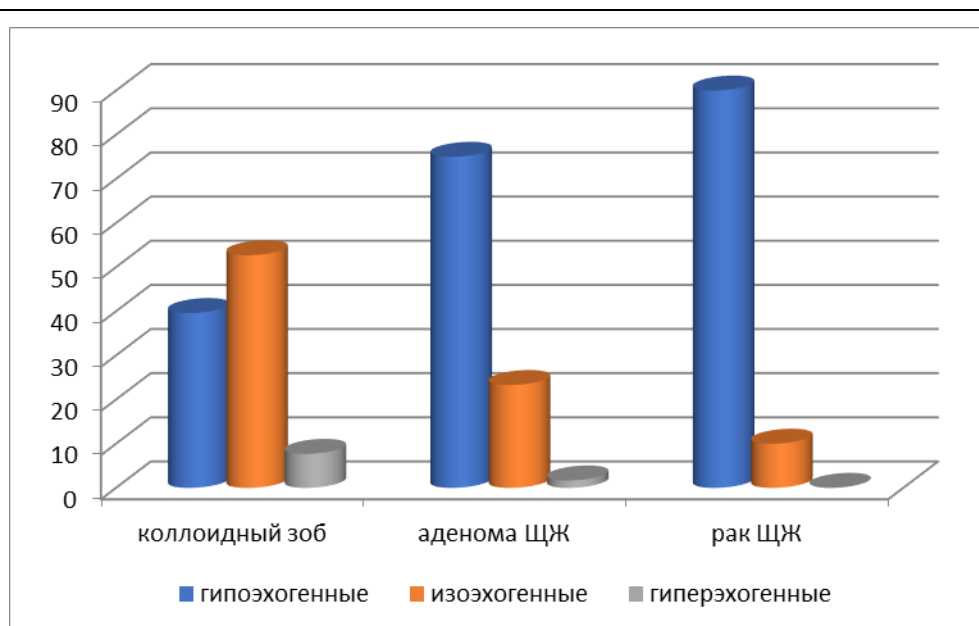


Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Диаграмма.

Эхогенность узлов щитовидной железы различного морфологического строения.

Fig. 2. Diagram.

Echogenicity of thyroid nodes of various morphological structures.

критериям адаптированной шкалы McGill Thyroid Nodule Score. По итогам исследования пациенты с узловым зобом «набрали» от 2 до 11 баллов. У пациентов с аденомами щитовидной железы разброс показателя был большим – от 4 до 28 баллов. В группе больных раком щитовидной железы показатели были от 12 до 31 балла (табл. №1). Из таблицы видно, что ключевым моментов для шкалы в отношении коллоидного зоба являются 11 баллов, при опухолях щитовидной железы четкая градация между аденомами и раком щитовидной железы отсутствует.

В связи с полученными данными вызывает интерес интерпретация параметров шкалы McGill Thyroid Nodule Score и их связь с отдельными показателями УЗИ. Корреляционный анализ показал зависимость общего результата от данных показателей. В частности, при коллоидном зобе (табл. №2) наиболее значимыми являются исходные размеры узлов щитовидной железы, что позволяло выполнить их пальпацию, и выявление крупных кальцификатов при выполнении УЗИ. К числу значимых параметров были также отнесены уровень ТТГ и особенности васкуляризации по данным УЗИ. Остальные параметрические и непараметрические показатели были менее значимы.

При подозрении на наличие рака щи-

товидной железы (табл. №3) наиболее значимыми клиническими признаками были прогрессивный рост очагового образования щитовидной железы и его плотная консистенция при пальпации. Из ультразвуковых признаков ведущим являлись «микрокальцификаты», из морфологических – «наличие неоплазии» и «поражение клеток Гюртле».

В качестве клинического примера влияния данных УЗИ на итоговую оценку узлов щитовидной железы по шкале McGill Thyroid Nodule Score приводим клиническое наблюдение.

Клиническое наблюдение.

Больная К. (0 баллов по шкале McGill Thyroid Nodule Score), 46 лет (1 балл). Диагноз при поступлении: «Многоузловой зоб». Находилась на лечении во втором хирургическом отделении АУ «Республиканский клинический онкологический диспансер» МЗ ЧР. Жалоб нет. Визуально щитовидная железа не увеличена, мягкая (0 баллов), пальпаторно узлы не определяются (0 баллов). Из анамнеза выявлено отсутствие онкопатологии у родственников (0 баллов) и эпизодов воздействия ионизирующей радиации (0 баллов). Узлы в щитовидной железе выявили 4 года назад при УЗИ, эндокринолог лечение не назначал. За время наблюдения отмечается рост узлов в 2 раза (2 балла). На основании этого реко-

Таблица №1. Распределение пациентов с узловыми образованиями щитовидной железы по градациям адаптированной шкалы McGill Thyroid Nodule Score.

Баллы/риск малигнизации (Score Interpretation)	Морфологическое строение узлов			Всего (n;%)
	коллоидный зоб (n;%)	аденома (n;%)	Рак ЩЖ (n;%)	
0-1 (5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2-3 (14%)	6 (6,59%)	0 (0%)	0 (0%)	6 (2,84%)
4-6 (25%)	46 (50,55%)	3 (5,00%)	0 (0%)	49 (23,22%)
7-8 (33%)	29 (31,87%)	5 (8,33%)	0 (0%)	34 (16,11%)
9-11 (65%)	10 (10,99%)	9 (15,00%)	0 (0%)	19 (9,00%)
12-14 (74%)	0 (0%)	6 (10,00%)	2 (3,33%)	8 (3,79%)
15-18 (79%)	0 (0%)	7 (11,67%)	7 (11,67%)	14 (6,64%)
19-22 (92%)	0 (0%)	23 (38,33%)	15 (25,00%)	38 (19,00%)
23+ (> 95%)	0 (0%)	7 (11,67%)	36 (60,00%)	43 (20,38%)
Итого	91 (100%)	60 (100%)	60 (100%)	211 (100%)

Таблица №2. Матрица корреляций параметров шкалы McGill Thyroid Nodule Score при коллоидном зобе на основании расчета коэффициента τ Кендалла.

Критерии шкалы McGill Thyroid Nodule Score	Kendall Tau Correlations (Зоб)				
	MD pairwise deleted				
	Marked correlations are significant at $p < ,05000$				
	Valid N	Kendall Tau	Z	p-value	p-exact 1-tailed
Возраст	91	-0,137784	-1,93432	0,053074	----
Пальпируемый узел ЩЖ	91	0,452689	6,35517	0,000000	----
Уровень ТТГ	91	0,191675	2,69087	0,007127	----
Уровень ТГ	91	0,159499	2,23916	0,025146	----
Консистенция узла	91				----
Эхогенность	91	0,107562	1,51003	0,131037	----
Повышенная васкуляризация	91	0,211355	2,96715	0,003006	----
Форма «высота» > «ширины»	91				----
Кальцификация: микрокальцификаты	91	0,090777	1,27439	0,202526	----
Кальцификация: средние и крупные	91	0,240942	3,38252	0,000718	----
Увеличение узла ЩЖ на 10%	91				----
Увеличение узла ЩЖ на 30%	91	0,041897	0,58818	0,556413	----
Лимфаденопатия	91	0,467863	6,56820	0,000000	----
Размер узла ЩЖ	91	0,418602	5,87664	0,000000	----
Поражение клеток Гюртле	91				----
Неоплазия	91				----
Атипия	91				----
Подозрение на злокачественность	91				----

Таблица №3. Матрица корреляций параметров шкалы McGill Thyroid Nodule Score при раке щитовидной железы на основании расчета коэффициента τ Кендалла.

Критерии шкалы McGill Thyroid Nodule Score	Kendall Tau Correlations (Pак)				
	MD pairwise deleted				
	Marked correlations are significant at $p < .05000$				
	Valid N	Kendall Tau	Z	p-value	p-exact 1-tailed
Возраст	60	-0,001205	-0,013602	0,989148	----
Пальпируемый узел ЩЖ	60				----
Уровень ТТГ	54	0,213192	2,276007	0,022846	----
Уровень ТГ	45	0,029863	0,289208	0,772422	----
Консистенция узла	60	0,336688	3,800851	0,000144	----
Эхогенность	60	0,047541	0,536682	0,591487	----
Повышенная васкуляризация	60	0,151342	1,708485	0,087546	----
Форма «высота» > «ширины»	60	0,088297	0,996780	0,318871	----
Кальцификация: микрокальцификаты	60	0,404337	4,564532	0,000005	----
Кальцификация: средние и крупные	60	0,342115	3,862118	0,000112	----
Увеличение узла ЩЖ на 10%	60	-0,029321	-0,331005	0,740641	----
Увеличение узла ЩЖ на 30%	60	0,330107	3,726551	0,000194	----
Лимфаденопатия	60	0,174257	1,967173	0,049163	----
Размер узла ЩЖ	60	0,084596	0,955003	0,339576	----
Поражение клеток Гюртле	60	0,454062	5,125878	0,000000	----
Неоплазия	60	0,258432	2,917424	0,003529	----
Атипия	60	-0,010019	-0,113106	0,909947	----
Подозрение на злокачественность	60				----
Возраст	60	0,359416	4,057421	0,000050	----
Пальпируемый узел ЩЖ	60	0,284769	3,214737	0,001306	----

мендовано оперативное лечение. При УЗИ органов шеи: щитовидная железа расположена типично. Перешеек – 4 мм, размеры правой доли: 18x21x50 мм, размеры левой доли: 20x23x48 мм. Суммарный объем железы 20,5 см³. В средне-нижнем сегменте правой доли узел пониженной эхогенности (1 балл), относительно однородный, размерами 15x17x22 мм (2 балла), с ровными, четкими контурами, «ширина» > «высоты» (0 баллов), с усиленным кровотоком (1 балл), кальцификаты не определяются (0 баллов). TI-RADS 4 (рис. 3). В средне-нижнем сегменте левой доли узел пониженной эхогенности (1 балл), выраженно неоднородный, размерами 12x15x16 мм (1 балл), с неровными, четкими контурами, «ширина» < «высоты» (1 балл), с

хаотичным смешанным кровотоком (1 балл), с макрокальцификатами (1 балл) и микрокальцификатами (2 балла). TI-RADS 5 (рис. 4). Вне узлов ткань однородна, обычной эхогенности. С обеих сторон по ходу сосудисто-нервных пучков несколько лимфоузлов до 14x4 мм с сохраненной дифференцировкой (1 балл). Рекомендовано выполнение ТАПБ.

При лабораторном обследовании: тиреоглобулин – 18,3 нг/мл (0 баллов), ТТГ – 1,84 мМЕд/л (1 балл), свободный Т4 – 21,6 пмоль/мл, кальцитонин – 8,3 нг/л. Общий анализ крови и биохимический анализ крови – в пределах референсных показателей.

По данным цитологического исследования (ТАПБ): правая доля – поражение клеток Гюртля (2 балла), подозрение на неоплазию (3

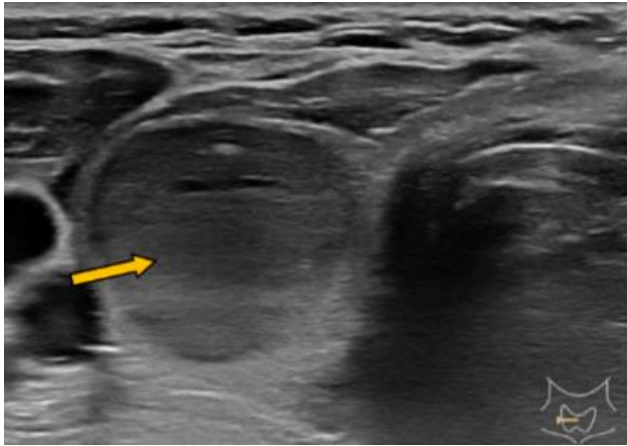


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

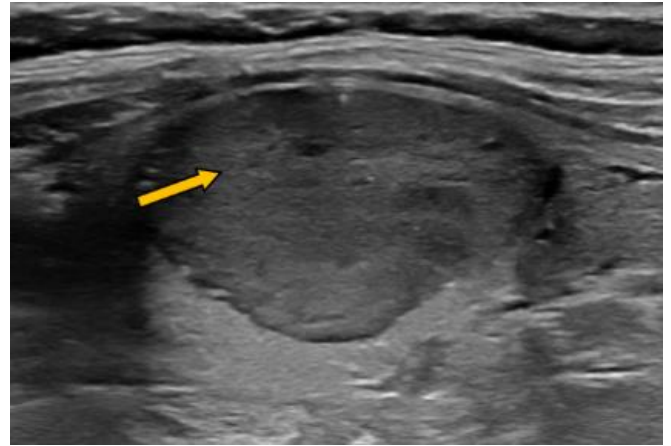


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. УЗИ щитовидной железы, В-режим.

а – правая доля в поперечном сканировании, б – правая доля в продольном сканировании: гипоехогенное однородное образование с четкими ровными контурами (стрелки).

Fig. 3. Thyroid ultrasound, B-mode.

а – right lobe in transverse scan, б – right lobe in longitudinal scan: hypoechoic homogeneous mass with clear smooth contours (arrows).

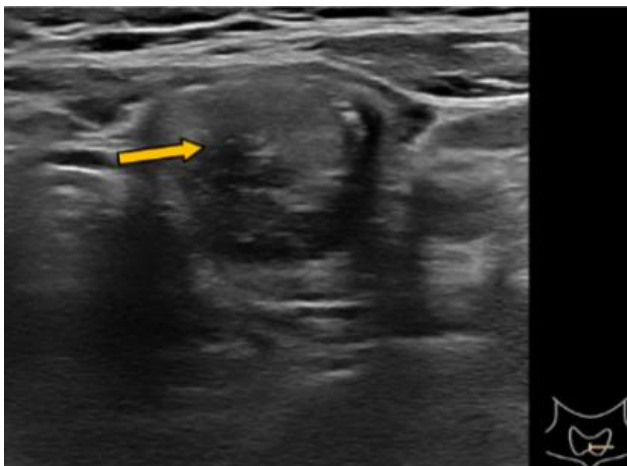


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

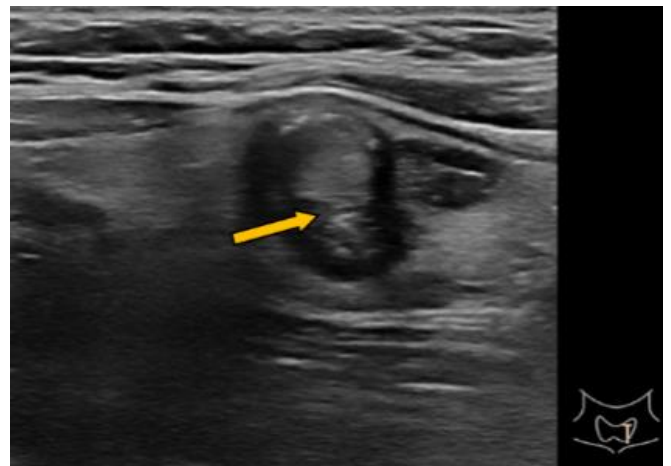


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. УЗИ щитовидной железы, В-режим.

а – левая доля в поперечном сканировании, б – левая доля в продольном сканировании: гипоехогенное неоднородное образование с четкими неровными контурами, с макрокальцификатами и микрокальцификатами (стрелки).

Fig. 4. Thyroid ultrasound, B-mode.

а – left lobe in transverse scan, б – left lobe in longitudinal scan: hypoechoic heterogeneous mass with clear irregular contours with macrocalcifications and microcalcifications (arrows).

балла), признаки атипичности (4 балла), подозрение на малигнизацию (7 баллов). Заключение: фолликулярная опухоль (атипичная аденома из клеток Гюртля? Подозрение на фолликулярный рак?) Bethesda IV-V. Левая доля – поражение клеток Гюртля (2 балла), подозрение на неоплазию (3 балла), признаки атипичности (4 балла), подозрения на малигнизацию нет (0 баллов). Заключение: фолликулярная опухоль (аденома?) Bethesda IV.

При подсчетах по шкале McGill Thyroid Nodule Score: узел правой доли – 23 балла (риск малигнизации >95%): клинические и лабораторные признаки – 2 балла, ультразвуковые признаки – 5 баллов, цитологические признаки – 16 баллов. Узел левой доли – 21 балл (риск малигнизации 92%): клинические и лабораторные признаки – 2 балла, ультразвуковые признаки – 10 баллов, цитологические признаки – 9 баллов.

Операция (тиреоидэктомия). Кожный разрез над яремной вырезкой. При ревизии щитовидная железа увеличена незначительно. В среднем сегменте левой доли узел каменистой плотности (2 балла) диаметром до 15 мм, выходящий на капсулу железы. В правой доле эластичный узел (0 баллов) до 20 мм в диаметре. Перешеек рассечен. Левая доля выделена с визуализацией возвратного нерва и околощитовидных желез, удалена полностью. На разрезе узел плотный, ткань не выбухает, желтого цвета, с кальцифицированной капсулой белого цвета. Затем правая доля выведена в рану, выделена и удалена полностью (рис. 5). При ревизии претрахеальной клетчатки обнаружены 2 лимфоузла, произведено удаление клетчатки шеи с лимфоузлами 6 коллектора. Послойный шов раны.

Патоморфологическое заключение: 1. Левая доля – неинкапсулированный папиллярный рак с прорастанием в окружающие мягкие ткани. 2. Правая доля – фолликулярная опухоль неопределенного злокачественного потенциала. 3. Лимфатический узел с метастазом папиллярного рака. Заключение: папиллярный рак, классический вариант (узел до 2 см) C73, pT3, pN1M0.

Оценка ультразвуковых признаков позволила более правильно предположить морфологическую структуру узла в левой доле щитовидной железы, что подтвердилось затем при патоморфологическом исследовании.

Обсуждение.

Современный уровень развития медицинских технологий позволяет выявлять очаговые изменения в щитовидной железе на ранних сроках. Но более важной задачей,

определяющей лечебную тактику, является достоверная оценка морфологии очагового образования. Существующие методики и технологии позволяют это делать с высокой достоверностью, приоритет принадлежит цитологическому исследованию. ТАПБ является завершающим этапом диагностики узлов щитовидной железы, имеющих признаки формирования опухоли. Согласно последним рекомендациям, показания к ТАПБ должны формироваться на основании комплекса анамнестических, лабораторных данных и результатов УЗИ. Одним из вариантов такой комплексной системы является шкала McGill Thyroid Nodule Score, которая отличается от узкопрофильных систем TI-RADS и Bethesda широтой охвата большого числа данных, дополняющих друг друга. Диагностическое значение ультразвуковых признаков в шкале неоднозначно и может трактоваться по-разному. Из широкого перечня УЗ-признаков, оцениваемых с позиции стратификационных систем (RSS), выделяют условно «малые» и «большие». Они имеют различный диагностический вес при различной очаговой патологии щитовидной железы. Их присутствие в коллоидных узлах и опухолях различной степени злокачественности заставляет дифференцированно подходить к их оценке. В спорных и неопределенных ситуациях значение ультразвуковых признаков возрастает, поскольку неинвазивность метода и новые опции (эластография, доплер) расширяют диапазон диагностических возможностей.

При выполнении исследования было установлено, что при различных вариантах узловой патологии щитовидной железы диагностическое значение показателей шкалы McGill Thyroid Nodule Score широко варьируется. При фолликулярном коллоидном зобе в выборе тактики основное значение имеют клинические и лабораторные признаки, из которых наиболее значимы размеры (средняя корреляция) и пальпируемость крупных узлов. УЗИ-признаки также показали свою значимость, в частности признак «кальцификация», хотя корреляция с диагнозом была слабой. При диагностике опухолей щитовидной железы большее значение имели уже морфологические параметры, а клинические признаки имели меньшее значение, за исключением плотной «консистенции» при пальпации (слабая корреляция), близкие параметры имели данные морфологии. В группе пациентов с раком щитовидной железы наряду с параметрами морфологического исследования одними из важнейших оказались ультразвуковые признаки «высота» > «шири-



Рис. 5 а (Fig. 5 а)



Рис. 5 б (Fig. 5 б)

Рис. 5. Фотографии.

а – Макропрепарат правой доли щитовидной железы. Патоморфологическое заключение: аденома правой доли щитовидной железы.

б – Макропрепарат левой доли щитовидной железы. Папиллярный рак левой доли щитовидной железы pT3pN1M0.

Fig. 5. Photos.

a – Gross specimen of the right lobe of the thyroid gland. Pathomorphologic conclusion: adenoma of the right lobe of the thyroid gland.

b – Gross specimen of the left lobe of the thyroid gland. Papillary cancer of the left thyroid lobe pT3pN1M0.

ны» и «микрокальцификаты». Использование полипараметрической шкалы McGill Thyroid Nodule Score позволяет в сложных и неясных случаях приходиться к верному заключению за счет учета многих признаков и показателей, из которых данные УЗИ являются наиболее важными.

Заключение.

Шкала McGill Thyroid Nodule Score отличается от узкопрофильных систем TI-RADS и Bethesda широтой охвата большого числа данных, дополняющих друг друга. Значение ультразвуковых признаков в шкале имеет

различный диагностический вес при различной очаговой патологии щитовидной железы. Их присутствие в коллоидных узлах и опухолях различной степени злокачественности заставляет взвешенно подходить к их оценке.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Grani G., Sponziello M., Pecce V. et al. Contemporary Thyroid Nodule Evaluation and Management. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020; 105(9): 2869–2883. DOI: 10.1210/clinem/dgaa322. PMID: 32491169; PMCID: PMC7365695.
2. Камынина Л.Л. Здоровье щитовидной железы в реалиях больших городов. *Здоровье мегаполиса.* 2021; 2(2): 84–95. DOI:10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;84-95.
3. Garber J.R., Papini E., Frasoldati A. et al. American Association of Clinical Endocrinology And Associazione Medici Endocrinologi Thyroid Nodule Algorithmic Tool. *Endocr Pract.* 2021; 27(7): 649–660. DOI: 10.1016/j.eprac.2021.04.007. Epub 2021 Jun 3. PMID: 34090820.
4. Toumi A., Di Gennaro C., Vahdat V. et al. Trends in Thy-

- roid Surgery and Guideline-Concordant Care in the United States, 2007–2018. *Thyroid.* 2021; 31(6): 941–949. DOI: 10.1089/thy.2020.0643.
5. Заридзе Д.Г., Максимович Д.М., Стилиди И.С. Новая парадигма скрининга и ранней диагностики: оценка пользы и вреда. *Вопросы онкологии.* 2020; 66(6): 589–602. DOI: 10.37469/0507-3758-2020-66-6-589-602.
6. Caulley L., Eskander A., Yang W. et al. Trends in Diagnosis of Noninvasive Follicular Thyroid Neoplasm With Papillarylike Nuclear Features and Total Thyroidectomies for Patients With Papillary Thyroid Neoplasms. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;148(2):99–106. DOI:10.1001/jamaoto.2021.3277.
7. Drake T., Caicedo-Granados E. Most Thyroid Surgeries

Start With an Asymptomatic Patient. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022; 148(9): 818–819. doi:10.1001/jamaoto.2022.1744

8. Welkoborsky H.J., Jecker P., *Ultrasonography of the Head and Neck. An Imaging Atlas.* Springer International Publishing, 2019:365. DOI: 10.1007/978-3-030-12641-4.

9. Сенча Е.А. Ультразвуковое исследование с контрастным усилением в диагностике опухолей щитовидной железы. *Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2017; 7 (3): 44-52. DOI 10.21569/2222-7415-2017-7-3-44-52.

10. Валева О.В., Диомидова В.Н., Кудряшова М.Н. Роль комплексной ультразвуковой диагностики в дифференцировке локальных изменений, маскирующихся под узлы щитовидной железы. *Клинический случай. Российский электронный журнал лучевой диагностики.* 2016; 6 (2): 6-7.

11. Shalaby M., Hadedeya D., Lee G.S. et al. Impact of Surgeon-Performed Ultrasound on Treatment of Thyroid Cancer Patients. *Am Surg.* 2020; 86(9): 1148–1152. DOI: 10.1177/0003134820945229. Epub 2020 Aug 27. PMID: 32853031.

References:

1. Grani G., Sponziello M., Pecce V. et al. Contemporary Thyroid Nodule Evaluation and Management. *J Clin Endocrinol Metab.* 2020; 105(9): 2869–2883. DOI: 10.1210/clinem/dgaa322. PMID: 32491169; PMCID: PMC7365695.

2. Kamynina L.L. Thyroid Health in the Realities of Big Cities. *Zdorov'e megapolisa.* 2021; 2(2): 84–95. DOI:10.47619/2713-2617.zm.2021.v2i2;84-95 (in Russian).

3. Garber J.R., Papini E., Frasoldati A. et al. American Association of Clinical Endocrinology And Associazione Medici Endocrinologi Thyroid Nodule Algorithmic Tool. *Endocr Pract.* 2021; 27(7): 649–660. DOI: 10.1016/j.eprac.2021.04.007. Epub 2021 Jun 3. PMID: 34090820.

4. Toumi A., Di Gennaro C., Vahdat V. et al. Trends in Thyroid Surgery and Guideline-Concordant Care in the United States, 2007–2018. *Thyroid.* 2021; 31(6): 941–949. DOI: 10.1089/thy.2020.0643.

5. Zaridze D.G., Maksimovich D.M., Stilidi I.S. A New Paradigm of Screening and Early Diagnosis: Assessment of Benefits and Harms. *Voprosy onkologii.* 2020; 66(6): 589–602. DOI: 10.37469/0507-3758-2020-66-6-589-602 (in Russian).

6. Caulley L., Eskander A., Yang W. et al. Trends in Diagnosis of Noninvasive Follicular Thyroid Neoplasm With Papillarylike Nuclear Features and Total Thyroidectomies for Patients With Papillary Thyroid Neoplasms. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;148(2):99–106. DOI:10.1001/jamaoto.2021.3277.

7. Drake T., Caicedo-Granados E. Most Thyroid Surgeries Start With an Asymptomatic Patient. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022; 148(9): 818–819. doi:10.1001/jamaoto.2022.1744

8. Welkoborsky H.J., Jecker P., *Ultrasonography of the Head and Neck. An Imaging Atlas.* Springer International Publishing, 2019:365. DOI: 10.1007/978-3-030-12641-4.

9. Sencha E.A. Contrast-enhanced ultrasound in the diagno-

12. Сенча А.Н., Сенча Е.А. Пеняева Э.И., Тимофеева Л.А. Ультразвуковое исследование щитовидной железы. Шаг за шагом. От простого к сложному. Москва, МЕДпресс-информ, 2019. 208 с.

13. Фисенко Е.П., Сыч Ю.П., Заболотская Н.В. и др. Классификация TI-RADS в оценке степени злокачественности узлов щитовидной железы. *Методическое пособие для врачей ультразвуковой диагностики.* Москва, ООО «Фирма СТРОМ», 2020. 56 с.

14. Щеголев А.А., Ларин А.А., Слободяник А.С. и др. Сопоставление результатов пункционных биопсий узлов щитовидной железы и ультразвуковой стратификации рисков рака щитовидной железы по системе TIRADS с результатами гистологического исследования. *Медицинский совет.* 2022; 16(14): 114–119. DOI 10.21518/2079-701X-2022-16-14-114-119.

15. Sands N.B., Karls S., Amir A. et al. McGill Thyroid Nodule Score (MTNS): "rating the risk," a novel predictive scheme for cancer risk determination. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 40(1): S1–13. PMID: 21453655.

16. Cibas E.S., Ali S.Z. The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. *Thyroid.* 2009; (19): 1159–1165.

sis of thyroid tumors. *Russian electronic journal of radiology diagnostics.* 2017; 7 (3): 44-52. DOI 10.21569/2222-7415-2017-7-3-44-52 (in Russian).

10. Valeeva O.V., Diomidova V.N., Kudryashova M.N. The role of complex ultrasound diagnostics in the differentiation of local changes masquerading as thyroid nodules. *Clinical case. Russian electronic journal of radiology diagnostics.* 2016; 6 (2): 6-7 (in Russian).

11. Shalaby M., Hadedeya D., Lee G.S. et al. Impact of Surgeon-Performed Ultrasound on Treatment of Thyroid Cancer Patients. *Am Surg.* 2020; 86(9): 1148–1152. DOI: 10.1177/0003134820945229. Epub 2020 Aug 27. PMID: 32853031.

12. Sencha A.N., Sencha E.A., Penyaeva E.I., Timofeeva L.A. Ultrasound examination of the thyroid gland. Step by step. From simple to complex. Moscow, MEDpress-inform Publ., 2019. 208 p. (in Russian).

13. Fisenko E.P., Sych Y.P., Zabolotskaya N.V. et al. Classification of TI-RADS in assessing the degree of malignancy of thyroid nodules. *Methodical manual for doctors of ultrasound diagnostics.* Moscow, LLC "Firma STROM", 2020. 56 p. (in Russian).

14. Shchegolev A.A., Larin A.A., Slobodyanik A.S. et al. Comparison of the results of puncture biopsies of thyroid nodules and ultrasonic stratification of thyroid cancer risks according to the TIRADS system with the results of histological examination. *Medical Council.* 2022; 16(14): 114–119. DOI 10.21518/2079-701X-2022-16-14-114-119.

15. Sands N.B., Karls S., Amir A. et al. McGill Thyroid Nodule Score (MTNS): "rating the risk," a novel predictive scheme for cancer risk determination. *J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2011; 40(1): S1–13. PMID: 21453655.

16. Cibas E.S., Ali S.Z. The Bethesda System for Reporting Thyroid Cytopathology. *Thyroid.* 2009; (19): 1159–1165.

ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ВИЗУАЛИЗАЦИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ПРЕДОПЕРАЦИОННОМ ПЛАНИРОВАНИИ ТЕТРАДЫ ФАЛЛО

Хасанова К.А.^{1,2}, Терновой С.К.^{2,3}, Абрамян М.А.^{1,4}

1 – ГБУЗ г. Москвы «Морозовская детская городская клиническая больница ДЗМ». г. Москва, Россия.

2 – ФGAOY BO Первый Московский государственный медицинский университет им.

И. М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет). г. Москва, Россия.

3 – Институт клинической кардиологии им. А.Л. Мясникова, ФГБУ «НМИЦ кардиологии» МЗ РФ. г. Москва, Россия.

4 – ФGAOY BO «Российский университет дружбы народов». г. Москва, Россия.

Цель исследования. Оценить возможности трансторакальной ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца в диагностике и предоперационном планировании тетрады Фалло.

Материалы и методы. В исследование включено 85 детей с входящим клиническим диагнозом – тетрада Фалло. Средний возраст пациентов составил 8,1 (3,4; 8,1) месяцев. Всем детям проведена трансторакальная ЭХО-КГ, 72 – КТ сердца, 36 – МРТ сердца, 52 – прямая ангиография (диагностическая или в рамках выполнения эндоваскулярного этапа коррекции порока). При проведении ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца оценивались возможности каждого метода в определении хирургически важных сопутствующих аномалий: дополнительных источников легочного кровообращения, праволежащей дуги аорты, aberrантной подключичной артерии, аномалий коронарных артерий, венозного возврата и легочных артерий. Все результаты сопоставлялись с данными прямой ангиографии и/или интраоперационными показателями. Интервал между трансторакальной ЭХО-КГ, КТ и/или МРТ сердца и проведенной АГ либо открытым хирургическим вмешательством был менее 10 дней.

Результаты. Все три метода показали 100% точность в постановке диагноза тетрады Фалло у детей. Диагностическая точность метода трансторакальной ЭХО-КГ статистически значимо уступала КТ сердца в определении наличия больших аортолегочных коллатеральных артерий ($p=0,001$). В диагностике аномалий дуги аорты и ее ветвей, венозного возврата, легочных артерий и коронарных артерий диагностическая точность метода была также ниже чем у КТ и МРТ ($p>0,005$). Томографические методики в определении аномалий дуги аорты и ее ветвей, легочных артерий, венозного возврата и дополнительных источников легочного кровоснабжения имели высокие показатели диагностической эффективности (98-100%).

Обсуждение. Высокая эффективность и широкое применение ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца в комплексной оценке тетрады Фалло у детей и отсутствие унифицированного диагностического алгоритма определяют актуальность сравнения возможностей неинвазивных методов кардиовизуализации в предоперационном планировании коррекции данного ВПС. С учетом развития трансторакальной ЭХО-КГ, существуют различные точки зрения о необходимости рутинного применения как томографических методик, так и прямой АГ. Результаты проведенных исследований по сравнению возможностей методов кардиовизуализации в оценке хирургических рисков у детей с тетрадой Фалло (ТФ) немногочисленны и неоднозначны. В настоящем исследовании на достаточном количестве материала проведена оценка возможностей всех неинвазивных методов (ЭХО-КГ, КТ сердца и кардио-МРТ) в оценке хирургических рисков у детей с ТФ до года и младшей возрастной группы в рамках первичного предоперационного планирования.

Заключение. ЭХО-КГ остается первоочередным эффективным методом в диагностике тетрады Фалло у детей, но не может считаться окончательной предоперационной диагностической методикой, в виду ограничений в оценке сочетанных, хирургически важных, экстракардиальных аномалий. КТ сердца показала себя высокоэффективным методом в оценке клинически важных сопутствующих анатомических особенностей у пациентов с тетрадой Фалло и может быть окончательным инструментом в планировании хирургической коррекции порока. МРТ сердца также позволяет получить всю необходимую информацию для планирования хирургического лечения тетрады Фалло, однако длительность исследования и продолжительное пребывание пациентов в наркозе требуют строгого обоснования целесообразности применения МРТ при условии наличия технической возможности выполнения КТ сердца в клинике и отсутствия

у ребенка противопоказаний к введению рентгеноконтрастных препаратов.

Ключевые слова: тетрада Фалло, ТФ, КТ сердца, ЭХО-КГ, МРТ сердца, дети, врожденные пороки сердца, ВПС, катетеризация полостей сердца, прямая ангиография, АГ, легочная артерия, ЛА.

Контактный автор: Хасанова К.А., e-mail: KHasanova@morozdgkb.ru

Для цитирования: Хасанова К.А., Терновой С.К., Абрамян М.А. Возможности современных методов визуализации в диагностике и предоперационном планировании тетрады Фалло. REJR 2023; 13(4):56-68. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-56-68.

Статья получена: 25.10.23

Статья принята: 07.11.23

POSSIBILITIES OF MODERN IMAGING MODALITIES IN THE DIAGNOSIS AND PREOPERATIVE ASSESMENT OF TETRALOGY OF FALLOT

Khasanova K.A.^{1,2}, Temovoy S.K.^{2,3}, Abramyan M.A.^{1,4}

1 - Morozovskaya Children's City Clinical Hospital.

2 - Sechenov University.

3 - A.L. Myasnikov Institute of Clinical Cardiology.

4 - Peoples' Friendship University of Russia. Moscow, Russia.

Purpose. To evaluate the potential of transthoracic TTE, CT and MRI of the heart in the diagnosis and preoperative planning of tetralogy of Fallot (TF).

Materials and Methods. The study comprised 85 children with an incoming clinical diagnosis of tetralogy of Fallot. The average age of the patients was 8.1 (3.4; 8.1) months. All children underwent TTE, 72 – cardiac CT, 36 – cardiac MRI, 52 – conventional angiography. The capabilities of TTE, Cardiac CT and MRI in identifying surgically important concomitant anomalies were assessed: additional sources of pulmonary circulation, right sided aortic arch, aberrant subclavian artery, anomalies of the coronary arteries, venous return and pulmonary arteries. All results were compared with conventional angiography data and/or intraoperative indicators. The interval between TTE, CT and/or MRI of the heart and the performed conventional angiography or open surgery was less than 10 days.

Results. All three methods showed 100% accuracy in diagnosing tetralogy of Fallot in children. TTE was statistically significantly inferior to cardiac CT in determining the presence of large aortopulmonary collateral arteries in patients with TF ($p=0.001$). In the diagnosis of anomalies of the aortic arch and its branches, venous return, pulmonary arteries and coronary arteries, the diagnostic accuracy of the method was also lower than that of CT and MRI ($p>0.005$). Tomographic techniques in determining anomalies of the aortic arch and its branches, pulmonary arteries, venous return and additional sources of pulmonary blood supply had very high rates of diagnostic efficiency (98-100%).

Discussion. The high efficiency and wide application of TTE, CT and MRI of the heart in the comprehensive assessment of tetralogy of Fallot in children and the lack of a unified diagnostic algorithm determine the relevance of comparing the capabilities of non-invasive methods of cardiac imaging in preoperative planning for the correction of this congenital heart defect. Taking into account the development of the transthoracic echocardiography method, there are different points of view on the need for routine use of both tomographic techniques and conventional angiography. The results of studies comparing the capabilities of cardiac imaging methods in assessing surgical risks in children with tetralogy of Fallot are few and ambiguous. In this study, using a sufficient amount of material, we assessed the capabilities of all non-invasive methods (TTE, cardiac CT and cardio-MRI) in assessing surgical risks in children with tetralogy of Fallot up to one year old and in the younger age group as part of primary preoperative planning.

Conclusion. TTE is the primary method in diagnosing tetralogy of Fallot in children, but cannot be considered the final preoperative diagnostic technique, due to limitations in the assessment of combined, surgically important, extracardiac anomalies. Cardiac CT is highly effective in assessing important associated anatomical features in patients with tetralogy of Fallot and can be a definitive

tool in planning surgical correction. Cardiac MRI allows to obtain all the necessary information for planning surgical treatment of tetralogy of Fallot, however, the duration of the study and the long stay of patients under anesthesia require strict justification for the feasibility of using MRI, provided that the child has no contraindications to the administration of radiopaque contrast agents and there is the technical ability to perform cardiac CT in the clinic.

Keywords: tetralogy of Fallot, TOF, cardiac CT, TTE, cardiac MRI, children, congenital heart disease, conventional angiography, pulmonary artery.

Corresponding author: Khasanova K.A., e-mail: KHasanova@morozdgb.ru

For citation: Khasanova K.A., Ternovoy S.K., Abramyan M.A. Possibilities of modern imaging modalities in the diagnosis and preoperative assesment of tetralogy of Fallot. REJR 2023; 13(4):56-68. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-56-68.

Received: 25.10.23

Accepted: 07.11.23

В Тетрада Фалло (ТФ) является второй по частоте сложной врожденной сердечной аномалией и составляет 7-10% от всех врожденных пороков сердца (ВПС) с частотой встречаемости 0,5 на 10000 живорожденных детей [1]. Среди ВПС, требующих хирургической коррекции в младенческом возрасте на долю ТФ приходится 15%. Без хирургической коррекции порока смертность детей с ТФ в течение первого года жизни составляет 33%, к 3-м годам – до 50%, к 10 годам – 70%, к 40 годам жизни – 95% [2]. Двадцатипятилетняя выживаемость пациентов с тетрадой Фалло после выполнения радикальной хирургической коррекции порока составляет – 95% [3].

Тетрада Фалло относится к порокам конотрункуса, при которых основным субстратом развития сердечных аномалий является смещение эмбриональной конусной перегородки в сторону легочной артерии. В результате смещения формируются все анатомические компоненты порока: подаортальный дефект межжелудочковой перегородки (ДМЖП), сужение выводного отдела правого желудочка (ВОПЖ) и/или легочной артерии (ЛА), гипертрофия правого желудочка (ПЖ) и декстрапозиция аорты (Ao) [4].

У пациентов с тетрадой Фалло ветви лёгочной артерии в большинстве случаев гипоплазированы с наличием различной степени выраженности периферических стенозов и, как следствие, развитием системных коллатеральных артерий. В 20-25% ТФ сочетается с праволежащей дугой аорты, в 3-5% – с аномальным ходом коронарных артерий. Степень развития легочно-артериального русла, наличие больших аорто-легочных коллатералей (БАЛКА), анатомия коронарных артерий и магистральных сосудов дуги аор-

ты являются важными факторами, определяющими выбор хирургической тактики ведения этой группы пациентов и возможность выполнения одномоментной радикальной коррекции [5].

Учитывая высокие показатели выживаемости пациентов с тетрадой Фалло после проведения хирургического лечения, корректная предоперационная оценка порока с определением возможностей проведения радикальной коррекции является определяющим этапом в ведении этой группы пациентов. Основными диагностическими задачами в определении тактики хирургической коррекции ТФ у детей являются визуализация легочных артерий с оценкой степени выраженности их гипоплазии, выявление дополнительных источников легочного кровоснабжения (БАЛКА и ОАП), определение наличия аномалий дуги аорты и ее магистральных сосудов, оценка устья и хода коронарных артерий [6].

В мировой и отечественной практике первоочередным методом в постановке диагноза ТФ у детей является трансторакальная ЭХО-КГ, которая обеспечивает точную морфофункциональную оценку сердца и магистральных сосудов, являясь безопасной, неинвазивной и не требующей использования контрастных препаратов методикой [2, 7].

В современных работах, посвященных оптимизации диагностического алгоритма ведения детей с тетрадой Фалло, трансторакальная ЭХО-КГ заявляется рядом авторов как окончательная предоперационная диагностическая методика с высокими показателями эффективности как в постановке самого диагноза, так и в оценке интра- и экстракардиальной анатомии с дальнейшей оценкой хирургических рисков [8]. Несмотря на широкие возможности, ЭХО-КГ не всегда

дает исчерпывающие ответы на вопросы, имеющие решающее значение в алгоритме ведения детей с ТФ: оценка дистальных отделов ЛА, выявление праволежащей дуги аорты, аберрантной подключичной артерии и аномального хода коронарных артерий [9]. В настоящее время в отечественной практике алгоритм ведения детей с ТФ на дооперационном этапе включает в себя рутинное проведение трансторакальной ЭХО-КГ и дополняется проведением прямой ангиографии (АГ) для морфометрии системы ЛА с последующим расчётом z-score, индексов Nakata и McGoop, определения наличия открытого артериального протока (ОАП), БАЛКА, возможных аномалий дуги аорты и иных сочетанных ВПС. Диагностическая катетеризация камер сердца с прямой ангиографией всё еще остается «золотым стандартом» предоперационного планирования коррекции тетрады Фалло у детей [10].

Прямая ангиография даёт исчерпывающую информацию о степени выраженности гипоплазии системы ЛА, о наличии сочетанных интра- и экстракардиальных аномалий, и дополнительных источников легочного кровоснабжения, однако, являясь инвазивной методикой, имеет большее количество рисков и осложнений в виде возможного развития кровотечения, травматизации и окклюзии сосуда, используемого для доступа [10, 11].

В последнее время конкурирующими с прямой ангиографией инструментами в визуализации интра- и экстракардиальной анатомии стали неинвазивные томографические методики: КТ и МРТ сердца с внутривенным болюсным контрастированием [11]. Ввиду длительного времени сканирования и, как следствие, относительно продолжительного пребывания ребенка в наркозе, кардио-МРТ на дооперационном этапе не применяется рутинно у детей с ВПС и не выполняется у детей в тяжелом состоянии, с критическими сердечными аномалиями и кардиореспираторными нарушениями [12]. Также за счет ограничений в пространственном разрешении и высокой ЧСС оценка хода коронарных артерий при проведении кардио-МРТ у детей до года резко затруднена [13]. В связи с этим, появляется все больше работ по изучению возможностей КТ сердца с внутривенным контрастированием у детей с тетрадой Фалло, проводится сравнение диагностической эффективности КТ сердца с прямой ангиографией в оценке хирургических рисков и возможностей проведения одномоментной коррекции порока на дооперационном этапе у детей с тетрадой Фалло [14 - 16].

Учитывая высокие диагностические возможности, широкую доступность и безопасность трансторакальной ЭХО-КГ, наличие объективных ограничений и рисков при проведении прямой ангиографии у детей и стремительное развитие возможностей томографических методик, высказываются различные точки зрения об использовании тех или иных диагностических алгоритмов на этапе первичного дооперационного планирования у детей с ТФ, что определяет актуальность проведения сравнительного анализа возможностей всех кардиовизуализационных методов (трансторакальная ЭХО-КГ, КТ сердца, кардио-МРТ) в диагностике и оценке детальной анатомии порока.

Цель исследования.

Оценить возможности трансторакальной ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца в диагностике тетрады Фалло и предоперационном планировании.

Материалы и методы.

В исследование включено 85 детей с входящим клиническим диагнозом – тетрада Фалло (ТФ), которые поступили в «ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ» в период с 2019 по 2023 гг. Средний возраст пациентов составил 8,1 (3.4; 8.1) месяцев (74% детей грудного возраста, 21% – младшей возрастной группы (от года до 5 лет), 5% – новорожденных). Все дети до выполнения КТ и/или МРТ сердца и прямой ангиографии (АГ) были обследованы по общеклинической схеме, принятой в «ГБУЗ Морозовская ДГКБ ДЗМ» для ведения пациентов с ВПС, которая из инструментальных методов диагностики включает в себя проведение ЭКГ, ЭХО-КГ и рентгенографии органов грудной клетки. В рамках предоперационного планирования для уточнения морфологических особенностей порока и оценки развития системы ЛА 72 пациентам была выполнена КТ сердца с болюсным контрастным усилением (КУ), 36 – МРТ сердца, 10 – диагностическая катетеризация полостей сердца с прямой АГ. 42 пациентам прямая АГ была проведена в рамках паллиативного эндоваскулярного этапа коррекции порока. КТ и МРТ сердца были выполнены 21 ребенку.

ЭХО-КГ выполняли на ультразвуковом аппарате фирмы GE ViVid E95 и Philips iE33 xMatrix с использованием секторных поличастотных датчиков с частотой 3-8 МГц. Исследование включало протоколы двухмерной эхокардиографии, доплерографии и цветного доплеровского картирования (ЦДК).

КТ сердца была проведена у 72 из 85 пациентов (85%), исследование выполнялось на фоне общей медикаментозной седации.

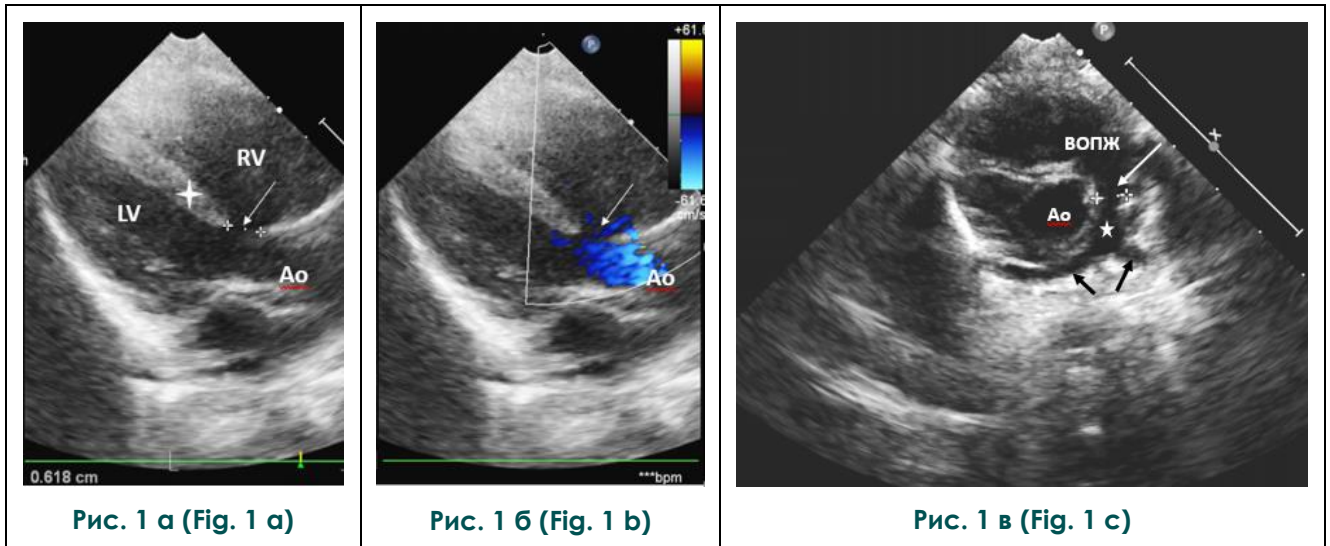


Рис. 1. Трансторакальная ЭХО-КГ. Пациент А., 3 дня.

а – Парастеральный доступ по длинной оси. Изображение желудочков сердца и межжелудочковой перегородки (звездочка). Определяется большой (до 6 мм) дефект межжелудочковой перегородки (стрелка). Аорта отходит бивентрикулярно (декстрапозиция аорты).

б – Парастеральный доступ по длинной оси, режим цветного доплеровского картирования. Большой веноартериальный сброс – поток крови из правого желудочка через дефект межжелудочковой перегородки направлен в аорту (стрелка).

в – Парастеральный доступ по короткой оси. Клапанно-подклапанный стеноз легочной артерии (белая стрелка). Гипоплазия легочного ствола (звездочка) и обеих легочных артерий (черные стрелки).

Fig. 1. TTE of tetralogy of Fallot. Patient A., 3 days.

а – Parasternal long axis approach. Image of the heart chambers and interventricular septum (asterisk). A large (up to 6 mm) ventricular septal defect is detected (arrow). The aorta arises biventricularly (dextroposition of the aorta).

б – Parasternal long axis access, color Doppler mapping mode. Large shunt – blood flow from the right ventricle through the ventricular septal defect into the aorta (arrow).

с – Parasternal short axis approach. Combined pulmonary stenosis (white arrow). Hypoplasia of the pulmonary trunk (asterisk) and both pulmonary arteries (black arrows).

КТ сердца проводили на 256-срезовом компьютерном томографе Philips Brilliance iCT, с шириной детектора – 8 см, с ретро-спективной ЭКГ-синхронизацией и без неё. Использовали толщину реконструируемых срезов 0,625 и 1,5 мм. В качестве контрастного вещества применяли неионный низкоосмолярный контрастный препарат – Ультравист-350, внутривенное введение осуществляли с помощью двухколбового шприца-инжектора в объёме 1,5-2 мл/кг со скоростью 0,4-1,5 мл/с. Постпроцессорная обработка выполнялась на мультимодальных рабочих станциях с построением трехмерных реконструкций.

МРТ сердца была проведена 36 пациентам, исследование выполнялось на фоне общей медикаментозной седации. Исследование проводили на высокопольном МР-

томографе Philips Ingenia базовой комплектации с напряженностью магнитного поля 1,5 Тесла с использованием кардиопакета для сканирования и дальнейшей обработки данных. Для морфометрии системы ЛА использовались импульсные последовательности на основе «градиент-эхо» с проспективной синхронизацией по сигналу ЭКГ (балансированное градиентное ЭХО с инверсией – ВТФЕ-последовательность) и синхронизацией с дыханием. Для проведения морфометрии ствола ЛА, пЛА и лЛА, морфологии и функции сердца срезы ориентировали в трех стандартных плоскостях и в плоскостях, аналогичных эхографическим проекциям: двух- и четырехкамерным. Внутривенное болюсное контрастирование при проведении кардио-МРТ выполнялось по назначению направляющего врача с целью оценки струк-

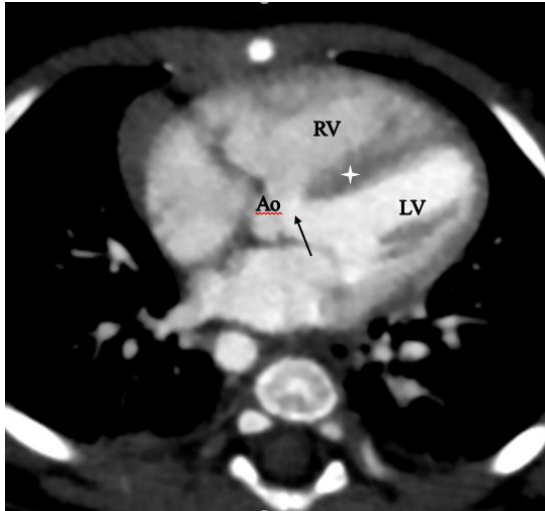


Рис. 2 а (Fig. 2 а)



Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. КТ сердца в условиях медикаментозной седации с болюсным контрастированием, без ЭКГ-синхронизации. Тот же пациент, что и на рисунке 1, 4 дня.

а – Косо-аксиальная плоскость. Изображение желудочков сердца и межжелудочковой перегородки (звездочка). Определяется большой (до 6 мм) дефект межжелудочковой перегородки (стрелка). Аорта отходит бивентрикулярно (декстрапозиция аорты).

б – Косо-сагиттальная плоскость. Комбинированный стеноз легочной артерии (стрелка), сужение выводного отдела правого желудочка (двойная стрелка).

Fig. 2. Cardiac CT with anesthesia and contrast enhancement, no ECG-gating. Same patient as on figure 1, 4 days.

а – Oblique axial plane. Imaging of the heart ventricles and the interventricular septum (asterisk). A large (up to 6 mm) ventricular septal defect is detected (arrow). Dextroposition of the aorta.

б – Oblique sagittal plane. Combined pulmonary artery stenosis (arrow), narrowing of the right ventricular outflow tract (double arrow).

турных изменений миокарда.

Катетеризация полостей сердца с АГ (диагностическая и в рамках паллиативного эндоваскулярного этапа коррекции порока) была выполнена 52 детям на фоне общей медикаментозной седации на ангиографическом комплексе Philips Allura Centron.

Анализировалась способность трансторакальной ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца диагностировать наличие праволежащей дуги аорты, aberrантной подключичной артерии, сопутствующих аномалий легочных артерий (кроссинг ЛА, атрезия устья одной из ЛА, дуктальное отхождение ЛА) и венозного возврата (аномалии полых и легочных вен), определять дополнительные источники легочного кровоснабжения (ОАП и БАЛКА) и оценивать ход коронарных артерий.

Все полученные результаты сопоставлялись данными прямой ангиографии, интраоперационными данными и данными аутопсии (при ее наличии). Интервал между трансторакальной ЭХО-КГ, КТ и/или МРТ

сердца и проведенной АГ либо открытым хирургическим вмешательством не превышал 10 дней.

Результаты.

Диагностическая точность трансторакальной ЭХО-КГ в постановке диагноза ТФ составила 100% (AUC 1,00) (рис. 1).

Томографические методики (КТ и МРТ сердца) также не имели ошибочных результатов в диагностике ТФ: точность обоих методов – 100% (AUC 1,00) (рис. 2 и рис. 3).

В оценке наличия сочетанных хирургически важных аномалий методы кардиовизуализации играют разную роль.

Определение наличия аномалий дуги аорты (праволежащая дуга аорты, двойная дуга аорты)

У 18 детей интраоперационно и/или ангиографически были определены аномалии дуги аорты: праволежащая дуга аорты у 17 детей, у одного ребенка – двойная дуга аорты. По результатам трансторакальной ЭХО-КГ сопутствующие аномалии дуги аорты бы-

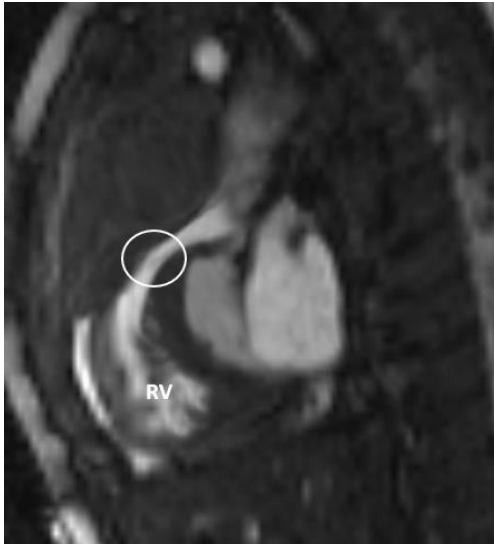


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

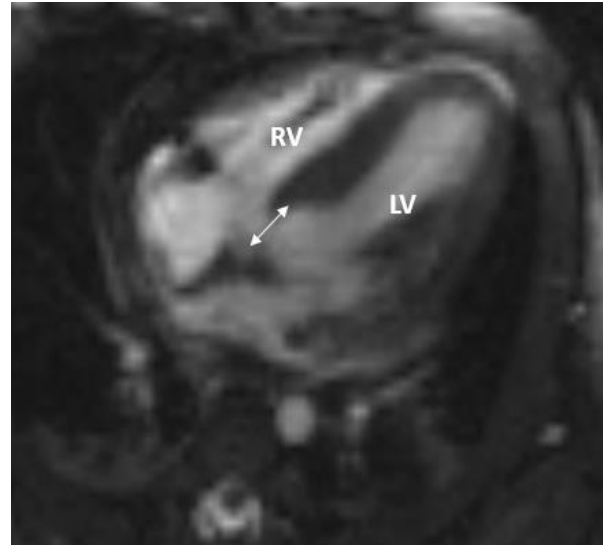


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Кардио-МРТ в условиях медикаментозной седации. Пациент Д., 3 месяца.

а – Кино-МРТ, плоскость выводного отдела правого желудочка. Сужение выводного отдела правого желудочка (круг).

б – Кино-МРТ, 4-х камерная плоскость. Определен большой субаортальный дефект межжелудочковой перегородки (двойная стрелка).

Fig. 3. Cardio-MRI with anesthesia. Patient D., 3 months.

a – Cine MRI, right ventricle outflow tract plane. Narrowing of the outflow tract of the right ventricle (circle).

b – Cine MRI, 4-chamber plane. Large subaortic ventricular septal defect is identified (double arrow).

ли корректно диагностированы у 7 пациентов (чувствительность метода 38%). Диагностическая точность ЭХО-КГ в определении праволежащей дуги аорты у детей с тетрадой Фалло составила 82,35% (AUC 66,15%). В определении праволежащей дуги аорты КТ сердца и МРТ сердца имели 100% точность (AUC 1,00) и показали себя как более точные инструменты, чем ЭХО-КГ (p 0,12). У пациента с двойной дугой аорты, диагностированной при проведении КТ сердца (по ЭХО-КГ интерпретирована как праволежащая дуга аорты) была выполнена радикальная коррекция тетрады Фалло с одномоментной перевязкой левой дуги аорты.

Определение наличия aberrантной подключичной артерии.

Среди 85 пациентов у 6 детей по данным контрольных методов (интраоперационные и/или ангиографические данные) была выявлена aberrантная подключичная артерия, из них у 5 – левая aberrантная подключичная артерия, у 1 – правая. Наличие aberrантной подключичной артерии по результатам ЭХО-КГ было корректно определено у 2 пациентов (чувствительность 33%). Показатель диагностической точности ЭХО-КГ в ди-

агностике aberrантной подключичной артерии у детей с тетрадой Фалло составил 94,12% (AUC 66,03%). В определении aberrантной подключичной артерии КТ и МРТ сердца не показали ошибочных результатов (точность обоих методов 100%, AUC 1,00) и имели более высокую эффективность в сравнении с трансторакальной ЭХО-КГ (p 0,50).

У 5 пациентов с праволежащей дугой аорты и левой aberrантной подключичной артерией по данным КТ была выявлена компрессия трахеи, заподозрено неполное сосудистое кольцо, образованное артериальной связкой. Всем пациентам была проведена радикальная коррекция тетрады Фалло, интраоперационная верификация неполного сосудистого кольца с последующим пересечением артериальной связки.

Диагностика дополнительных источников легочного кровоснабжения (большие аорто-легочные коллатеральные артерии, бронхиальные артерии, ОАП).

У 28 пациентов интраоперационно был определен 41 источник дополнительного легочного кровоснабжения в виде больших аортолегочных коллатералей (БАЛКА) и бронхиальных артерий. ЭХО-КГ корректно опре-

дела 8 из них: точность метода 59,2% (AUC 64,3%), чувствительность и специфичность 19,5% и 95,5% соответственно. Основные сложности возникали в диагностике дополнительных источников легочного кровоснабжения небольшого диаметра (1-2 мм) и у детей с гипоплазированной системой ЛА в дифференцировке БАЛКА от ОАП в случае отхождения коллатерали от нисходящего отдела аорты.

Точность КТ сердца в выявлении БАЛКА у пациентов с тетрадой Фалло составила 98,8% (AUC 98,9%). МРТ сердца была проведена у 9 детей с наличием дополнительных источников легочного кровоснабжения: было получено 9 истинно положительных (ИП) результатов, 4 ложноотрицательных (ЛО) результата и 1 ложноположительный (ЛП) результат – диагностическая точность составила 86,1% (AUC 69,1%). При сравнении эффективности КТ сердца и трансторакальной ЭХО-КГ в выявлении дополнительных источников легочного кровоснабжения у пациентов с тетрадой Фалло была определена статистически значимая разница в показателях точности: КТ сердца показала себя более точной методикой ($p=0,001$). МРТ сердца в определении БАЛКА и бронхиальных артерий показала себя более эффективным инструментом в сравнении с ЭХО-КГ, однако статистической разницы в результатах получено не было ($p=0,27$).

У 5 пациентов наличие БАЛКА требовало проведения эмболизации до основного этапа хирургической коррекции тетрады Фалло.

В определении наличия ОАП все три метода: трансторакальная ЭХО-КГ, КТ-сердца и кардио-МРТ имели высокие показатели диагностической точности: 88,24%, 95,83%, 100% соответственно, без статистически значимой разницы в полученных результатах ($p>0,05$).

Оценка особенностей анатомии коронарных артерий (ход и распределение ветвей в выводном отделе ПЖ).

Среди 85 пациентов у 4 детей интраоперационно было выявлено пересечение ВОПЖ одной из коронарных артерий (у 3 – левая коронарная артерия, у 1 – правая коронарная артерия). 3 случая были корректно диагностированы при проведении КТ сердца (чувствительность метода составила 75%), 1 ЛО результат был получен у пациента в возрасте 1 месяца при проведении исследования с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией, ЧСС 132 уд/мин. При выполнении ЭХО-КГ корректная диагностика пересечения коронарной артерии ВОПЖ была у двух детей из

4 (чувствительность 50%). Точность ЭХО-КГ и КТ сердца в определении аномального хода коронарных артерий составила 97,61% (AUC 75%) и 98,6% (AUC 87,5%) соответственно. Кардио-МРТ была выполнена у 2 из 4 детей с наличием аномального хода коронарной артерии: в обоих случаях визуализация дистального хода коронарных артерий была затруднительна. Точность кардио-МРТ в определении анатомии коронарных артерий составила 91,67% (AUC 50%). При попарном сравнении диагностической точности, статистически значимой разницы между методиками в определении анатомии коронарных артерий получено не было ($p>0,05$).

У 1 ребенка с наличием пересечения ВОПЖ коронарной артерией по результатам проведенной КТ сердца было принято решение об установке клапанно-содержащего кондуита в ЛА.

Выявление сопутствующих аномалий легочных артерий (кроссинг и атрезия устья одной из ветвей ЛА).

У 14% детей из выборки имелись сочетанные аномалии ЛА: у 9 – кроссинг ЛА и у одного ребенка атрезия левой ЛА с дуктальным ее отхождением. Из 10 детей с аномалиями ЛА 9 были обследованы с помощью КТ сердца: ошибочных результатов получено не было (точность 100%, AUC 1,00). Трансторакальная ЭХО-КГ корректно определила аномалии ЛА у 6 пациентов из 10 (чувствительность 60%). По ЭХО-КГ было получено 3 ЛП и 4 ЛО результата, один из которых был клинически значимым и определен при проведении КТ сердца: атрезия устья левой ЛА (рис. 4). Все пациенты с ошибочными результатами по ЭХО-КГ имели выраженную гипоплазию ствола и ветвей ЛА ($z\ score > -2$). Точность метода составила 93% (AUC 68%). Кардио-МРТ была выполнена у 4 пациентов из 10 с аномалиями ЛА: по результатам МР-исследования был получен 1 ЛО результат у ребенка с резко выраженной гипоплазией системы ЛА, затрудняющей визуализацию пересечения ветвей ЛА. Точность МРТ сердца в определении аномалий ЛА у детей с тетрадой Фалло составила 97,2% (AUC 87,5%). КТ и МРТ показали себя более точными инструментами в определении сочетанных аномалий ЛА у детей с тетрадой Фалло в сравнении с трансторакальной ЭХО-КГ ($p=0,19$).

Диагностика аномалий венозного возврата (частичный аномальный дренаж легочных вен, добавочные верхние полые вены.)

У 12 детей по ангиографическим и/или интраоперационным данным была выявлена сопутствующая патология венозного возврата: у 2 пациентов частичный ано-

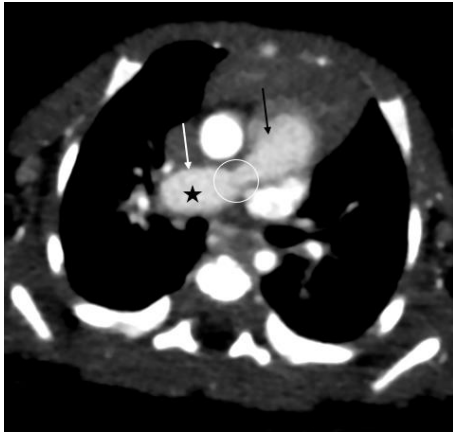


Рис. 4 а (Fig. 4 а)



Рис. 4 б (Fig. 4 б)



Рис. 4 в (Fig. 4 с)



Рис. 4 г (Fig. 4 д)

Рис. 4. КТ сердца в условиях медикаментозной седации, с болюсным контрастированием, без ЭКГ-синхронизации. Пациент А., 6 дней, тетрада Фалло.

а – Артериальная фаза, аксиальная плоскость. От легочного ствола (черная стрелка) отходит единственная правая легочная артерия (белая стрелка). В устье правой легочной артерии – участок локального стеноза (круг), дистальнее которого визуализируется постстенотическое аневризматическое расширение сосуда (звездочка).

б – Артериальная фаза, косо-сагиттальная плоскость. От нисходящей аорты (звездочка) отходит открытый артериальный проток (черная стрелка), продолжающийся в левую легочную артерию (белая стрелка).

в – Режим 3D-реконструкции, вид сбоку. Дуктальное отхождение левой легочной артерии (стрелка).

г – Режим 3D-реконструкции, вид сзади. Устьевой стеноз правой легочной артерии (круг). Постстенотическое аневризматическое расширение правой легочной артерии (звездочка).

Fig. 4. Cardiac CT (medical sedation), contrast enhancement, no ECG-gating. Patient A., 6 days, tetralogy of Fallot.

a – Arterial phase, axial plane. A single right pulmonary artery (white arrow) arises from the pulmonary trunk (black arrow). At the opening of the right pulmonary artery there is an area of local stenosis (circle), distally – a post-stenotic aneurysmal dilatation (asterisk).

b – Arterial phase, oblique plane. From the descending aorta (asterisk) a patent ductus arteriosus (black arrow) arises and continues to the left pulmonary artery (white arrow).

c – 3D reconstruction mode, side view. Ductal origin of the left pulmonary artery (arrow).

d – 3D reconstruction mode, posterior view. Stenosis of the right pulmonary artery (circle). Poststenotic aneurysmal dilatation of the right pulmonary artery (asterisk).

мальный дренаж легочных вен, у 10 – добавочные полые вены. Точность ЭХО-КГ и томографических методик в выявлении сопутствующих аномалий венозного возврата составила 94,12 (AUC 79,12%) и 100% (AUC 1,00) соответственно. По ЭХО-КГ было получено 5 ЛО результатов, один из которых был клинически значимым – пропуск частичного аномального дренажа легочных вен в верхнюю полую вену (ВПВ).

По результатам КТ и/или МРТ сердца хирургическая тактика ведения была изменена у 13 пациентов (15,3%).

Обсуждение.

Современные инструменты кардиовизуализации играют ключевое значение в постановке диагноза тетрада Фалло, в оценке рисков и возможности проведения радикальной коррекции порока. В условиях усовершенствования и высокой доступности инструментов визуализации вопрос целесообразности и безопасности использования того или иного диагностического метода на разных этапах ведения детей с ВПС остается актуальным.

Трансторакальная ЭХО-КГ является инициальным и высокоэффективным инструментом первичной диагностики сложных ВПС с гиповолемией малого круга кровообращения. Существует ряд работ, демонстрирующих широкие возможности трансторакальной ЭХО-КГ, как единственного и окончательного инструмента в предоперационном планировании коррекции сложных ВПС у детей [8, 10]. Однако относительно невысокое пространственное разрешение, зависимость от акустического окна создают объективные сложности в детальной оценке анатомии экстракардиальных структур и выявлении возможных сопутствующих клинически значимых аномалий при проведении ЭХО-КГ у детей с ВПС [9, 12].

Современные алгоритмы ведения детей с тетрадой Фалло включают в себя рутинное проведение трансторакальной ЭХО-КГ и, как правило, дальнейшее дообследование с помощью уточняющих кардиовизуализационных методик: КТ и/или МРТ сердца или прямой АГ [2]. С развитием возможностей неинвазивных методов визуализации сердца рутинное применение прямой ангиографии у детей с тетрадой Фалло является предметом дискуссий: высокая доза ионизирующего излучения, катетер-ассоциированные осложнения и инвазивность являются основными сдерживающими факторами использования методики в диагностических целях [17]. Широкое применение томографических методик обуславливает

изучение их возможностей в предоперационном планировании ВПС и в потенциальной замене прямой ангиографии.

В проведенном исследовании были определены возможности неинвазивных методов кардиовизуализации (ЭХО-КГ, КТ и МРТ сердца) в диагностике и первичном предоперационном планировании коррекции ТФ у детей. Полученные в ходе исследования результаты сопоставлялись с данными прямой ангиографии, интраоперационными данными и данными аутопсии (при наличии).

Точность трансторакальной ЭХО-КГ в постановке диагноза ТФ в нашем исследовании составила 100%, что коррелирует с результатами работ большинства коллег [5, 6, 9]. Снижение диагностической эффективности ЭХО-КГ в предоперационном планировании коррекции тетрады Фалло было в основном за счет низких показателей чувствительности в определении сопутствующих аномалий дуги аорты (праволежащая и двойная дуга), aberrантной подключичной артерии, аномалий легочных артерий и венозного возврата. Частота встречаемости aberrантной подключичной артерии у детей с тетрадой Фалло составляет 5-8% [5]. Сочетанная аномалия в виде праволежащей дуги аорты и aberrантной подключичной артерии при любом ВПС в ряде случаев сопровождается формированием неполного сосудистого кольца, также требующего хирургической коррекции [18, 19].

В проведенном нами исследовании диагностическая точность ЭХО-КГ в определении сопутствующих аномалий дуги аорты составила 82,3%, в определении aberrантной подключичной артерии – 94,12%. Снижение показателей диагностической точности было за счет относительно низкой чувствительности метода (33-37%): среди ЛО результатов было 5 – клинически значимых, требовавших изменения хирургической тактики ведения пациентов. Все сопутствующие аномалии дуги аорты и ее ветвей были корректно диагностированы при проведении КТ сердца (точность метода 100%): неполное сосудистое кольцо было заподозрено у детей с праволежащей дугой аорты и aberrантной левой подключичной артерией по косвенным признакам компрессии трахеи.

Другим важным критерием в предоперационном планировании коррекции тетрады Фалло у детей является определение функционирующего левостороннего ОАП в сочетании с праволежащей дугой аорты, требующего обязательного пересечения, для исключения риска развития сосудистого

кольца и повторной операции в дальнейшем [18]. В определении наличия ОАП все три диагностических метода имели высокие показатели точности: клинически значимые ошибочные результаты по ЭХО-КГ были связаны с трудностями в дифференцировке ОАП от БАЛКА у детей с выраженной гипоплазией системы ЛА. Возможности ЭХО-КГ в определении дополнительных источников легочного кровоснабжения (БАЛКА и бронхиальные артерии) у детей с тетрадой Фалло уступают КТ (пропуск 10 БАЛКА, потребовавших интраоперационного пересечения) [5]. В проведенном нами исследовании диагностическая эффективность ЭХО-КГ статистически значимо уступала КТ и МРТ сердца в определении БАЛКА и бронхиальных артерий ($p=0,001$).

Сопутствующие аномалии коронарных артерий при тетраде Фалло встречаются в 4-6% случаев (72% из них представлены пересечением одной из коронарной артерии (или ее ветвей) ВОПЖ) [18]. Ход коронарных артерий при тетраде Фалло является важным анатомическим параметром, определяющим тактику хирургической коррекции порока: пересечение коронарных артерий ВОПЖ представляет собой одну из причин сложностей выполнения адекватной вентрикулотомии и в ряде случаев является показанием для имплантации легочного кондуита [2]. С появлением УЗ-аппаратов экспертного класса диагностические возможности трансторакальной ЭХО-КГ в оценке коронарных артерий у детей возросли, однако чувствительность метода остается относительно невысокой. КТ сердца также имеет свои ограничения в определении дистального хода коронарных артерий у новорожденных и детей до года из-за высокой ЧСС и выраженности пульсационных артефактов [10, 14]. В нашем исследовании ЛО результат по КТ был получен у ребенка с высокой ЧСС, несмотря на проведение исследования с ретроспективной ЭКГ-синхронизацией.

К редким сочетанным патологиям при тетраде Фалло относится атрезия устья одной из ЛА с аномальным ее отхождением от ОАП или дуги аорты. Наличие аномального отхождения одной из ЛА усложняет и меняет хирургический подход к коррекции основного порока – тетрады Фалло [15]. ОАП, являясь единственным источником кровоснабжения легкого, требует проведения паллиативного этапа коррекции: транслюминальной баллонной ангиопластики с дальнейшей установкой стента. Радикальный этап коррекции ТФ у таких детей включает в себя реимплантацию аномально отходящей ЛА в легочный

ствол, либо формирование бифуркации ЛА с дальнейшей имплантацией в нее клапан-содержащего кондуита. Корректная оценка анатомии ЛА при таких аномалиях методом трансторакальной ЭХО-КГ, как правило, затруднена и комплексная интра- и экстракардиальная анатомия должна дополнительно оцениваться с помощью прямой ангиографии [17]. По полученным результатам в нашем исследовании точность ЭХО-КГ в определении сочетанных аномалий ЛА снижена по сравнению с томографическими методиками, диагностическая эффективность которых не уступает прямой АГ (диагностическая точность 100%).

В определении аномалий венозного возврата метод ЭХО-КГ также имел сниженные показатели чувствительности (60%) и в сравнении с КТ сердца сниженную точность (94% против 100%). У пациентов с гиповодемией МКК при проведении ЭХО-КГ существует тенденция к недооценке легочных вен и трудности в определении сопутствующих врожденных аномалий венозного возврата (частичный и тотальный аномальный дренаж легочных вен, дефект аорто-легочной перегородки, коронарно-легочная фистула), в ряде случаев требующих одномоментной с основным ВПС коррекции или паллиативного подхода [15, 17].

Заключение.

ЭХО-КГ остается первоочередным эффективным методом в диагностике тетрады Фалло у детей, но не может считаться окончательной предоперационной диагностической методикой, в виду ограничений в оценке сочетанных, хирургически важных, экстракардиальных аномалий.

КТ сердца является высокоэффективным методом в оценке клинически важных сопутствующих анатомических особенностей у пациентов с тетрадой Фалло и может быть окончательным инструментом в планировании хирургической коррекции порока.

МРТ сердца позволяет получить всю необходимую информацию для планирования хирургического лечения тетрады Фалло, однако длительность исследования и продолжительное пребывание пациентов в наркозе требуют строгого обоснования целесообразности применения МРТ при условии отсутствия у ребенка противопоказаний к введению рентгеноконтрастных препаратов и наличия технической возможности выполнения КТ сердца в клинике.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследова-

ния и конфликта интересов, о которых необ-

ходимо сообщить.

Список литературы:

1. Подзолков В.П., Шведунова В.Н. Врожденные пороки сердца. РМЖ. 2001; 10: 430.
2. Клинические рекомендации Министерства здравоохранения Российской Федерации «Тетрада Фалло», 2022.
3. Шаталов К.В., Джиджихия К.М. Влияние ротации трункуса на тип формируемого порока сердца. Часть 1. Отхождение аорты и легочной артерии от правого желудочка. Детские болезни сердца и сосудов. 2021; 4 (18): 168-175. DOI: 10.24022/1810-0686-2021-18-3-168-175
4. Smith CA, McCracken C, Thomas AS, Spector LG, St Louis JD, Oster ME, Moller JH, Kochilas L. Long-term Outcomes of Tetralogy of Fallot: A Study From the Pediatric Cardiac Care Consortium. JAMA Cardiol. 2019; 4 (1): 34-41. doi: 10.1001/jamacardio.2018.4255. PMID: 30566184; PMCID: PMC6439686.
5. Prabhu S, Kasturi S, Mehra S, Tiwari R, Joshi A, John C, Karl TR. The aortic arch in tetralogy of Fallot: types of branching and clinical implications. Cardiol Young. 2020; 30 (8): 1144-1150. doi: 10.1017/S1047951120001705. Epub 2020 Jun 23. PMID: 32638692.
6. Apostolopoulou SC, Manginas A, Kelekis NL, Noutsias M. Cardiovascular imaging approach in pre and postoperative tetralogy of Fallot. BMC Cardiovasc Disord. 2019; 19 (1): 7. doi: 10.1186/s12872-018-0996-9. PMID: 30616556; PMCID: PMC6323806.
7. Бокерия А. А., Подзолков В. П., Глянцев С. П., Кокушенев И. В., Логинова С. В.. История хирургии тетрады Фалло. Часть 1. описание и диагностика порока. подходы к оперативному лечению и начало разработки методов паллиативных операций. Детские болезни сердца и сосудов, 2005.
8. Zühlke L, Lawrenson J, Comititis G, De Decker R, Brooks A, Fourie B, Swanson L, Hugo-Hamman C. Congenital Heart Disease in Low- and Lower-Middle-Income Countries: Current Status and New Opportunities. Curr Cardiol Rep. 2019; 21 (12): 163. doi: 10.1007/s11886-019-1248-z. PMID: 31784844.
9. Shaaban M, Tantaawy S, Elkafrawy F, Haroun D, Romeih S, Elmozy W. Multi-detector computed tomography in the assessment of tetralogy of Fallot patients: is it a must? Egypt Heart J. 2020; 72 (1): 17. doi: 10.1186/s43044-020-00047-3. PMID: 32266511; PMCID: PMC7138870.

References:

1. Podzolkov V.P., Shvedunova V.N. Congenital heart defects. RMJ. 2001; 10: 430 (in Russian).
2. Clinical recommendations of the Ministry of Health of the Russian Federation "Tetralogy of Fallot", 2022 (in Russian).
3. Shatalov K.V., Dzhidzhikhia K.M. The influence of truncus rotation on the type of heart defect formed. Part 1. Origin of the aorta and pulmonary artery from the right ventricle. Children's heart and vascular diseases. 2021; 4 (18): 168-175. DOI: 10.24022/1810-0686-2021-18-3-168-175 (in Russian).
4. Smith CA, McCracken C, Thomas AS, Spector LG, St Louis JD, Oster ME, Moller JH, Kochilas L. Long-term Outcomes of

10. Sánchez Ramírez CJ, Pérez de Isla L. Tetralogy of Fallot: cardiac imaging evaluation. Ann Transl Med. 2020; 8 (15): 966. doi: 10.21037/atm.2020.02.18. PMID: 32953766; PMCID: PMC7475417.
11. Хасанова К.А., Терновой С.К., Абрамян М.А. Роль трансторакальной ЭХО-КТ, КТ и МРТ сердца в оценке легочных артерий у детей с тетрадой Фалло. REJR. 2023; 13 (3): 39-50. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-39-50.
12. Boechat MI, Ratib O, Williams PL, Gomes AS, Child JS, Allada V. Cardiac MR imaging and MR angiography for assessment of complex tetralogy of Fallot and pulmonary atresia. Radiographics. 2005; 25 (6): 1535-46. doi: 10.1148/rg.256045052. PMID: 16284133.
13. Hussain T, Mathur S, Peel SA, Valverde I, Bilka K, Henningsson M, Botnar RM, Simpson J, Greil GF. Coronary artery size and origin imaging in children: a comparative study of MRI and trans-thoracic echocardiography. BMC Med Imaging. 2015; 15: 48. doi: 10.1186/s12880-015-0095-7. PMID: 26502883; PMCID: PMC4623280.
14. Chan FP, Hanneman K. Computed tomography and magnetic resonance imaging in neonates with congenital cardiovascular disease. Semin Ultrasound CT MR. 2015; 36 (2): 146-60. doi: 10.1053/j.sult.2015.01.006. Epub 2015 Feb 3. PMID: 26001944.
15. Sheikh AM, Kazmi U, Syed NH. Variations of pulmonary arteries and other associated defects in Tetralogy of Fallot. Springerplus. 2014; 3: 467. doi: 10.1186/2193-1801-3-467. PMID: 25197621; PMCID: PMC4155051.
16. Кондрашин С.А., Гагарина Н.В. Комплексная лучевая диагностика коарктации аорты у взрослого пациента. REJR. 2013; 13 (1): 75-77.
17. Garg N, Walia R, Neyaz Z, Kumar S. Computed tomographic versus catheterization angiography in tetralogy of Fallot. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2015; 23 (2): 164-75. doi: 10.1177/0218492314538844. Epub 2014 Jun 9. PMID: 24912609.
18. Koppel CJ, Jongbloed MRM, Kiès P, Hazekamp MG, Mertens BJA, Schalij MJ, Vliegen HW. Coronary anomalies in tetralogy of Fallot - A meta-analysis. Int J Cardiol. 2020; 306: 78-85. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.02.037. Epub 2020 Feb 17. PMID: 32156463.

- Tetralogy of Fallot: A Study From the Pediatric Cardiac Care Consortium. JAMA Cardiol. 2019; 4 (1): 34-41. doi: 10.1001/jamacardio.2018.4255. PMID: 30566184; PMCID: PMC6439686.
5. Prabhu S, Kasturi S, Mehra S, Tiwari R, Joshi A, John C, Karl TR. The aortic arch in tetralogy of Fallot: types of branching and clinical implications. Cardiol Young. 2020; 30 (8): 1144-1150. doi: 10.1017/S1047951120001705. Epub 2020 Jun 23. PMID: 32638692.
6. Apostolopoulou SC, Manginas A, Kelekis NL, Noutsias M. Cardiovascular imaging approach in pre and postoperative tetralogy of Fallot. BMC Cardiovasc Disord. 2019; 19 (1): 7.

- doi: 10.1186/s12872-018-0996-9. PMID: 30616556; PMCID: PMC6323806.
7. Bockeria L. A., Podzolkov V. P., Glyantsev S. P., Kokshenev I. V., Loginova S. V.. *History of surgery for tetralogy of Fallot. Part 1. description and diagnosis of the defect. approaches to surgical treatment and the beginning of the development of methods of palliative operations. Children's heart and vascular diseases. 2005 (in Russian).*
8. Zühlke L, Lawrenson J, Comititis G, De Decker R, Brooks A, Fourie B, Swanson L, Hugo-Hamman C. *Congenital Heart Disease in Low- and Lower-Middle-Income Countries: Current Status and New Opportunities. Curr Cardiol Rep. 2019; 21 (12): 163. doi: 10.1007/s11886-019-1248-z. PMID: 31784844.*
9. Shaaban M, Tantawy S, Elkafrawy F, Haroun D, Romeih S, Elmozy W. *Multi-detector computed tomography in the assessment of tetralogy of Fallot patients: is it a must? Egypt Heart J. 2020; 72 (1): 17. doi: 10.1186/s43044-020-00047-3. PMID: 32266511; PMCID: PMC7138870.*
10. Sánchez Ramírez CJ, Pérez de Isla L. *Tetralogy of Fallot: cardiac imaging evaluation. Ann Transl Med. 2020; 8 (15): 966. doi: 10.21037/atm.2020.02.18. PMID: 32953766; PMCID: PMC7475417.*
11. Khasanova K.A., Ternovoy S.K., Abramyan M.A. *Trans-thoracic echocardiography, cardiac CT and MRI in pulmonary arteries assessment in children with tetralogy of fallot. REJR. 2023; 13 (3): 39-50. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-3-39-50 (in Russian).*
12. Boechat MI, Ratib O, Williams PL, Gomes AS, Child JS, Allada V. *Cardiac MR imaging and MR angiography for assessment of complex tetralogy of Fallot and pulmonary atresia. Radiographics. 2005; 25 (6): 1535-46. doi: 10.1148/rg.256045052. PMID: 16284133.*
13. Hussain T, Mathur S, Peel SA, Valverde I, Bilska K, Henningsson M, Botnar RM, Simpson J, Greil GF. *Coronary artery size and origin imaging in children: a comparative study of MRI and trans-thoracic echocardiography. BMC Med Imaging. 2015; 15: 48. doi: 10.1186/s12880-015-0095-7. PMID: 26502883; PMCID: PMC4623280.*
14. Chan FP, Hanneman K. *Computed tomography and magnetic resonance imaging in neonates with congenital cardiovascular disease. Semin Ultrasound CT MR. 2015; 36 (2): 146-60. doi: 10.1053/j.sult.2015.01.006. Epub 2015 Feb 3. PMID: 26001944.*
15. Sheikh AM, Kazmi U, Syed NH. *Variations of pulmonary arteries and other associated defects in Tetralogy of Fallot. Springerplus. 2014; 3: 467. doi: 10.1186/2193-1801-3-467. PMID: 25197621; PMCID: PMC4155051.*
16. Kondrashin S.A., Gagarina N.V. *Complex radiological diagnosis of aortic coarctation in an adult patient. REJR. 2013; 13 (1): 75-77 (in Russian).*
17. Garg N, Walia R, Neyaz Z, Kumar S. *Computed tomographic versus catheterization angiography in tetralogy of Fallot. Asian Cardiovasc Thorac Ann. 2015; 23 (2): 164-75. doi: 10.1177/0218492314538844. Epub 2014 Jun 9. PMID: 24912609.*
18. Koppel CJ, Jongbloed MRM, Kiès P, Hazekamp MG, Mertens BJA, Schalij MJ, Vliegen HW. *Coronary anomalies in tetralogy of Fallot - A meta-analysis. Int J Cardiol. 2020; 306: 78-85. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.02.037. Epub 2020 Feb 17. PMID: 32156463.*

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЕРЕСАЖЕННОЙ ПЕЧЕНИ ПО ДАННЫМ СЦИНТИГРАФИИ, РЕЗУЛЬТАТАМ ЛАБОРАТОРНЫХ И БИОПСИЙНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мигунова Е.В., Нефедова Г.А., Свищева П.О., Кудряшова Н.Е.,
Новрузбеков М.С., Клычникова Е.В., Синякова О.Г., Кислухина Е.В.

ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ». г. Москва, Россия.

Цель. Выявить соответствие данных сцинтиграфии ретикулоэндотелиальной системы (СРЭС) с ^{99m}Tc -технефитом результатам лабораторных и биопсийных исследований (БИ) у пациентов с пересаженной печенью.

Материалы и методы. Обследовано 75 пациентов после ортотопической трансплантации печени, которым выполняли сцинтиграфию ретикулоэндотелиальной системы (СРЭС), биопсию печени, клинический и биохимический анализ крови, коагулограмму, определяли уровень такролимуса.

Результаты и обсуждение. При сопоставлении с результатами биопсий установлена сильная взаимосвязь радионуклидных показателей с активностью гепатита по Knodell – процентного захвата левой долей печени – АД% ($r=-0,91$) и удельного захвата печени – УЗПвт ($r=0,75$). Степень острого клеточного отторжения (ОКО) по результатам биопсии продемонстрировала сильную прямую корреляцию с процентом захвата радиофармпрепарата (РФП) костным мозгом (КМ%, $r=0,82$) и селезенкой (С%, $r=0,78$). Обратная сильная корреляция отмечена между активностью ОКО и накоплением в печени от всего тела – Пвт%, $r=-0,75$. Из биохимических показателей со степенью выраженности воспаления в портальных трактах определена сильная прямая корреляция показателей общего билирубина за счет обеих фракций ($r=0,83$), что связано с повреждением гепатоцитов и нарушением оттока желчи. Обратная зависимость выявлена между интенсивностью воспаления в портальных трактах и количеством тромбоцитов в периферической крови ($r=0,73$); аналогичная корреляция выявлена и с количеством лимфоцитов ($r=-0,73$), вероятно, связанная с повышенным потреблением клеток крови эндотелием сосудов и токсическим воздействием на костный мозг проводимой терапии.

Выводы.

1. Разработаны информативные и достоверные ($p<0,05$) параметры объективной оценки функции клеток ретикулоэндотелиальной системы и выраженности портальной гипертензии после трансплантации органа, коррелирующие с данными биопсии печени: процентный захват левой долей печени (АД%), захват печенью от всего тела (Пвт%) и удельный захват печенью от всего тела (УЗПвт).

2. Высокая воспроизводимость радионуклидного метода позволяет рекомендовать его для объективной оценки функции печени и для динамического наблюдения за функциональным состоянием печени после трансплантации на фоне минимального и низкого индекса гистологической активности.

Ключевые слова: сцинтиграфия ретикулоэндотелиальной системы после пересадки печени, сравнение данных сцинтиграфии и биопсии пересаженной печени.

Контактный автор: Мигунова Е.В., e-mail: MigunovaEV@sklif.mos.ru

Для цитирования: Мигунова Е.В., Нефедова Г.А., Свищева П.О., Кудряшова Н.Е., Новрузбеков М.С., Клычникова Е.В., Синякова О.Г., Кислухина Е.В. Оценка состояния пересаженной печени по данным сцинтиграфии, результатам лабораторных и биопсийных исследований. REJR 2023; 13(4):69-77. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-69-77.

Статья получена: 16.10.23

Статья принята: 30.10.23

EVALUATING THE TRANSPLANTED LIVER'S CONDITION BASED ON SCINTIGRAPHY DATA, LABORATORY RESULTS AND BIOPSY STUDIES

Migunova E.V., Nefedova G.A., Svishcheva P.O., Kudryashova N.E.,
Novruzbeikov M.S., Klychnikova E.V., Sinyakova O.G., Kislukhina E.V.

Skifosovsky Research Institute for Emergency Medicine. Moscow, Russia.

Purpose. To identify the data compliance of scintigraphy of the reticuloendothelial system (SRES) with ^{99m}Tc -technetium to the results of laboratory and biopsy studies (BS) in patients with transplanted liver.

Materials and methods. A total of 75 patients were examined after orthotopic liver transplantation, who underwent scintigraphy of the reticuloendothelial system (SRES), liver biopsy, clinical and biochemical blood analysis, coagulogram, and the level of tacrolimus was determined.

Results and discussion. When compared with the results of the biopsy, a strong correlation was established between radionuclide indicators and the activity of hepatitis according to Knodell – the percentage capture of the left lobe of the liver – LL% ($r=-0.91$) and the specific capture of the liver – SLUwb ($r=-0.75$). The degree of acute cellular rejection (ACR) according to the results of biopsy demonstrated a strong direct correlation with the percentage of capture of radiopharmaceutical by bone marrow (BM%, $r=0.82$) and spleen (S%, $r=0.78$). An inverse strong correlation was noted between the activity of ACR and accumulation in the liver from the whole body – SLUwb%, $r=-0.75$. From the biochemical parameters with the degree of severity of inflammation in the portal tracts, a strong direct correlation of total bilirubin indicators due to both fractions ($r=0.83$) was determined, which is associated with damage to hepatocytes and disruption of bile outflow. An inverse relationship was found between the intensity of inflammation in the portal tracts and the number of platelets in peripheral blood ($r=0.73$); an analogous correlation was also found with the number of lymphocytes ($r=-0.73$), probably associated with increased consumption of blood cells by the vascular endothelium and toxic effects on the bone marrow of the therapy.

Conclusions.

1. Informative and reliable parameters ($p<0.05$) have been established for an objective evaluation of reticuloendothelial system cell function and the extent of portal hypertension post-organ transplantation. These parameters correlate with liver biopsy data and include the percentage capture of the left lobe of the liver (LL%), liver capture from the whole body (WB%), and specific liver capture from the whole body (SLUwb).

2. The high reproducibility of the radionuclide method enables us to recommend it for an objective evaluation of liver function and for dynamic monitoring of the liver's functional state after transplantation, especially in cases with minimal and low histological activity index.

Keywords: scintigraphy of the transplanted liver, reticuloendothelial system after liver transplantation, comparison of scintigraphy data and biopsy of the transplanted liver.

Corresponding author: Migunova E.V., e-mail: MigunovaEV@sklif.mos.ru

For citation: Migunova E.V., Nefedova G.A., Svishcheva P.O., Kudryashova N.E., Novruzbeikov M.S., Klychnikova E.V., Sinyakova O.G., Kislukhina E.V. Evaluating the transplanted liver's condition based on scintigraphy data, laboratory results and biopsy studies. REJR 2023; 13(4):69-77. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-69-77.

Received: 16.10.23

Accepted: 30.10.23

В настоящее время разработаны основные подходы к пересадке печени, меры по снижению степени ишемических и реперфузионных повреждений для сохранения функции пересаженного органа [1]. После пересадки внимание должно быть сосредоточено на профилактике и контроле развития отторжения и снижения токсического воздействия иммуносупрессивной терапии [2]. Проводимое лечение способствует достижению оптимальной функции трансплантата, способствующей длительной выживаемости реципиента и пересаженного органа. В настоящее время существует множество подходов к оценке степени дисфункции органа после пересадки. Как правило, это комплекс клинических, лабораторных и диагностических методов [3 - 9]. В большинстве клинических случаев для диагностики требуется тонкоигольная биопсия, которая позволяет получить наиболее достоверные данные. Однако, возможны ошибки из-за неоднородности полученного материала, поэтому большинство клиницистов предпочитают сочетать биопсийное исследование (БИ) с одним из неинвазивных методов [10, 11].

Радионуклидный метод доказал свою диагностическую значимость и высокую чувствительность при диагностике функциональных нарушений в терминальных стадиях хронических заболеваний, раннем выявлении и мониторинге нарушений функции ретикулоэндотелиальной системы (РЭС) после пересадки [12]. Однако нам встретилось мало работ, сопоставляющих данные сцинтиграфии РЭС с результатами лабораторно-инструментальных и биопсийных исследований [13, 14]. Несомненным достоинством радионуклидного метода является получение количественных параметров функции [12]. Ретикулоэндотелиальные клетки печени и экстрапеченочные макрофаги селезенки и костного мозга, которыми фагоцитируется радиофармпрепарат ^{99m}Tc -технефит, наиболее чувствительны к повреждающим факторам, поэтому сцинтиграфия при повторных исследованиях у больных после трансплантации способна выявить признаки портальной гипертензии и снижение функции РЭС пересаженного органа еще до появления структурных изменений.

Цель исследования.

Сопоставить результаты сцинтиграфии печени с радиофармпрепаратом ^{99m}Tc -технефит с результатами морфологического исследования биопсии печени после пересадки с учетом клинико-биохимического статуса пациента.

Материалы и методы.

Гепатолиенальная сцинтиграфия выполнена после ортотопической трансплантации печени 75 пациентам. Основным заболеванием, приведшим к терминальной печеночной недостаточности, был цирроз HCV-этиологии у 24 пациентов (32,0%), первичный билиарный цирроз у 12 (16,0%), цирроз в исходе аутоиммунного гепатита – у 6 (8,0%), по 5 пациентов (по 6,7%) с циррозом HBV-этиологии, с комбинацией HBV+HDV, гепатоцеллюлярным раком и первичным склерозирующим холангитом, по 4 пациента (по 5,3%) алиментарной природы и с комбинацией HCV+ГЦР, по 2 пациента (по 2,7%) с гемангиоэндотелиомами печени, фульминантной печеночной недостаточностью, и один пациент с болезнью Вильсона-Коновалова с исходом в цирроз (1,3%).

В зависимости от времени проведения сцинтиграфии пациенты были разделены на три группы. В 1 группу включено 43 пациента, обследованных в сроки от 2-х недель до 1 месяца после ОТП, во 2 группу – 16 пациентов в период от 1 до 6 месяцев, в 3 группу – 16 пациентов позднее 6 месяцев [15].

Сцинтиграфию печени пациентам выполняли после внутривенного введения 100-150 МБк ^{99m}Tc -технефита («Диамед», Россия, лучевая нагрузка – 0,94-1,41 мЗв) на однофотонном эмиссионном томографе Infinia II (GE, США) в статическом планарном режиме в передней, задней и двух боковых проекциях (300 с/кадр, матрица 128×128) и в режиме «все тело» в передней и задней проекциях со скоростью движения стола 30 см/мин. Сравнение сцинтиграфических показателей проводили с данными контрольной группы добровольцев без признаков системного заболевания, диффузного заболевания печени и системы крови (n=11): на статических кадрах отмечали накопление в РЭС печени с допустимым вкладом АД% (в норме 31,37% [29,55;33,23]), печени от «всего тела» Пвт% (51,82% [49,28;53,86]), вклад селезенки С% определяли на статических кадрах в задней проекции (в норме 10,58% [9,39;11,90]) и от «всего тела» Свт% (в норме 4,32% [3,88;5,35]), а захват костным мозгом КМ% – на уровне тел 3-х поясничных позвонков (в норме 6,36% [5,81;10,27]). Рассчитывали также соотношение площадей печени и селезенки – Пс/Сс. Для объективной оценки функции печени был разработан критерий удельного захвата печенью от всего тела УЗПвт (число импульсов в одном пикселе), не зависящий от размера органа, который в группе добровольцев составил 1,73 [1,54;1,80].

В ближайшие 2-3 дня после сцинтиграфии была выполнена тонкоигольная биопсия печени у 47 пациентов (62,7%) с последующим проведением морфологического исследования, которое включало оценку степени ОКО по Vanff-95 и ИГА по Knodell.

Всем пациентам выполняли общий (клинический) анализ крови на гематологическом анализаторе «ADVIA 2120i» («Siemens Healthcare Diagnostics Inc», США), биохимический анализ крови на биохимическом анализаторе «AU 2700» («Beckman Coulter», США) с применением реактивов той же фирмы. Исследования состояния системы гемостаза выполняли на автоматическом коагулометре «ACL TOP-700 (Instrumentation laboratory, США). У 18 пациентов (24,0%) определена концентрация такролимуса в образцах венозной крови при помощи иммунохимического анализатора Abbott Architect i2000SR методом хемилюминесцентного иммуноанализа на микрочастицах.

Проверка нормальности распределения исходных данных осуществлялась по критерию Шапиро-Уилка, оценка достоверности различия средних значений показателей сопоставляемых групп – по непарному критерию Стьюдента. Для оценки корреляционной зависимости между показателями вычислялся коэффициент корреляции Пирсона (r).

Результаты.

В 1 группу, обследованных в раннем периоде после ОТП – 1,00 [0,5;1,00] мес. – включено 43 пациента, возраст 46,0 [36,0;54,0] лет. По результатам сцинтиграфии ретикулоэндотелиальной системы (СРЭС) выявлены признаки выраженного снижения функции РЭС печени Пвт% с резким снижением удельного захвата печени (УЗПвт) по сравнению с контрольной группой (табл. №1), а также достоверные радиодиагностические признаки преобладания активности РЭС селезенки С%, Свт% и наличия признаков портальной гипертензии (р < 0,0001).

В клиническом анализе крови: количество эритроцитов – 3,12 [2,61;3,62] $\times 10^{12}/л$, уровень гемоглобина – 95 [85;111] г/л; лейкоцитов – 4,42 [3,46;6,90] $\times 10^9/л$, при этом уровень сегментоядерных нейтрофилов был повышен – 67,4% [56,3;74,7]; наличие низкодифференцированных клеток – 2,3 [1,4;3,10] $\times 10^9/л$, повышение СОЭ 17,5 [8,5;50,50] мм/ч. В коагулограмме уровень АЧТВ – 34,7 с [29,8;42,50], что было связано с проведением гепаринотерапии. Показатели ПТ, ФГ и антитромбина III достоверно не отличались от значений нормы. В биохимическом анализе крови выявляли повышение общего билиру-

бина (преимущественно за счет прямой фракции), АЛТ, АСТ, ГГТ, ЩФ, ЛДГ, что указывало на развитие цитолитического и холестатического синдромов. Концентрация такролимуса в день проведения радионуклидного исследования составляла 4,3 [4,1;7,9] нг/мл.

По данным морфологического исследования биоптата печени (МИБП) у 34 пациентов (79%) ИГА по Knodell составлял 3,0 [2,0;4,0] и сильно коррелировал с показателями ЛДГ и СОЭ (r=0,73 и r=-0,63 соответственно). Признаки острого клеточного отторжения лёгкой степени в данной группе были выявлены у одного пациента. В раннем периоде эпизоды отторжения встречаются в 10-30% случаев, но не оказывают значительного влияния на выживаемость трансплантата и пациента, что обусловлено современными методами лечения и успешной профилактикой острого отторжения [16].

Во 2 группу включено 16 пациентов, медиана возраста составила 50,5 [43,0;56,0] лет, СП выполнена в интервале – 3,00 [2,0;4,5] мес. На сцинтиграммах процентный захват левой долей печени (ЛД%) составлял – 28,04 [24,02;31,19], селезенкой (С%) – 25,0 [13,38; 31,6], костным мозгом (КМ%) – 7,39 [5,73;9,06]. В режиме «все тело» определяли захват печенью (Пвт%) – 49,91 [44,13;55,17] и селезенкой (Свт%) – 7,79 [4,70;14,15], а также удельный захват печенью (УЗПвт) – 0,71 [0,26;1,37]. При сравнении результатов РИ в 1 и 2 группах, во-первых, отмечали регресс сцинтиграфических признаков портальной гипертензии, что отражало снижение С%, Км%, Свт%, во-вторых, рост Пвт%, УЗПвт и снижение ЛД%. Наиболее демонстративно увеличение активности РЭС печени при сравнении показателя УЗПвт (табл. №1).

В клиническом анализе крови гемоглобин 115,0 [102,0;136,0] г/л, гематокрит 35,2% [30;39,7], умеренная лимфопения. В коагулограмме показатели существенно не отличались от нормы за исключением снижения антитромбина III 111,3% [41,0;125,5]. В биохимическом анализе наибольший разброс по показателям в группе выявлен по уровню билирубина (обеих фракций), АЛТ, АСТ, ГГТ и ЩФ, который отражал активность гепатита и выраженность цитолиза. Концентрация такролимуса в день проведения радионуклидного исследования составила 7,2 [6,8;7,6] нг/мл.

При сопоставлении сцинтиграфических показателей и результатов МИБП выявлена взаимосвязь со степенью ИГА. Обратная сильная корреляция прослеживалась между

Таблица №1. Распределение скintiграфических параметров у пациентов в различные сроки после пересадки печени и в контрольной группе (без признаков диффузных заболеваний печени).

показатель / группа	ЛД%	С%	КМ%	Пвт%	Свт%	Пс/Cs	УЗПвт
Контр. гр. (n=11)	31,37 [29,55;33,23]	10,58 [9,39;11,90]	6,36 [5,81;10,27]	51,82 [49,28;53,86]	4,32 [3,88;5,35]	3,56 [3,42;4,93]	1,73 [1,54;1,80]
1 группа (n=43)	31,0 [27,0;33,0]	25,0 [24,0;41,12]	9,31 [6,8;33,0]	39,30 [32,5;47,00]	12,99 [9,5;15,90]	1,34 [1,04;2,70]	0,29 [0,25;0,34]
2 группа (n=16)	28,04 [24,02;31,19]	25,0 [13,38;31,6]	7,39 [5,73;9,06]	49,91 [44,13;55,17]	7,79 [4,70;14,15]	2,10 [2,0;2,93]	0,71 [0,26;1,37]
3 группа (n=16)	31,59 [29,03;35,39]	28,42 [17,09;37,03]	8,9 [5,97;14,9]	42,29 [33,78;53,71]	10,7 [6,29;13,93]	1,85 [1,6;2,19]	0,86 [0,41;1,35]

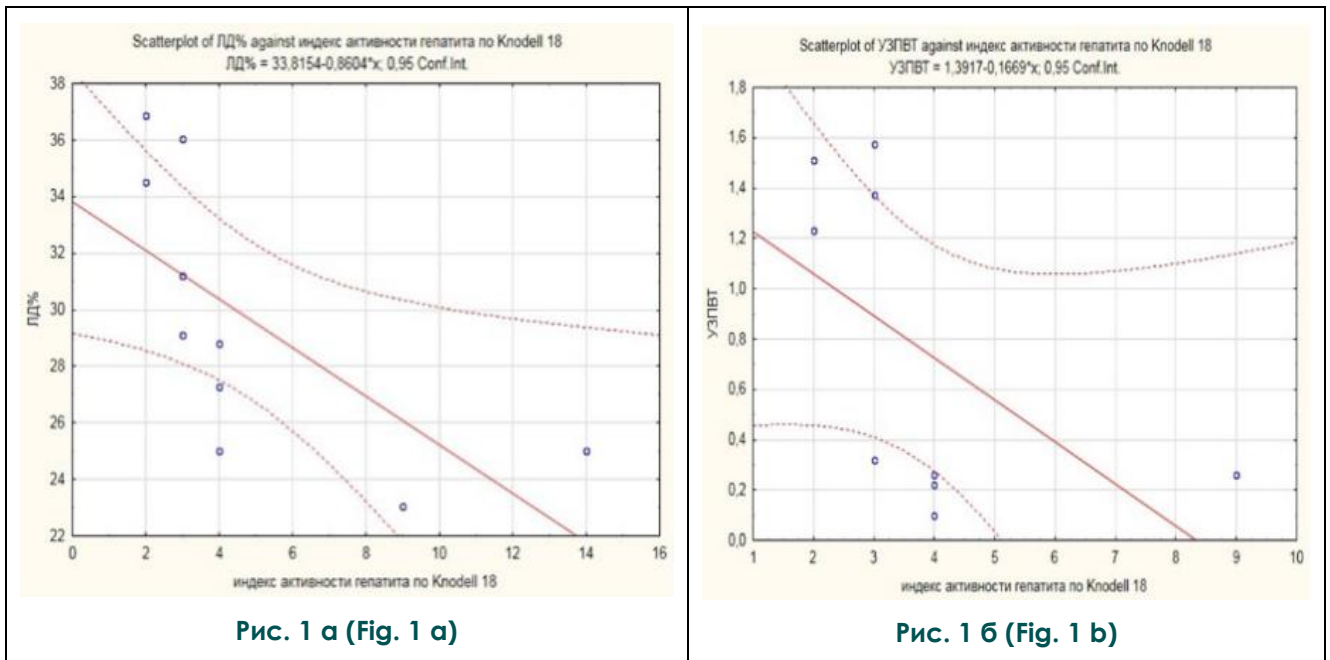


Рис. 1. Графики.
 а – Корреляции между значениями захвата радиофармпрепарата левой долей печени (ЛД%) и ИГА гепатита по Knodell; б – между значениями удельного захвата печенью от всего тела (УЗПвт) и ИГА по Knodell.

Fig. 1. Graphs.
 а – Correlations between the values of the radiopharmaceutical capture by the left lobe of the liver (LL%) and hepatitis IGA according to Knodell; б – between the values of specific capture by the liver from the whole body (SLUwb) and IGA according to Knodell.

показателями ИГА и ЛД% ($r = -0,91$) и несколько меньшая по силе обратная корреляция с УЗПвт ($r = -0,75$) (рис. 1).

На рис. 2 представлены скintiграммы печени в режиме ОФЭКТ и соответствующие скintiграфической картине данные морфологических изменений по результатам МИБП.

По результатам МИБП (исследовано 10

биоптатов), проведенного во 2 группе, выявлены признаки гепатита с низким ИГА, медиана его составляла 3,5 [3,0;4,0]. В 3-х случаях выявлены признаки лёгкой степени острог клеточного отторжения (ОКО), проявляющейся наличием мононуклеарной инфильтрации в большинстве портальных трактов и субэндотелиальной инфильтрацией большинства портальных вен.

Гистологически при минимальном и низком ИГА наблюдали немногочисленные ступенчатые некрозы, различной степени выраженности дистрофические изменения гепатоцитов, скудную и умеренно выраженную диффузную мононуклеарную воспалительную инфильтрацию менее чем в 1/3 портальных трактов (рис. 2 б). Степень острого клеточного отторжения (ОКО) по результатам биопсии продемонстрировала сильную прямую корреляцию с процентом захвата в костном мозге (Км%, $r = 0,82$) и селезенке (С%, $r = 0,78$). Обратная сильная корреляция отмечена между активностью отторжения и Пвт%, $r = -0,75$ (табл. №2).

воздействием на костный мозг проводимой терапии.

В 3 группе обследовано 16 пациентов в возрасте 46,0 [38,0;57,5] лет, в сроки – 15,00 [9,50;19,5] мес. от даты проведения ОТП. Концентрация такролимуса составила 6,9 [5,15;9,10] нг/мл.

При сопоставлении скинтиграфических данных отмечали повышение С%, КМ%, Свт%, увеличение АД% и дальнейший рост УЗПвт. При анализе взаимосвязи скинтиграфических показателей выявлена прямая сильная корреляция между концентрацией такролимуса в периферической крови и показателями морфологического исследования

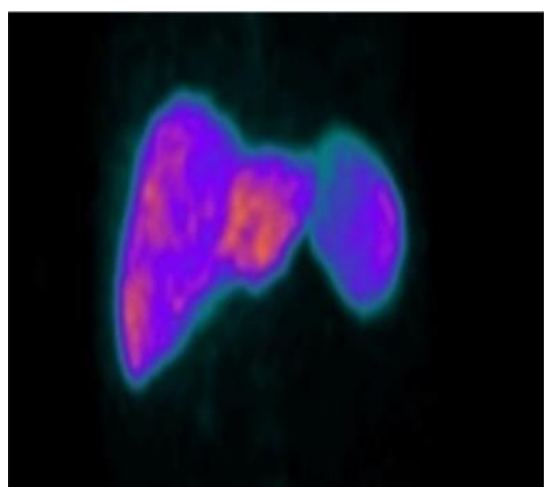


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

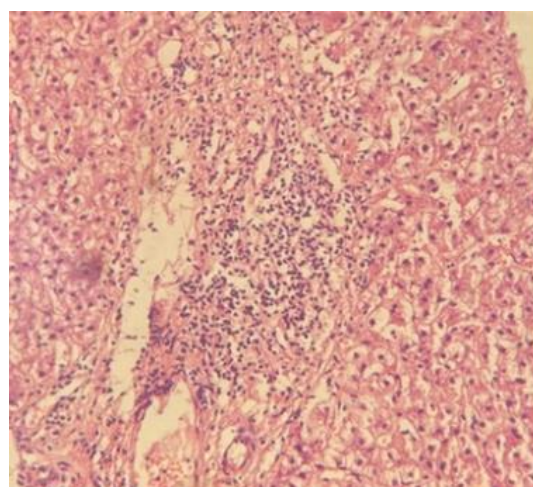


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. а – ОФЭКТ печени и селезенки; б – Микропрепарат.

а – печень и селезенка, представленная в проекции максимальной интенсивности пациента через 3 месяца после пересадки (АД% – 36,03, УЗПвт – 1,00).

б – неспецифический гепатит с умеренной активностью (на основании ИГА) – 3. Окраска гематоксилин-эозином $\times 200$.

Fig. 2. а – SPECT, liver and spleen; б – Microsection.

а – liver and spleen, presented in the projection of the maximum intensity of the patient 3 months after the transplant (LL% – 36.03, SLU_{wb} – 1.00).

б – Non-specific hepatitis with moderate activity (based on IGA) – 3. Hematoxylin–eosin staining $\times (200)$.

Из биохимических показателей со степенью проявления признаков портального воспаления определена сильная прямая корреляция показателей общего билирубина за счет обеих фракций ($r=0,83$), что связано с повреждением гепатоцитов и нарушением оттока желчи. Обратная зависимость выявлена между интенсивностью портального воспаления и количеством тромбоцитов в периферической крови ($r=0,73$), аналогичная корреляция и с количеством лимфоцитов ($r=-0,73$), вероятно, связанная с повышенным потреблением клеток крови и токсическим

(с признаками портального воспаления и повреждением вен, $r=0,95$), и меньшей силы с повреждением желчных протоков ($r=0,77$). Достоверную информативность отмечали по активности РЭС селезенки – С% ($r=0,9$) и Свт% ($r=0,86$) (рис. 3).

В клиническом анализе крови в этой группе сохранялась анемия (гемоглобин 104,0 [88,0;138,0] г/л, гематокрит 31,4% [26,8;42,8], умеренная тромбоцитопения со снижением распределения тромбоцитов по объему, увеличение СОЭ – 29,0 [18,0;63,0] мм/ч. В коагулограмме показатели суще-

Таблица №2. Выявленные корреляции параметров степени острого клеточного отторжения и индекса гистологической активности с данными сцинтиграфии во 2-ой группе (через 1-6 мес. после пересадки).

	ЛД%	С%	КМ%	Пвт%	УЗПвт
портальное воспаление 1-3	0,23	0,71	0,82	-0,76	-0,19
повреждение желчных протоков 1-3	0,26	0,62	0,52	-0,14	0,05
повреждение вен 1-3	0,21	0,69	0,85	-0,73	-0,22
активность отторжения 1-9 сумма	0,27	0,78	0,82	-0,71	-0,12
индекс гистологической активности по Knodell 18	-0,91	0,36	-0,20	0,08	-0,75

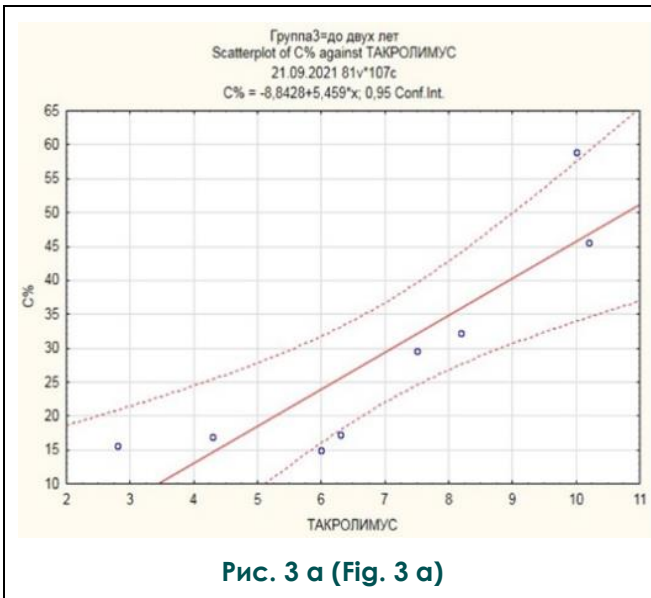


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

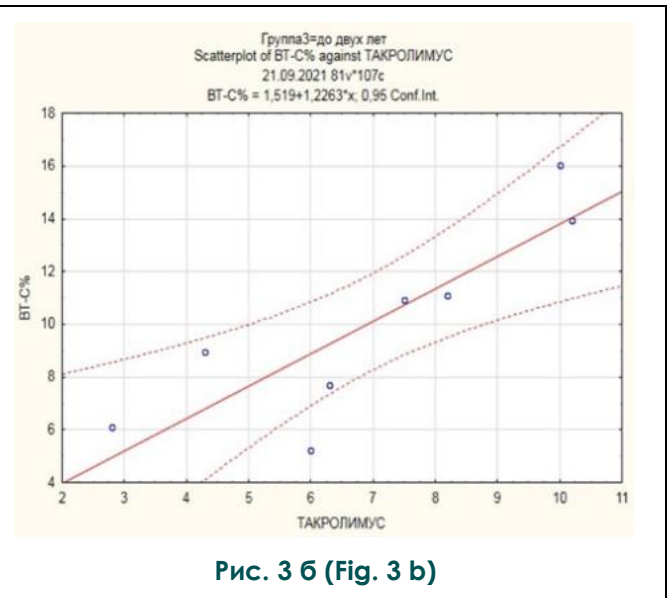


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Графики.

Корреляция между значениями захвата селезенкой (С%) и захвата селезенкой от всего тела (Свт) с концентрацией такролимуса (нг/мл) в крови.

Fig. 3. Graphs.

Correlation between the values of spleen capture (S%) and spleen capture from the whole body (Swb) with the concentration of tacrolimus (ng/ml) in the blood.

ственно не отличались от нормы за исключением повышения фибриногена (3,13 [2,72;4,17] г/л); антитромбин III в этой группе не определяли. В биохимическом анализе во всей группе отмечено повышение билирубина (обеих фракций), АЛТ, АСТ, ГГТ и ЩФ и повышение мочевины и креатинина (у 5 пациентов). Отмечались высокие показатели ГГТ 73,28 [40,60;276,88] Ед/л и ЩФ 145,11 [96,84;282,63] Ед/л, свидетельствующие о холестазе и повреждении гепатоцитов. В коагулограмме выявлены признаки, характер-

ные и связанные с наличием гепатита – повышение МНО, АЧТВ и снижение уровня антитромбина III, свидетельствующее о риске тромботических осложнений. У пациентов с признаками дисфункции трансплантата в поздние сроки отмечена прямая сильная корреляция с уровнем лимфоцитов и показателем АЛТ, свидетельствующими о повреждении печеночного трансплантата.

По результатам МИБП отмечали высокий ИГА 10,0 [3,00;13,00], а степень ОКО была лёгкой. По классификации выявленных

изменений, мононуклеарная инфильтрация локализована в большей части портальных трактов и субэндотелиально в большинстве портальных вен. При сопоставлении степени ОКО с показателями общего анализа крови, выявлен ряд сильных корреляций, в частности, с числом тромбоцитов ($r=-0,89$) и их характеристиками. Сильная обратная корреляция свидетельствовала об активном потреблении последних и снижении их продукции, связанном, возможно, с токсическим воздействием на костный мозг; а увеличение базофилов ($r=0,89$) указывало на хроническое воспаление.

Обсуждение.

Таким образом, исследование показало большие возможности сцинтиграфии при оценке функции трансплантата в раннем и отсроченном периодах после пересадки печени. При сопоставлении с результатами морфологического исследования биопсии печени была установлена сильная взаимосвязь радионуклидных показателей со степенью ОКО по показателям КМ%, ($r=0,82$) и С%, ($r=0,78$) и индекса гистологической активности по Knodell – АД% ($r=-0,91$) и УЗПвт ($r=-0,75$). Проведение сцинтиграфии позволяет получить достоверную и уникальную информацию ответа ретикулоэндотелиальной системы пациента до появления структурных изменений, включая пересаженную печень.

Список литературы:

1. Kim W.R., Lake J.R., Smith J.M., Schladt D.P., Skeans M.A., Noreen S.M., et al. OPTN/SRTR 2017 Annual Data Report: Liver. American Journal of Transplantation. 2019;19 (Suppl 2):184-283. DOI: 10.1111/ajt.15276
2. Sharma S., Gurakar A., Camci C., Jabbour N. Avoiding pitfalls: what an endoscopist should know in liver transplantation. Digestive Diseases and Sciences. 2009;54(7):1386-1402. DOI: 10.1007/s10620-008-0520-7
3. Singh A.K., Nachiappan A.C., Verma H.A., Uppot R.N., Blake M.A., Saini S., et al. Postoperative imaging in liver transplantation: what radiologists should know. Radiographics. 2010;30(2):339-351. DOI: 10.1148/rg.302095124
4. Beswick D.M., Miraglia R., Caruso S., Marrone G., Gruttadauria S., Zajko A.B., et al. The role of ultrasound and magnetic resonance cholangiopancreatography for the diagnosis of biliary stricture after liver transplantation. European Journal of Radiology. 2012;81(9):2089-2092. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.07.008
5. Хубутия М.Ш., Чжао А. В., Шадрин К. Б. Послеоперационные осложнения у реципиентов при трансплантации печени: современные представления о патогенезе и основных направлениях профилактики и лечения. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2009;11(2):60-66. DOI: 10.15825/1995-1191-2009-2-60-66
6. Шарифуллин Ф.А., Бармина Т.Г., Забавская О.А. Компьютерная и магнитно-резонансная томография в мо-

Выявленная взаимосвязь концентрации такролимуса и показателей активности ретикулоэндотелиальных клеток селезенки (С% и Свт%) позволяет контролировать выраженность иммуносупрессивного воздействия в период изменения лекарственных доз.

Выводы.

1. Разработаны информативные и достоверные ($p<0,05$) параметры объективной оценки функции клеток ретикулоэндотелиальной системы и выраженности портальной гипертензии после трансплантации органа, коррелирующие с данными биопсии печени: процентный захват левой долей печени (АД%), захват печенью от всего тела (Пвт%) и удельный захват печенью от всего тела (УЗПвт).

2. Высокая воспроизводимость радионуклидного метода позволяет рекомендовать его для объективной оценки функции печени и для динамического наблюдения за функциональным состоянием печени после трансплантации на фоне минимального и низкого индекса гистологической активности.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

- нитинге послеоперационных осложнений после трансплантации органов. Трансплантология. 2011;(4):30-36. DOI: 10.23873/2074-0506-2011-0-4-30-36
7. Turetschek K., Schima W., Stift A., Schober E., Dock W., Mostbeck G. [Diagnostic imaging after liver transplantation]. Radiologe. 1997;37(3):197-204. German. DOI: 10.1007/s001170050199
8. Гончар А.П., Гомболевский В.А., Елизаров А.Б., Кульберг Н.С., Кляиторный В.Г., Чернина В.Ю., и др. Сравнительный анализ плотности печени по данным КТ и низкодозной КТ органов грудной клетки. Медицинская визуализация. 2020;24(1):39-47. DOI:10.24835/1607-0763-2020-1-39-47
9. Kullberg J., Hedström A., Brandberg J., Strand R., Johansson L., Bergström G., et al. Automated analysis of liver fat, muscle and adipose tissue distribution from CT suitable for large-scale studies. Scientific Reports. 2017;7(1):10425. DOI: 10.1038/s41598-017-08925-8
10. Ratzü V., Charlotte F., Heurtier A., Gombert S., Giral P., Bruckert E., et al.; LIDO Study Group Sampling variability of liver biopsy in nonalcoholic fatty liver disease. Gastroenterology. 2005;128(7):1898-1906. DOI: 10.1053/j.gastro.2005.03.084
11. Groshar D., Slobodin G., Zuckerman E. Quantitation of Liver and Spleen Uptake of ^{99m}Tc-Phytate Colloid Using SPECT: Detection of Liver Cirrhosis. Journal of Nuclear Medi-

cine. 2002;43(3):312-317.

12. Мигунова Е.В., Хубутия М.Ш., Кудряшова Н.Е., Синакова О.Г., Бердников Г.А., Рей С.И., и др. Возможности радионуклидной диагностики при диффузных заболеваниях печени и портальной гипертензии. *Трансплантология*. 2019; 11(3):188-200. DOI: 10.23873/2074-0506-2019-11-3-188-200

13. Banerjee R., Pavlides M., Tunncliffe E.M., Piechnik S.K., Sarania N., Philips R., et al. Multiparametric magnetic resonance for the non-invasive diagnosis of liver disease. *Journal of Hepatology*. 2014;60(1):69-77. DOI: 10.1016/j.jhep.2013.09.002

14. Noureddin M., Lam J., Peterson M.R., Middleton M., Hamilton G., Le T.A., et al. Utility of magnetic resonance imaging

versus histology for quantifying changes in liver fat in nonalcoholic fatty liver disease trials. *Hepatology*. 2013;58(6):1930-1940. DOI: 10.1002/hep.26455

15. Charlton M., Levitsky J., Aql B., O'Grady J., Hemibach J., Rinella M., et al. International Liver Transplantation Society Consensus Statement on Immunosuppression in Liver Transplant Recipients. *Transplantation*. 2018;102(5):727-743. DOI: 10.1097/TP.0000000000002147

16. Levitsky J., Goldberg D., Smith A.R., Mansfield S.A., Gillespie B.W., Merion R.M., et al. Acute rejection increases risk of graft failure and death in recent liver transplant recipients. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2017;15(4):584-593.e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2016.07.035.

References:

1. Kim W.R., Lake J.R., Smith J.M., Schladt D.P., Skeans M.A., Noreen S.M., et al. OPTN/SRTR 2017 Annual Data Report: Liver. *American Journal of Transplantation*. 2019;19 (Suppl 2):184-283. DOI: 10.1111/ajt.15276

2. Sharma S., Gurakar A., Camci C., Jabbour N. Avoiding pitfalls: what an endoscopist should know in liver transplantation. *Digestive Diseases and Sciences*. 2009;54(7):1386-1402. DOI: 10.1007/s10620-008-0520-7

3. Singh A.K., Nachiappan A.C., Verma H.A., Uppot R.N., Blake M.A., Saini S., et al. Postoperative imaging in liver transplantation: what radiologists should know. *Radiographics*. 2010;30(2):339-351. DOI: 10.1148/rg.302095124

4. Beswick D.M., Miraglia R., Caruso S., Marrone G., Gruttaduria S., Zajko A.B., et al. The role of ultrasound and magnetic resonance cholangiopancreatography for the diagnosis of biliary stricture after liver transplantation. *European Journal of Radiology*. 2012;81(9):2089-2092. DOI: 10.1016/j.ejrad.2011.07.008

5. Khubutia M.S., Zhao A.V., Shadrin K.B. Postoperative complications in liver transplant recipients: modern considerations of pathogenesis and main areas of prophylaxis and treatment. *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2009;11(2):60-66. DOI: 10.15825/1995-1191-2009-2-60-66 (in Russian).

6. Sharifullin F.A., Barmina T.G., Zabavskaya O.A. Computer and magnetic resonance tomography in the monitoring of postoperative complications after organ transplantation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2011;(4):30-36. DOI: 10.23873/2074-0506-2011-0-4-30-36 (in Russian).

7. Turetschek K., Schima W., Stift A., Schober E., Dock W., Mostbeck G. Diagnostic imaging after liver transplantation. *Radiologe*. 1997;37(3):197-204. German. DOI: 10.1007/s001170050199

8. Gonchar A.P., Gombolevskij V.A., Elizarov A.B., Kulberg N.S., Klyashtorny V.G., Chernina V.Yu., et al. Liver density in routine and low-dose computed tomography: the effect of image noise on measurement accuracy. *Medical Visualization*. 2020;24(1):39-47. DOI:10.24835/1607-0763-2020-1-39-47 (in Russian).

9. Kullberg J., Hedström A., Brandberg J., Strand R., Johansson L., Bergström G., et al. Automated analysis of liver fat, muscle and adipose tissue distribution from CT suitable for large-scale studies. *Scientific Reports*. 2017;7(1):10425. DOI: 10.1038/s41598-017-08925-8.

10. Ratziu V., Charlotte F., Heurtier A., Gombert S., Giral P., Bruckert E., et al.; LIDO Study Group. Sampling variability of liver biopsy in nonalcoholic fatty liver disease. *Gastroenterology*. 2005;128(7):1898-1906. DOI: 10.1053/j.gastro.2005.03.084.

11. Groshar D., Slobodin G., Zuckerman E. Quantitation of Liver and Spleen Uptake of 99mTc-Phytate Colloid Using SPECT: Detection of Liver Cirrhosis. *Journal of Nuclear Medicine*. 2002;43(3):312-317.

12. Migunova E.V., Khubutiya M.S., Kudryashova N.E., Sinyakova O.G., Berdnikov G.A., Rey S.I., et al. The potential of radionuclide diagnostic imaging in diffuse liver disease and portal hypertension. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2019;11(3):188-200. DOI: 10.23873/2074-0506-2019-11-3-188-200 (in Russian).

13. Banerjee R., Pavlides M., Tunncliffe E.M., Piechnik S.K., Sarania N., Philips R., et al. Multiparametric magnetic resonance for the non-invasive diagnosis of liver disease. *Journal of Hepatology*. 2014;60(1):69-77. DOI: 10.1016/j.jhep.2013.09.002

14. Noureddin M., Lam J., Peterson M.R., Middleton M., Hamilton G., Le T.A., et al. Utility of magnetic resonance imaging versus histology for quantifying changes in liver fat in nonalcoholic fatty liver disease trials. *Hepatology*. 2013;58(6):1930-1940. DOI: 10.1002/hep.26455

15. Charlton M., Levitsky J., Aql B., O'Grady J., Hemibach J., Rinella M., et al. International Liver Transplantation Society Consensus Statement on Immunosuppression in Liver Transplant Recipients. *Transplantation*. 2018;102(5):727-743. DOI: 10.1097/TP.0000000000002147

16. Levitsky J., Goldberg D., Smith A.R., Mansfield S.A., Gillespie B.W., Merion R.M., et al. Acute rejection increases risk of graft failure and death in recent liver transplant recipients. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*. 2017;15(4):584-593.e2. DOI: 10.1016/j.cgh.2016.07.035.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЛОЩАДИ ВИСЦЕРАЛЬНОЙ И ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ И ХАРАКТЕРА ПОРАЖЕНИЯ ЛЕГКИХ ПО ДАННЫМ КТ У БОЛЬНЫХ ОЖИРЕНИЕМ, ПЕРЕНЕСШИХ COVID-АССОЦИИРОВАННУЮ ПНЕВМОНИЮ

Бучнева А.В., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Щекотуров И.О., Фомин В.В.

ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» МЗ РФ
(Сеченовский университет), г. Москва, Россия.

Цель исследования. Изучение взаимосвязи площади висцеральной и подкожной жировой ткани, измеренной с помощью мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), с характером и тяжестью поражения легких у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию в остром периоде и через 3 месяца после выписки из стационара.

Материалы и методы. В проспективное исследование включено 59 пациентов, перенесших COVID-19 (32 женщины, 27 мужчин), разделенных на две группы: 1 группа – 23 пациента с индексом массы тела (ИМТ) < 30 кг/м²; 2 группа – 36 пациентов с ИМТ > 30 кг/м². Всем пациентам выполнено стандартное обследование: антропометрия с измерением ИМТ, МСКТ легких с контрастированием легочных сосудов и органов брюшной полости для измерения площади висцеральной (ВЖТ) и подкожной жировой ткани (ПЖТ) на уровне позвонков L4-L5.

Результаты. В острый период COVID-19 клинические и рентгенологические проявления заболевания достоверно не отличались у пациентов обеих групп; через 12 недель у пациентов с ожирением достоверно чаще сохранялись одышка (p=0,001), общая слабость (p=0,05) и кашель (p=0,05), а по результатам МСКТ легких сохранялся паттерн «матовое стекло» (ОШ 6,5 [95% 2-21,7]) и появлялся тромбоз мелких ветвей легочной артерии (ОШ 4,2 [95% 1,1-17]). Увеличение площади ВЖТ ≥ 263,5 см² является прогностически неблагоприятным фактором сохранения паттерна «матовое стекло» через 12 недель после выписки из стационара. Показано, что площади ВЖТ ≥ 272 см² или ПЖТ ≥ 265 см² статистически достоверно связаны с выявлением тромбоза мелких ветвей по данным МСКТ с контрастированием у пациентов с ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию.

Заключение. Площади висцеральной и подкожной жировой ткани, определяемые с помощью МСКТ, являются прогностически значимыми величинами для оценки риска развития тромбозических осложнений и длительности (более 12 недель) сохраняющихся изменений в легочной ткани у пациентов после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии.

Ключевые слова: COVID-19, компьютерная томография, ожирение, индекс массы тела, висцеральная жировая ткань, подкожная жировая ткань.

Контактный автор: Бучнева А.В., e-mail: anna.v.buchneva@gmail.com

Для цитирования: Бучнева А.В., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Щекотуров И.О., Фомин В.В. Взаимосвязь площади висцеральной и подкожной жировой ткани и характера поражения легких по данным КТ у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию. REJR 2023; 13(4):78-91. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-78-91.

Статья получена: 15.02.23

Статья принята: 30.10.23

CORRELATION OF THE VISCERAL AND SUBCUTANEOUS FAT AREAS AND LUNG DAMAGE ACCORDING TO CT DATA IN OBESE PATIENTS AFTER COVID-19 ASSOCIATED PNEUMONIA

Buchneva A.V., Chichkova N.V., Serova N.S., Shchekoturov I.O., Fomin V.V.

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.

Purpose. To study the correlation of visceral and subcutaneous fat areas measured by multi-spiral computed tomography (MSCT) with the clinical characteristics and severity of lung damage in obese patients in the acute period and 3 months after COVID-associated pneumonia.

Materials and methods. We examined 59 patients (32 women, 27 men), which were divided into two groups: the 1st – 23 non-obese patients (BMI < 30 kg/m²); the 2nd – 36 obese patients (BMI > 30 kg/m²). All patients underwent a standard examination, anthropometry with BMI measurement, MSCT of the lungs with contrast enhancement of the pulmonary vessels and MSCT of the abdominal cavity for measurement of the visceral (VAT) and subcutaneous adipose tissue (SAT) at the level of the L4-L5 vertebrae.

Results. During the acute illness the condition of patients in both groups did not differ, but after 12 weeks patients with BMI > 30 kg/m² were associated with shortness of breath (p=0.001), general weakness (p=0.05), cough (p=0.05), more lung involvements in MSCT examination: ground-glass opacity (OR 6.5 [95% 2-21,7]) and lung perfusion abnormalities (OR 4,2 [95% 1,1-17]). VAT area ≥ 263,5 cm² is a predictably unfavorable factor for the ground glass opacity 12 weeks after discharge from the hospital. VAT area ≥ 272 cm² or SAT area ≥ 265 cm² are significantly associated with lung perfusion abnormalities according to the MSCT in obese patients after COVID-associated pneumonia.

During the acute period of COVID-19, the clinical and radiological disease manifestations did not differ significantly in patients of both groups; after 12 weeks, obese patients were significantly more likely to have dyspnea (p=0.001), general weakness (p=0.05) and cough (p=0.05), and according to the MSCT of the lungs, the “ground glass opacity” pattern persisted (OR 6 .5 [95% 2-21.7]) and thrombosis of small branches of the pulmonary artery appeared (OR 4.2 [95% 1.1-17]). An increase of VAT area ≥ 263.5 cm² is an unfavorable prognostic factor for the persistence of the "ground glass opacity" pattern 12 weeks after discharge from the hospital. It has been shown that areas of VAT ≥ 272 cm² or PVT ≥ 265 cm² are statistically significantly associated with the detection of small branch thromboembolism according to MSCT with contrast enhancement in obese patients who have had COVID-associated pneumonia.

Conclusions. The areas of visceral and subcutaneous adipose tissue determined by MSCT are prognostically significant values for assessing of thromboembolic complications and the duration (more than 12 weeks) of persistent changes in the lung parenchyma in patients after COVID-associated pneumonia.

Keywords: COVID-19, multispiral computed computed tomography, obesity, body mass index, visceral adipose tissue, subcutaneous adipose tissue.

Corresponding author: Beliaevskaia A.A., e-mail: a_beliaevskaia@list.ru.

For citation: Buchneva A.V., Chichkova N.V., Serova N.S., Shchekoturov I.O., Fomin V.V. Correlation of the visceral and subcutaneous fat areas and lung damage according to CT data in obese patients after COVID-19 associated pneumonia. REJR 2023; 13(4):78-91. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-78-91.

Received: 15.02.23

Accepted: 30.10.23

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) – это инфекционное заболевание, вызванное вирусом SARS-CoV-2 [1, 2]. По состоянию на январь 2023 года в мире зарегистрировано 668 665 275 случаев COVID-19, из которых 6 713 730 закончились летальным исходом, в то время как 639 969 029 пациентов (96%) выздоровели. По числу общих случаев заражения Российская Федерация занимает 10 место среди всех стран, по числу общей смертности наша страна находится на 4 позиции [3].

В то же время, по данным ВОЗ, и до начала пандемии COVID-19 высокая распространенность ожирения среди населения относилась к большому бремени системы здравоохранения [4]. По данным источников, от таких последствий избыточной массы тела, как сердечно-сосудистые и некоторые онкологические заболевания, а также сахарный диабет, умирало больше людей, чем от последствий аномально низкой массы тела [4, 5].

В большом количестве проведенных исследований результаты демонстрируют, что ожирение является предиктором тяжелого течения коронавирусной инфекции, сопряженного с наиболее частой госпитализацией пациентов в стационар, их пребыванием в отделении реанимации и интенсивной терапии (ОРИТ), применением аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ) [6, 7]. По данным источников, клетки висцеральной жировой ткани (ВЖТ) в сравнении с клетками подкожной жировой ткани (ПЖТ) экспрессируют больше ACE2 (ангиотензинпревращающего фермента 2), связываясь с которым SARS-CoV-2 проникает в ткани организма [8, 9]. В связи с этим возникает интерес не только к оценке индекса массы тела (ИМТ) как показателя, определяющего факт наличия ожирения, но и к определению площади и распределению жировой ткани в организме посредством антропометрических показателей – окружности талии (ОТ) или инструментальных методов – мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), позволяющих непосредственно оценить площадь ВЖТ и ПЖТ [10].

Malavazos AE с соавторами показал, что именно абдоминальное ожирение, определяемое по окружности талии, а не ИМТ, является прогностическим фактором с точки зрения определения тяжести поражения легочной ткани по данным рентгенологических методов исследования у пациентов с COVID-19, госпитализированных в стационар [11]. В

2020 году Petersen A с соавторами опубликовал результаты исследования, в котором было показано, что увеличение площади висцерального жира даже в 10 см² связано с повышением вероятности госпитализации пациента, страдающего COVID-19, в отделение интенсивной терапии в 1,37 раза; с последующим применением искусственной вентиляции легких – в 1,32 раза [12]. В соответствии с результатами другого исследования, включающего данные 150 пациентов, у пациентов, для лечения которых требовалась госпитализация в ОРИТ, площадь ВЖТ была достоверно выше в сравнении с пациентами, наблюдающимися в стационарных палатах [13]. Итальянские ученые также показали, что распределение жира, определяемое по данным МСКТ брюшной полости на уровне L2 позвонка, характеризующееся повышенным объемом ВЖТ и более низкими показателями ПЖТ, увеличивает риск госпитализации в ОРИТ по поводу COVID-19 независимо от ИМТ [14].

Цель исследования.

Изучение взаимосвязи площади ВЖТ и ПЖТ, измеренной с помощью метода МСКТ, с характером и тяжестью поражения легких у больных ожирением, перенесших COVID-ассоциированную пневмонию.

Материалы и методы.

В проспективное исследование включено 59 пациентов (32 женщины, 27 мужчин, в возрасте от 30 до 84 лет (медиана возраста 63,6±13 лет), госпитализированных в терапевтическое отделение Университетской Клинической Больницы №1 Сеченовского Университета через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии. Оценивали клинические особенности острого периода заболевания, а также динамику исходных показателей через 12 недель после выписки из стационара. Критериями включения в исследование являлись возраст пациентов больше 18 лет, перенесенная новая коронавирусная инфекция; ИМТ более 18,5 кг/м²; в исследование не включали пациентов, имеющих вторичное ожирение, беременных и кормящих женщин; пациентов, имеющих психические заболевания, алкоголизм, значимое снижение интеллекта. Всем больным было проведено антропометрическое исследование, определен ИМТ, на основании которого пациенты были распределены на группы. Первую группу составили 23 пациента с ИМТ < 30 кг/ м² (без ожирения); вторая группа была представлена 36 больными с различными степенями ожирения (ИМТ > 30 кг/ м²).

Всем пациентам выполнена МСКТ лег-

Таблица №1. Параметры КТ.

Напряжение на рентгеновской трубке	Сила тока на рентгеновской трубке	Толщина среза	Уровень исследования
120 кВ	50 мА	8 мм	Межпозвоночный диск L4-L5

ких с контрастированием легочных сосудов и нативное исследование органов брюшной полости с определением площади ВЖТ и ПЖТ [15].

Исследование было выполнено на мультиспиральном компьютерном томографе Canon Aquilon One 640 (Япония) в отделении лучевой диагностики. Параметры выполнения КТ представлены в таблице №1.

Исследование выполнялось со стандартными параметрами, предусмотренными фирмой-производителем. Сила тока на рентгеновской трубке в 50 мА позволяет получить изображения необходимого качества, требуемые только для обсчета объема жировой ткани.

Толщина среза в 8 мм, необходима для получения усредненных значений объема висцеральной жировой ткани, позволяющих получить воспроизводимые результаты при последующих контрольных исследованиях. За счет большой толщины среза получают данные, которые дают возможность частично нивелировать изменение объема жировой ткани вокруг перистальтирующих петель кишечника, которые могут быть на разных уровнях при проведении последующих исследований.

Полученные изображения обрабатывались на рабочей станции в программе «Fat measurement», с определением площади ВЖТ и ПЖТ на изображениях в аксиальной плоскости на уровне L4-L5 позвонков с коррекцией данных с учетом введенных антропометрических показателей пациента. В результате получали цветовое картирование изображений, (ВЖТ была окрашена в красный, а ПЖТ – в синий цвет) с данными о площади ВЖТ и ПЖТ.

Статистический анализ.

Для оценки полученных данных использовали программное обеспечение IBM SPSS Statistics 23 (IBM Corporation, США). Все результаты приведены с двусторонним уровнем значимости, порог статистической значимости был установлен на уровне значимости ($p < 0,05$).

Исходные демографические и клинические характеристики выражены в виде медианы и межквартильного размаха (при отклонении распределения от нормального). Медианы количественных показателей сравнивали с помощью U-критерия Манна-Уитни. Связи между группами пациентов по ИМТ, степени поражения легких по данным МСКТ были исследованы с помощью логистического регрессионного анализа; результаты выражены в виде отношения шансов (ОШ) и 95% доверительного интервала (ДИ). Анализ корреляционных взаимосвязей выполняли с определением коэффициента ранговой корреляции Спирмена (rs). Оценка диагностической значимости количественных переменных (площадей жировой ткани) для прогнозирования различных исходов была проведена с помощью ROC-анализа.

Результаты.

Более чем у половины больных – у 36 (61%) пациентов – диагностировано ожирение различной степени. Средний индекс массы тела составил 30,6 кг/м² [18,0 - 47,6 кг/м²]. Исследуемые группы были сопоставимы по основным демографическим показателям, а также по большинству сопутствующих заболеваний. Несколько чаще у больных ожирением диагностирована хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ). Выявлены достоверные отличия между группами больных по ВЖТ и ПЖТ (табл. №2).

Во время острой фазы COVID-ассоциированной пневмонии 51 пациент (86,4%) нуждался в получении респираторной поддержки. Следует отметить, что большинство из них – 32 (62,7%), составляли больные второй группы с различной степенью ожирения. При оценке динамики состояния через 12 недель после выписки из стационара у 14 больных (23,7%) сохранялась потребность в получении респираторной поддержки (малопоточная оксигенация), 12 (20,3%) из них имели разные степени ожирения.

Оценка клинической симптоматики в острый период пневмонии практически не

Таблица №2. Демографические показатели и частота сопутствующих заболеваний у больных исследуемых групп (n=59).

Показатели		Исследуемые группы		p*
		1 группа n=23 (39%)	2 группа n= 36 (61%)	
ИМТ		< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²	
Пол, n (%)	Женский	11 (18,6%)	21 (35,6%)	0,49
	Мужской	12 (20,3%)	15 (25,4%)	
Возраст, годы (M±SD)		64 ± 12,6	63 ± 13,4	0,88
Артериальная гипертензия, n (%)		19 (32,2%)	35 (59,3%)	0,051
Ишемическая болезнь сердца, n (%)		5 (8,5%)	3 (5,1%)	0,15
Хроническая сердечная недостаточность, n (%)		7 (11,9%)	6 (10,2%)	0,22
Нарушения ритма и проводимости сердца, n (%)		5 (8,5%)	12 (20,3%)	0,34
Бронхиальная астма, n (%)		3 (5,1%)	5 (8,5%)	0,93
Хроническая обструктивная болезнь легких, n (%)		5 (8,5%)	1 (1,7%)	0,02
Сахарный диабет 2 типа, n (%)		6 (10,2%)	8 (13,6%)	0,74
Хроническая болезнь почек, n (%)		3 (5,1%)	9 (15,3%)	0,27
Жировые депо	ВЖТ, см ² (M±SD)	239 ± 75,4	330,6 ± 102,5	0,011
	ПЖТ, см ² (M±SD)	231 ± 49,7	362,6 ± 117,5	0,002

n – количество больных;
* – Уровень значимости указан для U-критерия Манна-Уитни.

выявила достоверных отличий между группами больных. Через 12 недель пациенты с ожирением (2 группа) достоверно чаще жаловались на одышку ($p=0,001$), общую слабость ($p=0,05$) и кашель ($p=0,05$) в сравнении с пациентами, не страдающими ожирением (табл. №3).

У всех больных в остром периоде COVID-ассоциированной пневмонии по данным МСКТ легких было диагностировано поражение более 50% объема паренхимы легких, что соответствовало степени поражения

легких КТ-3 (33 больных – 55,9%) и КТ-4 (26 пациентов – 44,1%). Изменения были представлены описываемыми при данном заболевании рентгенологическими симптомами. Достоверных рентгенологических отличий поражения легких в остром периоде пневмонии между пациентами обеих групп выявлено не было, отмечена лишь тенденция к увеличению случаев тромбоэмболии мелких ветвей легочной артерии (ТЭЛА) у больных с ожирением (рис. 1, 2).

Всем пациентам, включенным в иссле-

Таблица №3. Сравнительная оценка основных клинических характеристик в острый период и через 12 недель после выписки из стационара у больных исследуемых групп (n=59).

Показатель	В острую фазу заболевания		p*	Через 12 недель		p*
	1 группа n=23 (39%)	2 группа n=36 (61%)		1 группа n=23 (39%)	1 группа n=36 (61%)	
ИМТ	< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²		< 30 кг/ м ²	≥ 30 кг/ м ²	
Одышка, n (%)	14 (23,7%)	30 (50,8%)	0,06	8 (13,6%)	28 (49,2%)	0,001
Общая слабость, n (%)	15 (25,4%)	28 (49,2%)	0,29	5 (8,5%)	17 (29,3%)	0,05
Кашель, n (%)	11 (18,6%)	28 (49,2%)	0,02	5 (8,5%)	17 (29,3%)	0,05
Миалгии, n (%)	8 (13,6%)	21 (35,6%)	0,08	2 (3,4%)	6 (10,2%)	0,39
Нарушения обоняния и вкуса, n (%)	13 (22%)	28 (49,2%)	0,09	10 (16,9%)	14 (23,7%)	0,73
Потребность в респираторной поддержке (малопоточная оксигенация), n (%)	19 (32,2%)	32 (54,2%)	0,5	3 (5,1%)	11 (18,6%)	0,13

n – количество больных;

* – Уровень значимости указан для критерия U-критерия Манна-Уитни.

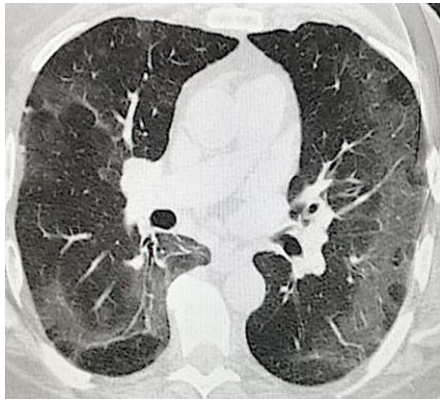


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

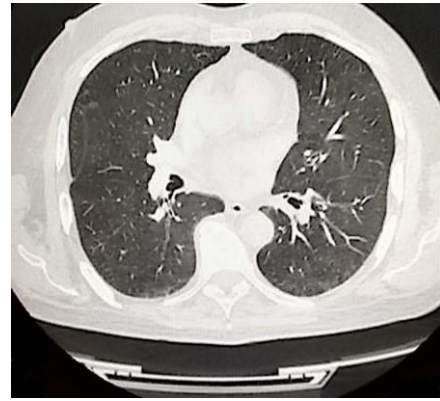


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки, аксиальная плоскость. Пациентка с нормальной массой тела (ИМТ 23,7 кг/м²).

а – Острый период заболевания. В обоих легких отмечаются обширные участки изменений по типу «матового стекла» и ретикулярные изменения.

б – Исследование через 12 недель. Отмечается появление мелких линейных участков фиброза и единичных участков снижения воздушности легочной паренхимы.

Fig. 1. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane. A patient with normal body weight (BMI 23.7 kg/m²).

a – Acute period of the disease. Extensive areas of ground-glass opacity and reticular pattern are determined in both lungs.

b – Examination after 12 weeks. Small linear areas of fibrous tissue, single areas of air space consolidation is determined.



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

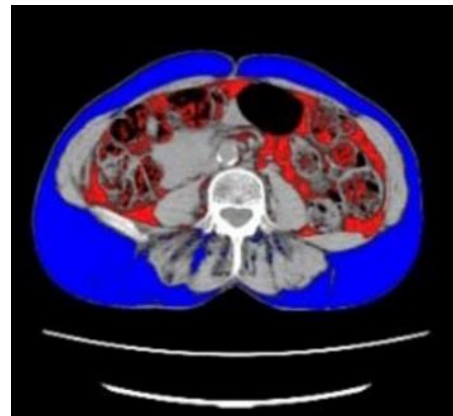


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. Мультиспиральная компьютерная томография органов брюшной полости, аксиальная плоскость на уровне позвонков L4–L5 до (а) и после (б) обработки в программе Fat measurement.

Пациентка с нормальной массой тела (ИМТ 23,7 кг/м²). Красным цветом выделена ВЖТ (67 см²), синим – ПЖТ (162 см²).

Fig. 2. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane at the level of vertebrae L4–L5 before (a) and after (b) using program Fat measurement.

The patient with normal body weight (BMI 23.7 kg/m²). The VAT (67 cm²) is highlighted in red, the SAT (162 cm²) is highlighted in blue.

дование, после выписки из стационара проводилась лекарственная терапия, включавшая в себя обязательное назначение антикоагулянтов, в соответствии с актуальными на момент госпитализации и выписки временными методическими рекомендациями по профилактике, диагностике и лечению новой коронавирусной инфекции (COVID-19) [16 - 19].

Вместе с тем, оценка результатов МСКТ легких, проведенная через 12 недель после выписки из стационара, выявила достоверные отличия между результатами у пациентов исследуемых групп. Так, по результатам МСКТ, у больных с ожирением в 6,5 раз чаще встречался симптом «матового стекла», а также в 4,2 раза чаще были выявлены признаки ТЭЛА мелких ветвей по данным МСКТ легких с контрастированием легочных сосудов (табл. №4). Известно, что в легких, как и в других органах, при COVID-19 развивается ангиопатия вследствие поражения эндотелия сосудов, что сопровождается активацией агрегации тромбоцитов с форми-

рованием тромбов, приводя к тромбозу легочных сосудов – «тромбоз in situ» [20]. Нарушения системной коагуляции при COVID-19 увеличивают частоту тромбоэмболических осложнений, в частности, тромбоэмболии ветвей легочной артерии. Таким образом, выявленные у больных ожирением через 12 недель признаки тромбоза, вероятнее всего, обусловлены сохраняющимися нарушениями процесса коагуляции у пациентов с новой коронавирусной инфекцией (рис. 3, 4).

Учитывая полученные данные о достоверном влиянии ИМТ на некоторые клинические характеристики у больных с COVID-ассоциированной пневмонией и поражением > 50% объема легочной ткани, осуществлено сравнение показателей ИМТ пациентов во время острой фазы заболевания и через 12 недель после выписки из стационара: согласно рассчитанному парному Т-критерию Стьюдента достоверно статистически значимой разницы не выявлено (p = 0,056), то есть масса тела пациентов во время острой фазы

Таблица №4. Оценка результатов МСКТ легких у пациентов исследуемых групп в острый период и через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии (n = 59).			
	1 группа n=23 (39%)	2 группа n=36 (61%)	ОШ (95% ДИ)
В острую фазу заболевания			
«Матовое стекло», n (%)	12 (20,3%)	20 (33,9%)	1,15 (0,4-3,3)
«Булыжная мостовая», n (%)	19 (32,2%)	22 (37,3%)	0,3 (0,9-1,18)
Ретикулярные изменения, n (%)	9 (15,3%)	16 (27,1%)	1,2 (0,43-3,6)
ТЭЛА мелких ветвей, n (%)	6 (10,2%)	16 (27,1%)	2,3 (0,7-7,1)
Через 12 недель после выписки из стационара			
«Матовое стекло», n (%)	10 (16,9%)	30 (50,8%)	6,5 (2-21,7)*
«Булыжная мостовая», n (%)	21 (35,6%)	32 (54,2%)	0,8 (0,1-4,5)
Ретикулярные изменения, n (%)	18 (30,5%)	24 (40,7%)	0,6 (0,2-1,9)
ТЭЛА мелких ветвей, n (%)	3 (5,1%)	14 (23,7%)	4,2 (1,1-17)*
* – Корреляционная связь статистически значима.			

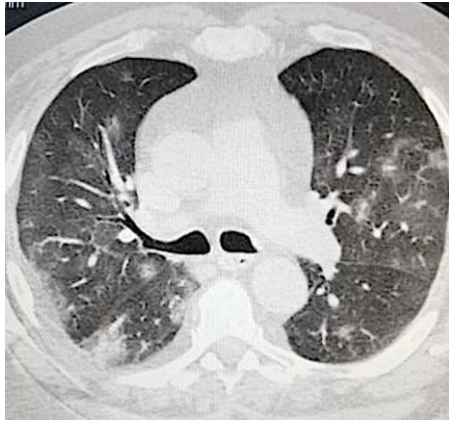


Рис. 3 а (Fig. 3 а)

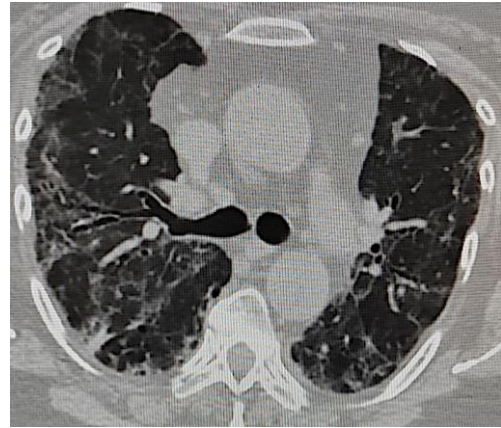


Рис. 3 б (Fig. 3 б)

Рис. 3. Мультиспиральная компьютерная томография органов грудной клетки, аксиальная плоскость. Пациентка с ожирением (ИМТ 36,6 кг/м²).

а – Острый период заболевания. Определяются обширные участки уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла», участки консолидации, ретикулярные изменения.

б – Исследование через 12 недель. Сохраняются выраженные ретикулярные изменения на фоне появления линейных участков фиброза с тракционными бронхоэктазами.

Fig. 3. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane. Obese patient (BMI 36.6 kg/m²).

a – Acute period of the disease. Extensive areas of ground-glass opacity, consolidation, reticular pattern are determined in both lungs.

b – Examination after 12 weeks. Significant reticular changes are preserved. Appearance of linear areas of fibrous tissue and traction bronchiectasis is determined.

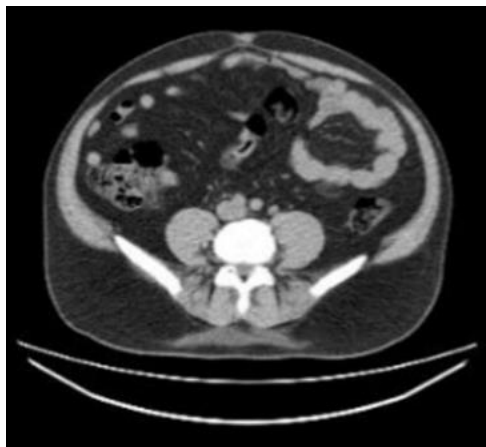


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

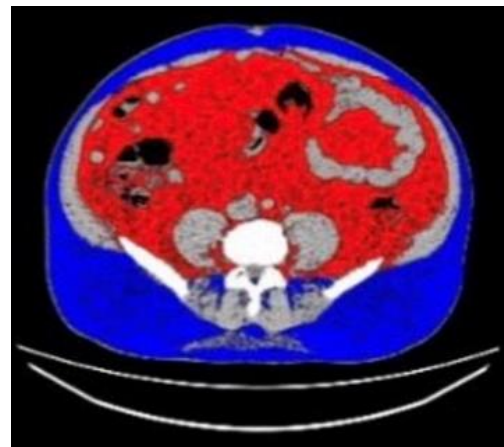


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

Рис. 4. Мультиспиральная компьютерная томография органов брюшной полости, аксиальная плоскость на уровне позвонков L4–L5 до (а) и после (б) обработки в программе Fat measurement.

Пациентка с ожирением (ИМТ 36,6 кг/м²). Красным цветом выделена ВЖТ (364 см²), синим – ПЖТ (288 см²).

Fig. 4. Multislice computed tomography, chest cavity, axial plane at the level of vertebrae L4–L5 before (a) and after (b) using program Fat measurement.

Obese patient (BMI 36,6 kg/m²). The VAT (367 cm²) is highlighted in red, the SAT (288 cm²) is highlighted in blue.

заболевания и через 12 недель практически не изменилась.

Известно, что важную роль поддержания процесса системного воспаления у больных ожирением играет ВЖТ, которая продуцирует основные провоспалительные цитокины – лептин, интерлейкин-6, фактор некроза опухоли альфа и др. [8, 9]. Возможно, наличие достоверно более значимых изменений при МСКТ легких у больных ожирением через 12 недель после выписки из стационара было обусловлено различным соотношением жировых депо у исследуемых пациентов. В связи с этим, проведена оценка возможной взаимосвязи между различными депо жировой ткани и изменениями легких, выявленными при МСКТ через 12 недель после перенесенной острой инфекции (табл. №5).

Так, полученные результаты подтвердили отчетливую взаимосвязь между площадью различных депо жировой ткани и рентгенологическими паттернами при проведении МСКТ легких. При высоких значениях площади ВЖТ достоверно чаще диагностировали симптом «матового стекла» ($p=0,021$). Вместе с тем, при проведении МСКТ легких с контрастированием обнаружена также связь между высокими показателями площади ВЖТ и ПЖТ и выявлением ТЭЛА мелких ветвей через 12 недель после болезни ($p < 0,05$) (рис. 5, 6).

На рисунке 5 представлены ROC-кривые, демонстрирующие зависимость сохраняющегося паттерна «матовое стекло» площадями ВЖТ и ПЖТ; площадь под кривой ВЖТ составила 0,76 (95% ДИ 0,58-0,94, $p=0,02$). Значение ВЖТ в точке cut-off составило 263,5см² (чувствительность – 80%, специфичность – 66,7%). При площади ВЖТ больше или равной данному значению увеличивался риск сохраняющегося через 12 недель по данным МСКТ легких паттерна «матовое стекло».

На рисунке 6 представлены ROC-кривые, демонстрирующие зависимость ТЭЛА мелких ветвей от площадей ВЖТ и ПЖТ. Площадь под кривой ВЖТ составляет 0,78 (95% ДИ 0,62-0,93, $p=0,006$); под кривой ПЖТ – 0,71 (95% ДИ 0,54-0,88, $p=0,041$). При площадях ВЖТ ≥ 272 см² (чувствительность – 85,7%, специфичность – 55%), ПЖТ ≥ 265 см² (чувствительность – 85,7%, специфичность – 50%) предполагается высокий риск развития ТЭЛА, наиболее вероятно, появляющейся на фоне нарушения коагуляции.

Таким образом, ожирение и особенности распределения жировой ткани влияют на клинические особенности, тяжесть характера поражения легочной ткани и вероятность развития тромбоэмболии легочной артерии спустя 12 недель после выписки из стационара по после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии.

Таблица №5. Оценка результатов МСКТ легких через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии в зависимости от распределения жировой ткани.

	«Матовое стекло» (1)	«Бульбозная мостовая» (2)	Ретикулярные изменения (3)	ТЭЛА мелких ветвей (4)	p*
ВЖТ (см ²)	327,5 ± 100,8	298,6 ± 99,4	300,8 ± 105	355,9 ± 92,4	p1 = 0,021 p2 = 0,67 p3 = 0,9 p4 = 0,006
ПЖТ (см ²)	328,4 ± 118,5	318,7 ± 114,4	326,3 ± 131,3	367,4 ± 110,5	p1 = 0,653 p2 = 0,67 p3 = 0,94 p4 = 0,041

* – Уровень значимости указан для критерия U-критерия Манна-Уитни.

Обсуждение.

Изучение влияния гетерогенности жировой ткани на течение COVID-19 в острой фазе заболевания и после выздоровления остается предметом исследований в настоящий момент. По оценкам большого количества работ висцеральное ожирение зачастую сопряжено с тяжелым течением COVID-19 и служит прогностическим фактором его неблагоприятных исходов.

Согласно результатам мета-анализа, опубликованного в 2020 году, содержащего данные 539 пациентов, показано, что пациенты с тяжелой формой COVID-19 имели более высокие значения ВЖТ и общую площадь жировой ткани [21]. Favre G. в своем исследовании показал, что достоверным прогностическим показателем тяжелого течения COVID-19 является площадь ВЖТ $\geq 128,5 \text{ см}^2$ [22]. В другом исследовании 2020 года, проведенном в Китае, показано, что висцеральное ожирение (ОШ: 2,47, $p = 0,040$) и высокая концентрация внутримышечного жира (ОШ: 11,90, $p < 0,001$) являются независимыми факторами риска развития критиче-

ских состояний (острый респираторный дистресс-синдром; септические состояния с развитием полиорганной недостаточности) [23]. Интересно отметить, что, по данным Beltrão FEL, само по себе ожирение (определяемое по ИМТ) достоверно чаще встречалось у пациентов с нетяжелым течением заболевания и не влияло на смертность, в то время как площадь ВЖТ $> 150 \text{ см}^2$ оказалась достоверно независимым фактором летального исхода [24].

В настоящий момент опубликовано небольшое количество работ, в которых оценивалась сопряженность ряда клинических показателей и тяжести поражения легких по результатам МСКТ органов грудной клетки. Nejazi ME с соавторами на примере когорты из 168 пациентов, находящихся по поводу COVID-19 в ОРИТ, показал, что наличие у большинства пациентов мультифокальных и двусторонних участков уплотнения легочной ткани по типу «матового стекла» в острый период заболевания достоверно коррелировало с тяжестью состояния по шкале SOFA при поступлении, а также с наличием сер-

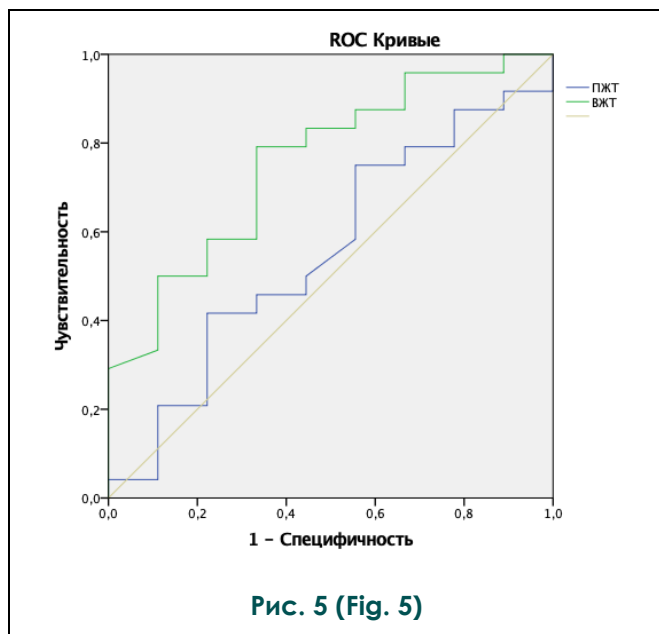


Рис. 5. ROC-кривые, демонстрирующие зависимость сохранения паттерна «матовое стекло» по данным МСКТ через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии от ВЖТ, ПЖТ.

Fig. 5. ROC curves demonstrate correlation between «ground-glass opacity» pattern in patients with COVID-19-associated pneumonia after 12 weeks with SAT and VAT.

ROC-кривые – ROC-curves, Чувствительность – Sensitivity, Специфичность – Specificity, ПЖТ – SAT, ВЖТ – VAT.

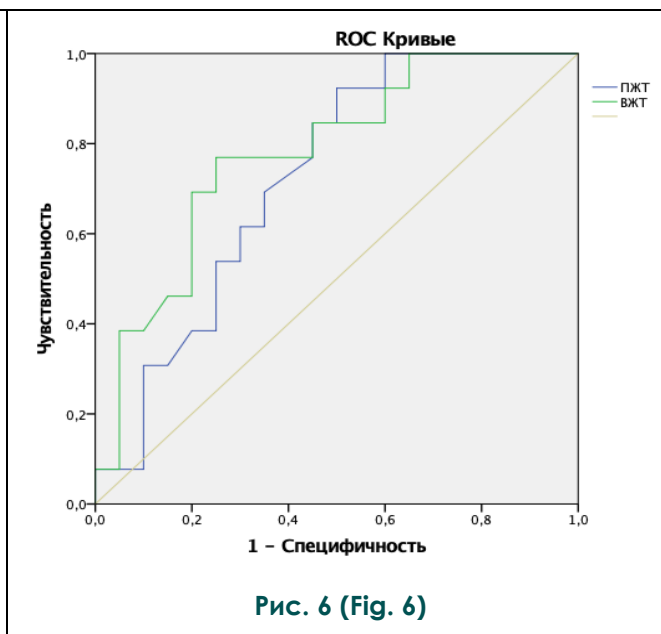


Рис. 6. ROC-кривые, демонстрирующие зависимость развития ТЭЛА мелких ветвей по данным МСКТ через 12 недель после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии от ВЖТ, ПЖТ.

Fig. 6. ROC-curves demonstrate correlation between pulmonary embolism of small branches according to MCT data 12 weeks after COVID-associated pneumonia with SAT and VAT.

ROC-кривые – ROC-curves, Чувствительность – Sensitivity, Специфичность – Specificity, ПЖТ – SAT, ВЖТ – VAT.

дечно-сосудистых заболеваний и ожирения [25].

В ряде исследований проводилась оценка специфических рентгенологических паттернов не только в острой фазе заболевания, но и через 3 месяца после выписки из стационара. Так, Tabatabaei SMH выявил, что исходная тяжесть заболевания (необходимость лечения пациента в ОРИТ, длительные сроки госпитализации, большие площади поражения легочной ткани по данным МСКТ), большое количество сопутствующих заболеваний, а также лейкоцитоз при поступлении и во время пребывания в лечебном учреждении обуславливают сохранение остаточных явлений COVID-ассоциированной пневмонии, прежде всего, в виде симптома «матовое стекло». В данном исследовании также пытались оценить влияние массы тела и оказалось, что средний ИМТ в группе пациентов с сохраняющимися признаками поражения легких по данным МСКТ органов грудной клетки был выше [26]. Учеными из Китая был проведен анализ изображений МСКТ легких спустя 5 месяцев после перенесенной коронавирусной инфекции у пациентов с разными ИМТ. Достоверно продемонстрировано влияние ИМТ на наличие паттерна «матовое стекло»: чем больше был ИМТ, тем больше легочной ткани сохранялось вовлеченной в патологические процессы. В этом исследовании также было изучено влияние жировых депо на регресс патологических изменений легочной ткани: показано, что ВЖТ достоверно снижает скорость этого процесса [27].

Результаты представленного исследования являются сходными с результатами многих представленных выше обзоров: в представленной нами работе было показано, что наличие ожирения является достоверным неблагоприятным прогностическим фактором восстановления после перенесенной

COVID-ассоциированной пневмонии.

Заключение.

Полученные результаты свидетельствуют о более длительном и тяжелом течении периода восстановления легочной ткани по данным МСКТ после COVID-ассоциированной пневмонии у больных ожирением.

Согласно результатам нашего исследования, площадь ВЖТ $\geq 263,5$ см² прогностически влияла на сохранение симптома «матовое стекло» через 12 недель после острой фазы COVID-ассоциированной пневмонии; площади ВЖТ ≥ 272 см² или ПЖТ ≥ 265 см² – на появление признаков ТЭЛА мелких ветвей.

Изучение процессов восстановления у больных ожирением после перенесенной COVID-ассоциированной пневмонии в течение более длительного периода времени является необходимым с точки зрения понимания патогенетических связей ожирения и поражения легких, а также для определения прогноза течения заболевания и рисков возможных осложнений.

Таким образом, проведение МСКТ с определением площади висцеральной и подкожной жировой ткани у пациентов с COVID-ассоциированной пневмонией играет крайне важную роль в диагностике и мониторинге заболевания как в острую, так и в отсроченную фазы, так как позволяет прогнозировать вероятность развития тяжелого течения и осложнений у пациентов с ожирением.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1) *Coronavirus disease 2019. Available at: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-serology> (accessed 31 December 2020)*
 2) Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., Беляева К.А. COVID-19: первые результаты лучевой диагностики в ответе на новый вызов. *REJR. 2020; 10 (1): 8-15. DOI:10.21569/2222-7415-2020-10-1-8-15.*
 3) *COVID-19 Coronavirus pandemic. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (accessed 10 January 2022)*
 4) Панова Е.И., Пиманкина М.С. Коронавирусная инфекция у пациента с ожирением (Обзор литературы). *Архивъ*

внутренней медицины. 2021; 11 (3): 209-216. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2021-11-3-209-216>
 5) *Obesity and overweight. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 9 June 2021)*
 6) Фурсов А.Б., Оспанов О.Б., Фурсов Р.А. Ожирение и COVID-19 — признаки конвергенции двух пандемий. Рекомендации по борьбе с ожирением, основанные на принципах «ROOTS». *Ожирение и метаболизм. 2021; 18 (4): 456-464. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12745>*
 7) Zhang X., Lewis A.M., Moley J.R., Brestoff J.R. A systematic review and meta-analysis of obesity and COVID-19 outcomes. *Sci Rep. 2021; 11: 7193.*

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86694-1>

8) Gammone MA, D'Orazio N. COVID-19 and Obesity: Overlapping of Two Pandemics. *Obes Facts*. 2021; 14 (6): 579-585. <https://doi.org/10.1159/000518386>

9) Saccon, T.D., Mousovich-Neto, F., Ludwig, R.G. et al. SARS-CoV-2 infects adipose tissue in a fat depot- and viral lineage-dependent manner. *Nat Commun*. 2022; 13: 5722. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33218-8>

10) Окорочков П.А., Васюкова О.В., Воронцов А.В. Методы оценки количества и распределения жировой ткани в организме и их клиническое значение. *Проблемы эндокринологии*. 2014; 60 (3): 53-58. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58>

11) Malavazos AE, Secchi F, Basilico S, Capitanio G, Boveri S, Milani V, et al. Abdominal obesity phenotype is associated with COVID-19 chest X-ray severity score better than BMI-based obesity. *Eat Weight Disord*. 2022; 27 (1): 345-359. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01173-w>

12) Petersen A, Bressen K, Albrecht J, Thieß HM, Vahldiek J, Hamm B, et al. The role of visceral adiposity in the severity of COVID-19: Highlights from a unicenter cross-sectional pilot study in Germany. *Metabolism*. 2020; 110: 154317. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154317>

13) Watanabe M, Caruso D, Tuccinardi D, Risi R, Zerunian M, Polici M, et al. Visceral fat shows the strongest association with the need of intensive care in patients with COVID-19. *Metabolism*. 2020; 111: 154319. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154319>

14) Battisti S, Pedone C, Napoli N, Russo E, Agnoletti V, Nigra SG, et al. Computed Tomography Highlights Increased Visceral Adiposity Associated With Critical Illness in COVID-19. *Diabetes Care*. 2020; 43 (10): e129-e130. <https://doi.org/10.2337/dc20-1333>

15) Гаспарян А.А., Чичкова Н.В., Серова Н.С., Капанадзе Л.Б., Фомин В.В. Взаимосвязь площади висцеральной и подкожной жировой ткани по данным мультиспиральной компьютерной томографии с клиническими характеристиками бронхиальной астмы у пациентов с избыточной массой тела и ожирением. *REJR* 2021; 11 (3): 120-131. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2021-11-3-120-131>

16) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 9 (26.10.2020). 53, 208 с.

17) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 10 (08.02.2021). 58, 59, 225,

226 с.

18) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 11 (07.05.2021). 52, 53, 54, 199, 200 с.

19) Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 12 (21.09.2021). 52, 53, 204, 205 с.

20) Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, Haberecker M, Andermatt R, Zinkernagel AS, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 395 (10234): 1417-1418. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30937-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30937-5)

21) Pranata R, Lim MA, Huang I, Yonas E, Henrina J, Vania R, et al. Visceral adiposity, subcutaneous adiposity, and severe coronavirus disease-2019 (COVID-19): systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021; 43: 163-168. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.04.001>

22) Favre G, Legueult K, Pradier C, Raffaelli C, Ichai C, Iannelli A, et al. Visceral fat is associated to the severity of COVID-19. *Metabolism*. 2021; 115: 154440. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154440>

23) Yang Y, Ding L, Zou X, Shen Y, Hu D, Hu X, et al. Visceral adiposity and high intramuscular fat deposition independently predict critical illness in patients with Sars-COV-2. *Obesity*. 2020; 28: 2040-2048. <https://doi.org/10.1002/oby.22971>

24) Beltrão FEL, Beltrão DCA, Carvalho G, Beltrão FNL, de Aquino IM, Brito TDS, et al. Low muscle mass and high visceral fat mass predict mortality in patients hospitalized with moderate-to-severe COVID-19: a prospective study. *Endocr Connect*. 2022; 11 (10): e220290. <https://doi.org/10.1530/EC-22-0290>

25) Hejazi ME, Malek Mahdavi A, Navarbaf Z, Tarzamni MK, Moradi R, Sadeghi A, et al. Relationship between chest CT scan findings with SOFA score, CRP, comorbidity, and mortality in ICU patients with COVID-19. *Int J Clin Pract*. 2021; 75: e14869. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14869>

26) Tabatabaei SMH, Rajebi H, Moghaddas F, Ghasemiadl M, Talari H. Chest CT in COVID-19 pneumonia: what are the findings in mid-term follow-up? *Emerg Radiol*. 27: 711-719. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01869-z>

27) Lu X, Cui Z, Ma X, Pan F, Yang L, Li L, et al. The association of obesity with the progression and outcome of COVID-19: the insight from an artificial-intelligence-based imaging quantitative analysis on computed tomography. *Diabetes Metab Res Rev*. 2022; 38 (4): e3519. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3519>

References:

1) Coronavirus disease 2019. Available at: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/question-and-answers-hub/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-serology> (accessed 31 December 2020) (in Russian)

2) Ternovoy S.K., Serova N.S., Belyaev A.S., Belyaeva K.A. COVID-19: first results of radiology in response to a new challenge. *REJR*. 2020; 10 (1): 8-15. DOI:10.21569/2222-7415-

2020-10-1-8-15 (in Russian).

3) COVID-19 Coronavirus pandemic. Available at: <https://www.worldometers.info/coronavirus/> (accessed 10 January 2022) (in Russian)

4) Obesity and overweight. Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/factsheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 9 June 2021) (in Russian)

- 5) Panova E.I., Pimankina M.S. Coronavirus Infection an Obese Patient (Literature Review). *The Russian Archives of Internal Medicine*. 2021; 11(3): 209-216. DOI: 10.20514/2226-6704-2021-11-3-209-216 (in Russian).
- 6) Fursov AB, Ospanov OB, Fursov RA. Obesity and COVID-19 – signs of convergence of two pandemics. *Guidelines to fight obesity based on the principles of «ROOTS». Obesity and metabolism*. 2021;18(4):456-464. doi: <https://doi.org/10.14341/omet12745>
- 7) Zhang X., Lewis A.M., Moley J.R., Brestoff J.R. A systematic review and meta-analysis of obesity and COVID-19 outcomes. *Sci Rep*. 2021; 11: 7193. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86694-1>
- 8) Gammone MA, D'Orazio N. COVID-19 and Obesity: Overlapping of Two Pandemics. *Obes Facts*. 2021; 14 (6): 579-585. <https://doi.org/10.1159/000518386>
- 9) Saccon, T.D., Mousovich-Neto, F., Ludwig, R.G. et al. SARS-CoV-2 infects adipose tissue in a fat depot- and viral lineage-dependent manner. *Nat Commun*. 2022; 13: 5722. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-33218-8>
- 10) Okorokov P.L., Vasyukova O.V., Vorontsov A.V. Methods for assessing of the amount and distribution of adipose tissue in the body and their clinical significance. *Problems of endocrinology*. 2014; 60 (3): 53-58. <https://doi.org/10.14341/probl201460353-58> (in Russian).
- 11) Malavazos AE, Secchi F, Basilico S, Capitanio G, Boveri S, Milani V, et al. Abdominal obesity phenotype is associated with COVID-19 chest X-ray severity score better than BMI-based obesity. *Eat Weight Disord*. 2022; 27 (1): 345-359. <https://doi.org/10.1007/s40519-021-01173-w>
- 12) Petersen A, Bresslem K, Albrecht J, Thieß HM, Vahldiek J, Hamm B, et al. The role of visceral adiposity in the severity of COVID-19: Highlights from a unicef cross-sectional pilot study in Germany. *Metabolism*. 2020; 110: 154317. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154317>
- 13) Watanabe M, Caruso D, Tuccinardi D, Risi R, Zerunian M, Polici M, et al. Visceral fat shows the strongest association with the need of intensive care in patients with COVID-19. *Metabolism*. 2020; 111: 154319. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154319>
- 14) Battisti S, Pedone C, Napoli N, Russo E, Agnoletti V, Nigra SG, et al. Computed Tomography Highlights Increased Visceral Adiposity Associated With Critical Illness in COVID-19. *Diabetes Care*. 2020; 43 (10): e129-e130. <https://doi.org/10.2337/dc20-1333>
- 15) Gasparyan A.A., Chichkova N.V., Serova N.S., Kapanadze L.B., Fomin V.V. Relationship of visceral and subcutaneous fat areas by multispiral computed tomography with the clinical characteristics of asthma in overweight and obese patients. *REJR*. 2021; 11 (3): 120-131. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-120-131 (in Russian).
- 16) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 9 (26.10.2020). 53, 208 p. (in Russian).
- 17) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 10 (08.02.2021). 58, 59, 225, 226 p. (in Russian).
- 18) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 11 (07.05.2021). 52, 53, 54, 199, 200 p. (in Russian).
- 19) Ministry of Health of the Russian Federation. Temporary methodological recommendations. Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19). Version 12 (21.09.2021). 52, 53, 204, 205 p. (in Russian).
- 20) Varga Z, Flammer AJ, Steiger P, Haberecker M, Andermatt R, Zinkernagel AS, et al. Endothelial cell infection and endotheliitis in COVID-19. *Lancet*. 2020; 395 (10234): 1417-1418. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30937-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30937-5)
- 21) Pranata R, Lim MA, Huang I, Yonas E, Henrina J, Vania R, et al. Visceral adiposity, subcutaneous adiposity, and severe coronavirus disease-2019 (COVID-19): systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021 43: 163-168. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.04.001>
- 22) Favre G, Legueult K, Pradier C, Raffaelli C, Iannelli A, et al. Visceral fat is associated to the severity of COVID-19. *Metabolism*. 2021; 115: 154440. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2020.154440>
- 23) Yang Y, Ding L, Zou X, Shen Y, Hu D, Hu X, et al. Visceral adiposity and high intramuscular fat deposition independently predict critical illness in patients with Sars-COV-2. *Obesity*. 2020; 28: 2040-2048. <https://doi.org/10.1002/oby.22971>
- 24) Beltrão FEL, Beltrão DCA, Carvalhal G, Beltrão FNL, de Aquino IM, Brito TDS, et al. Low muscle mass and high visceral fat mass predict mortality in patients hospitalized with moderate-to-severe COVID-19: a prospective study. *Endocr Connect*. 2022; 11 (10): e220290. <https://doi.org/10.1530/EC-22-0290>
- 25) Hejazi ME, Malek Mahdavi A, Navarbağ Z, Tarzamni MK, Moradi R, Sadeghi A, et al. Relationship between chest CT scan findings with SOFA score, CRP, comorbidity, and mortality in ICU patients with COVID-19. *Int J Clin Pract*. 2021; 75: e14869. <https://doi.org/10.1111/ijcp.14869>
- 26) Tabatabaei SMH, Rajebi H, Moghaddas F, Ghasemiadl M, Talari H. Chest CT in COVID-19 pneumonia: what are the findings in mid-term follow-up? *Emerg Radiol*. 27: 711-719. <https://doi.org/10.1007/s10140-020-01869-z>
- 27) Lu X, Cui Z, Ma X, Pan F, Yang L, Li L, et al. The association of obesity with the progression and outcome of COVID-19: the insight from an artificial-intelligence-based imaging quantitative analysis on computed tomography. *Diabetes Metab Res Rev*. 2022; 38 (4): e3519. <https://doi.org/10.1002/dmrr.3519>

МРТ ОЦЕНКА ФРАКЦИИ ЖИРА КОСТНОГО МОЗГА: MDIXON И MDIXON-QUANT

Терещенко Г.В., Кривенцова Н.А., Куприянов Д.А., Новичкова Г.А.

НМИЦ детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева. г. Москва, Россия.

Последовательности МРТ mDixon и mDixon-quant, основанные на химическом сдвиге, чувствительны к содержанию жира и воды в тканях. Если такая специальная последовательность с автоматическим подсчетом фракции жира (FF), как mDixon-quant, недоступна, возможно применение базовой и более общедоступной методики измерения FF по соотношению жира и воды на основе mDixon.

Цель исследования. Оценить сопоставимость и надежность распространенной программы МРТ, предназначенной для широкого практического использования (mDixon) и новой программы с расчетными картами фракции жира (mDixon-quant).

Материалы и методы. В исследование включено 100 пациентов в возрасте младше 18 лет с различными гематологическими заболеваниями: апластическая анемия (64%), хронические миелопролиферативные заболевания (36%). Исследование выполнялось в НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева на томографе Philips Achieva 3.0 Тл с применением последовательностей стандартной mDixon и mDixon-quant с расчетными картами фракции жира. Измерения FF производились в области подвздошных костей и поясничных позвонков.

Результаты. Статистически значимой разницы показатели FF измеренных по соотношению вода-жир на mDixon и на картах FF при mDixon-quant не получено. Помимо этого, оба метода показали сильную корреляцию между собой ($r > 0,996$, $p < 0,001$), высокую сходимость получаемых данных ($ICC > 0,996$).

Заключение. Значения фракции жира, полученные методами mDixon и mDixon-quant сопоставимы, и могут быть применены для оценки костного мозга у педиатрических пациентов с гематологическими заболеваниями.

Ключевые слова: фракция жира, магнитно-резонансная томография, педиатрия, гематология, клеточность.

Контактный автор: Кривенцова Н.А., e-mail: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

Для цитирования: Терещенко Г.В., Кривенцова Н.А., Куприянов Д.А., Новичкова Г.А. МРТ оценка фракции жира костного мозга: mDixon и mDixon-quant. REJR 2023; 13(4):92-100. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-92-100.

Статья получена: 07.07.23

Статья принята: 07.11.23

MRI OF BONE MARROW FAT FRACTION: DIXON VS DIXON-QUANT

Tereshchenko G.V., Kriventsova N.A., Kuprianov D.A., Novichkova G.A.

Dmitry Rogachev National Medical Research Center of Pediatric Hematology, Oncology and Immunology. Moscow, Russia.

Dixon MRI sequences based on chemical shift are highly sensitive to the fat and water content in the tissue. If special sequence as mDixon-quant is not available then it may be necessary to rely on a basic, and more generally available, method for FF measurement by fat-to-water ratio.

Purpose. To evaluate the comparability and reliability of the commonly used MRI program designed for wide practical use (mDixon) and the new program with fat fraction maps (mDixon-quant).

Materials and methods. The study included 100 patients under 18 years of age with aplastic anemia (64%) and chronic myeloproliferative disorders (36%). The study was carried out at the Dmit-

ry Rogachev haematology, oncology and immunology centre on the Philips Achieva 3.0 T using standard mDixon and mDixon-quant with FF maps. FF measured in the ilium and lumbar vertebrae.

Results. There was no statistically significant difference between FF by the water-to-fat ratio on mDixon and on mDixon-quant FF maps. In addition, both methods showed a strong correlation ($r > 0.996$, $p < 0.001$), high reliability ($ICC > 0.996$).

Conclusion. The mDixon and mDixon-quant fat fraction values are comparable and can be used to evaluate bone marrow in paediatric patients with haematological disorders.

Keywords: acute coronary syndrome, depression, fMRI.

Corresponding author: Kriventsova N.A., e-mail: nataliya.krivencova@fccho-moscow.ru

For citation: Tereshchenko G.V., Kriventsova N.A., Kuprianov D.A., Novichkova G.A. MRI of bone marrow fat fraction: Dixon vs Dixon-quant. REJR 2023; 13(4):92-100. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-92-100.

Received: 07.07.23

Accepted: 07.11.23

Для оценки состояния костного мозга используются многие последовательности, как такие рутинные, как T1-ВИ, диффузионно-взвешенные изображения, так и специализированные последовательности, такие как метод Диксон, спектроскопия [1]. Однако, наиболее эффективным по времени проведения исследования, пространственному разрешению и достоверности получаемых данных остается метод Диксона (mDixon и mDixon-quant), который на основании химического сдвига позволяет разделить воду и жир [2]. Помимо визуальной оценки мягких тканей с подавлением сигнала от жировой такни, метод позволяет оценить количественное соотношение жира и воды в любых структурах организма – фракцию жира (FF, англ. – fat fraction). FF активно применяется на протяжении последних лет для оценки стеатоза печени [3]. Помимо печени FF используется для оценки костного мозга (КМ) при болезни Гоше у взрослых [4], острого лимфобластного лейкоза у детей [5].

Применение МРТ в оценке костного мозга при диагностике гематологических заболеваний у детей позволит врачам-гематологам уменьшить количество инвазивных вмешательств для пациента до необходимого минимума. Метод МРТ оценки костного мозга у детей освящен в литературе скудно, не стандартизован, последовательности для использования не рекомендованы. Если такая специальная последовательность с автоматическим подсчетом фракции жира, как mDixon-quant, недоступна, возможно применение базовой и более общедоступной методики измерения FF по соотношению жира и воды на основе mDixon. Исследования

различных импульсных последовательностей (ИП) важны для внедрения МРТ костного мозга в рутинной практике.

В данной работе оценивается сопоставимость и надежность распространенной программы МРТ, предназначенной для широкого практического использования (mDixon) и новой программы с расчетными картами фракции жира (mDixon-quant) у детей с различными гематологическими заболеваниями.

Материалы и методы.

Пациенты и дизайн исследования.

В исследование вошли 100 пациентов от 1,5 до 18 лет (медиана возраста 11,7 лет) с гистологически подтверждённым гематологическим диагнозом, которые проходили лечение в ФГБУ «НМИЦ ДГОИ им. Дмитрия Рогачева» в период с января 2020 года по декабрь 2023 года. Соотношение между девочками и мальчиками (Д:М)=1:1,2 (45 девочек и 55 мальчик). Пациенты были разделены на две группы по основному диагнозу: пациенты с апластической анемией (64%), а также пациенты с хроническими миелопролиферативными заболеваниями (ХМПЗ) (36%). Все пациенты и/или их законные представители подписали письменное согласие на участие в исследовании.

МРТ протокол.

МРТ исследование проводилось на томографе Philips Achieva dStream 3T (Philips Healthcare, Best, the Netherlands) с использованием 32-канальной приемной брюшной катушкой FlexCoverage. МР-протокол включал изображения с использованием последовательностей mDixon и mDixon-quant, выполненные в коронарной плоскости с захватом костей таза и поясничного отдела позво-

ночника. Использованные ИП регистрировались с параметрами: 6 времен эхо (TE) – минимальное TE (TE1) = 1,2 мс, с интервалом (ΔTE) = 0,8 мс; угол опрокидывания (FA) – 3°, для минимизации эффекта влияния T1-взвешенности. Время сканирования: 1 мин 02 с – mDixon-quant, 48 с – mDixon.

Построение карт распределения фракции жира FFquant, полученных на основании последовательности mDixon-quant, осуществлялось автоматически на МРТ консоли с использованием 7 пиковой жировой модели, а также с учетом необходимых поправок на T2* и T1-взвешенность. Для вычисления соотношения вода/жир по методу mDixon зоны интереса помещались в идентичные места на изображение water (рис. 1 А) и fat (рис. 1 Б), а затем подсчитывались по формуле 1.

$$\text{Формула 1: Жир/вода} = \frac{\text{ИС жира}}{\text{ИС жира} + \text{ИС воды}}$$

Зоны интереса (ROI) для измерения фракции жира в костном мозге отмечались в телах подвздошных костей слева и справа (Ilium L, Ilium R), а также в области тел позвонков L4 и L5, избегая области сосудов, кортикального слоя кости, а также зоны возможных артефактов (рис. 1).

Статистический анализ.

Все непрерывные значения представлены как среднее ± стандартное отклонение. Критерий Шапиро-Уилка показал, что распределение значений FF, полученных при подсчете разными методами, имели нор-

мальный закон распределения. Для определения значимости различий между значениями, полученными различными методами (FFquant и FFdixon), был использован параметрический Т-критерий Стьюдента. Различия считались значимыми при значении $p < 0,01$, все р-значения были двусторонними.

Для определения корреляции между используемыми показателями применялся корреляционный анализ Пирсона. 95%-ные пределы согласия между двумя измерениями были получены с использованием анализа Блэнда-Альтмана.

Коэффициент внутриклассовой корреляции (ICC) использовался для оценки воспроизводимости (сходимости) результатов повторного измерения значений фракции жира через месяц после первого измерения. Значение ICC варьируется от 0 до 1, где 0,01-0,20 – низкое совпадение повторных измерений, 0,21-0,40 – удовлетворительная сходимость, 0,41-0,60 – умеренное согласование, 0,61-0,80 – хорошее согласование, 0,81-1 указывает на замечательное совпадение результатов измерений.

Для выполнения статистической обработки данных использовалась программа Jamovi 1.1.9.0.25 (the jamovi project (2021) (Version 1.6) [Computer Software], <https://www.jamovi.org>), Excel 2016 (Microsoft, США).

Результаты.

Значения FF, полученные методом mDixon-quant и mDixon, измерялись в группе пациентов с апластической анемией (рис. 2)

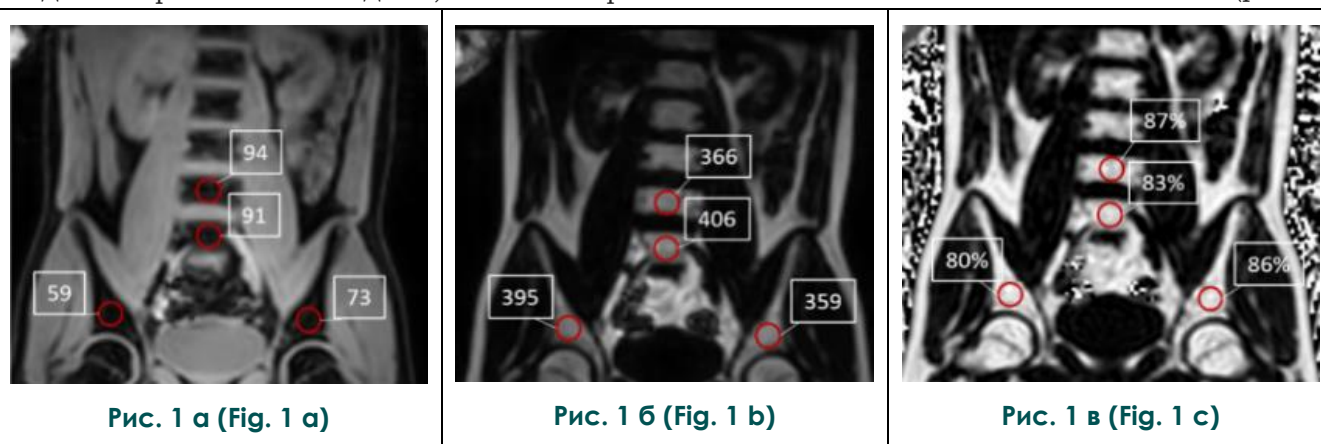


Рис. 1. Пример расположения регионов интереса (ROI) в области подвздошных костей и тел позвонков.

а – Интенсивность МР-сигнала на изображениях water mDixon, б – Интенсивность МР-сигнала на изображениях fat mDixon, в – фракция жира в % на картах FF mDixon-quant.

Fig. 1. An example of the location of regions of interest (ROI) in the iliac bones and vertebral bodies.

а – signal intensity on mDixon water images, б – signal intensity on mDixon fat images, в – fat fraction % on FF mDixon-quant maps.

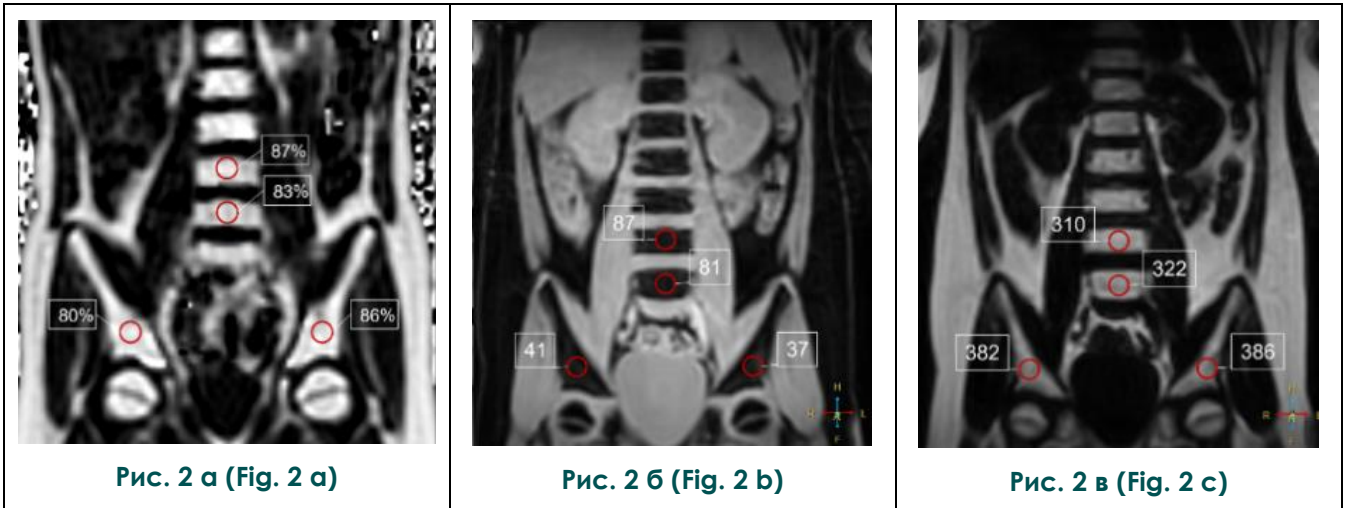


Рис. 2. Показатели костного мозга в различных регионах интереса у пациентов с апластической анемией.

а – значения фракции жира (FFquant) на mDixon-quant FF картах; б – интенсивность МР-сигнала на изображениях water mDixon, в – интенсивность МР-сигнала на изображениях fat mDixon.

Fig. 2. Bone marrow parameters in different ROI in a patient with aplastic anemia.

а – fat fraction (FFquant) on mDixon-quant fat fraction maps, б – signal intensity on mDixon water images, в – signal intensity on mDixon fat images.

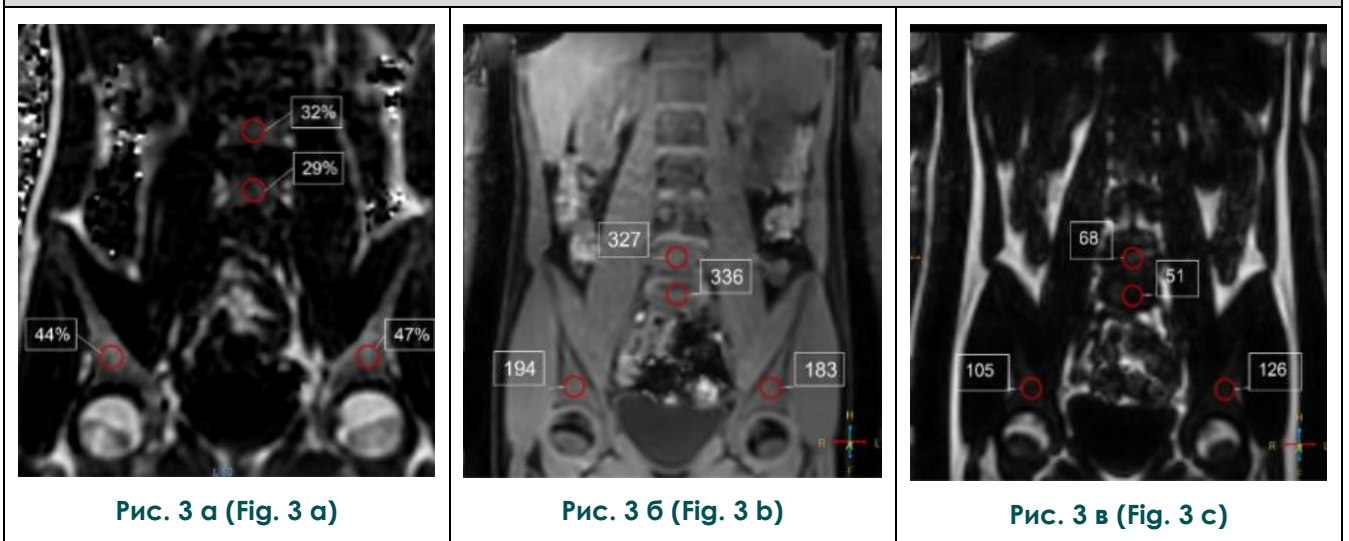


Рис. 3. Показатели костного мозга в различных регионах интереса у пациентов с хроническими миелопролиферативными заболеваниями.

а – значения фракции жира (FFquant) на mDixon-quant FF картах; б – интенсивность МР-сигнала на изображениях water mDixon, в – интенсивность МР-сигнала на изображениях fat mDixon.

Fig. 3. Bone marrow parameters in different ROI in a patient with chronic myeloproliferative disorders.

а – fat fraction (FFquant) on mDixon-quant fat fraction maps, б – signal intensity on mDixon water images, в – signal intensity on mDixon fat images.

и в группе пациентов с ХМПЗ (рис. 3) в идентичных костных структурах с использованием ROI одной площади.

В группе пациентов с апластической анемией средние значения фракции жира на FF mDixon-quant (FFquant) составили: 81,6%±9,66% в теле левой подвздошной кости, 81,8%±9,6% в теле правой подвздошной кости, 79,6%±9,23% в теле позвонка L4, 71,1%±12,7% в теле позвонка L5. Значения показателя вода/жир на ИП mDixon (FFdixon) – 80,1%±9,36%, 72,0%±14,0%, 73,6%±14,2%, 72,8%±14,5% в тех же костных структурах соответственно (рис. 4).

В группе пациентов с ХМПЗ средние значения фракции жира на FF mDixon-quant составили: 34,9%±15,2% в теле левой подвздошной кости, 35,2%±16,1% в теле правой подвздошной кости, 16,2%±11,4% в теле позвонка L4, 17,1%±10,6% в теле позвонка L5. Значения показателя вода/жир на ИП mDixon 35,0%±14,8%, 35,4%±15,6%, 19,0%±9,34%, 18,6%±9,61% в тех же костных структурах соответственно (рис. 5).

Полученные значения фракции жира, измеренные на картах mDixon-quant, и расчетные значения жир/вода попарно сравнивались для каждого ROI при помощи Т-критерия Стьюдента в группе пациентов с апластической анемией (рис. 4) и с ХМПЗ (рис. 5). Статистически значимых различий при сравнении показателей в одной и той же костной структуре (ROI) не выявлено (табл. №1).

Для каждой точки измерения был проверен корреляционный анализ показателей FF для всех пациентов. Для правой подвздошной кости коэффициент корреляции Пирсона составил 0,997, для левой подвздошной кости – 0,998, для тела позвонка L4 – 0,996, для тела позвонка L5 – 0,999, уровень значимости для всех точек составлял <0,001 (рис. 4).

При оценке соответствия FFdixon и FFquant были проанализированы данные 100 пациентов, по четыре точки измерения у каждого, итого 400 измерений. Согласно методу Бланд-Альтмана, смещение показателей

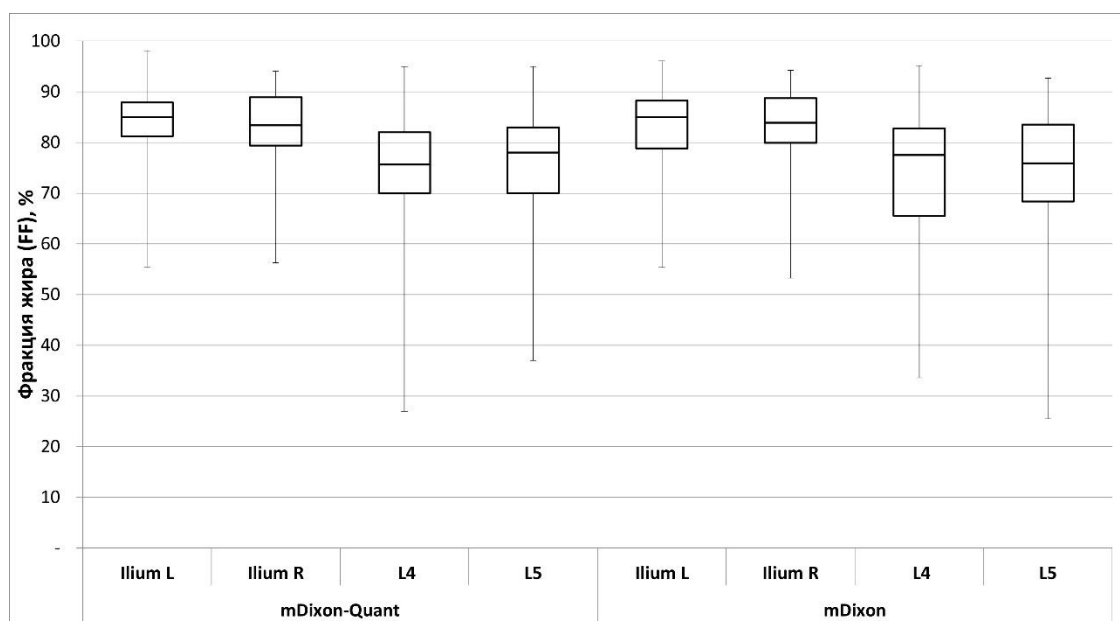


Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Диаграмма размаха значений фракции жира костного мозга (%) в различных ROI, измеренных на mDixon-quant FF картах и по формуле жир/вода на mDixon, в группе пациентов с апластической анемией.

(Ilium L – значения FF в левой подвздошной, Ilium R – значения FF в правой подвздошной, L4 – значения FF в 4 поясничном позвонке, L5 – значения FF в 5 поясничном позвонке).

Fig. 4. Box Plot of the bone marrow fat fraction (%) in different ROI on mDixon-quant FF maps and mDixon fat-to-water ratio in patients with aplastic anemia.

(Ilium L – FF values in the left iliac bone, Ilium R – FF values in the right iliac bone, L4 – FF values in the 4 lumbar, L5 - FF values in the 5 lumbar vertebra).

фракции жира между двумя методами составили 0,587, границы предела соответствия – от -4,685 до 5,858 (рис. 5).

Наибольшие расхождения между двумя методами встречаются в пограничных областях значений – вблизи 0% и приближаясь к 100%. FF, получаемые по методике mDixon, в области близкой к нулю завышает получаемые значения, в то время как в областях близких к 100% метод в несколько занижает получаемый результат. Однако среднее смещение параметров составляет около 0,6%, что говорит о высоком соответствии двух методик измерения фракции жира.

Помимо этого, для выявления сопоставимости полученных данных был подсчитан ICC, за «золотой стандарт» был выбран метод mDixon-quant, отдельно для подвздошных костей и позвонков, который составил 0,996 и 0,994 соответственно, что говорит о высокой сходимости измерений при различных методах измерения ФЖ костного мозга.

Обсуждение.

Полученные нами показатели фракции

жира костного мозга совпадают с данными, опубликованными другой исследовательской группой, изучавшей взрослых пациентов с апластической анемией и миелопролиферативными заболеваниями [6].

В данной работе получены значения фракции жира костного мозга при помощи методов Диксона: mDixon-quant и mDixon. Наиболее важно обращать внимание на количество времен эхо (TE) и угол опрокидывания в данных последовательностях. Исследования печени и мышц показали, что наиболее эффективными являются последовательности Диксон с шестью и более временами эхо, а не последовательности с 2TE и 3TE [7]. Reeder и соавт. описывают необходимость как минимум 6 времен эхо для оптимального разделения воды и жира с коррекцией на T2*ВИ [8]. Именно этим обусловлено количество времен эхо, встроенное в mDixon-quant [9], а также именно поэтому в нашей работе выбраны 6TE для mDixon.

Только единичные работы обращают внимание на различные методики измерения

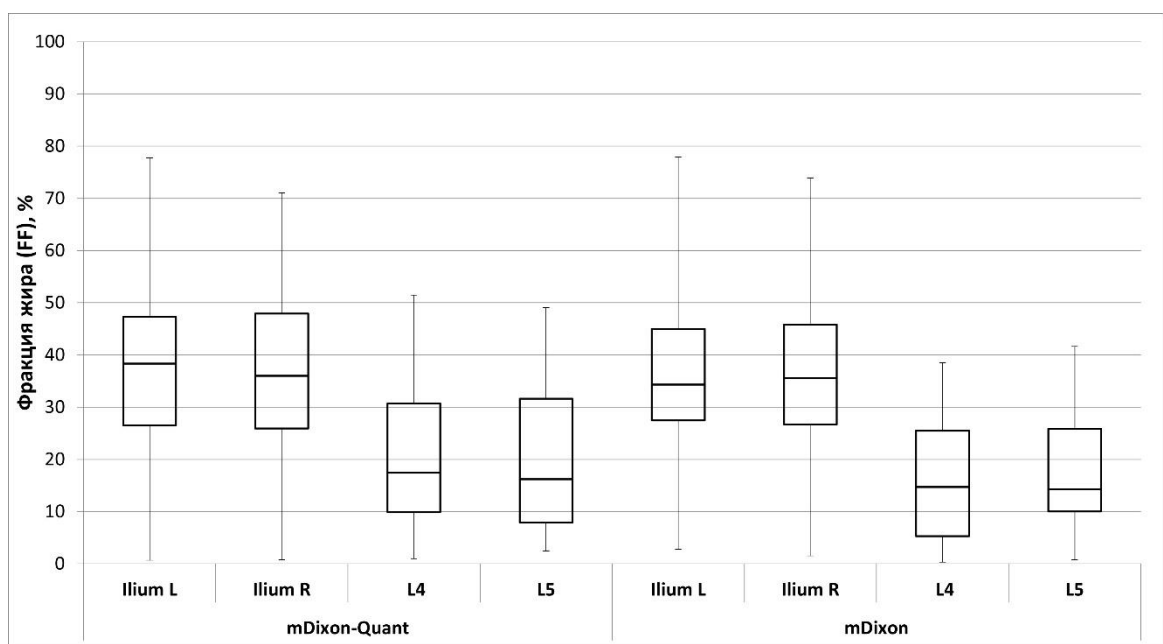


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Диаграмма размаха значений фракции жира костного мозга (%) в различных ROI, измеренных на mDixon-quant FF картах и по формуле жир/вода на mDixon, в группе пациентов с хроническими миелопролиферативными заболеваниями.

(Ilium L – значения FF в левой подвздошной кости, Ilium R – значения FF в правой подвздошной кости, L4 – значения FF в 4 поясничном позвонке, L5 – значения FF в 5 поясничном позвонке).

Fig. 5. Box Plot of the bone marrow fat fraction (%) in different ROI on mDixon-quant FF maps and mDixon fat-to-water ratio in patients with chronic myeloproliferative disorders.

(Ilium L – FF values in the left iliac bone, Ilium R – FF values in the right iliac bone, L4 – FF values in the 4 lumbar, L5 – FF values in the 5 lumbar vertebra).

Таблица №1. Значения p-value Т-критерия Стьюдента при сравнении показателей FF, измеренные на mDixon-quant FF картах и по формуле жир/вода на mDixon, в различных регионах интереса для разных групп пациентов.

ROI	Апластическая анемия (Aplastic anemia)	ХМПЗ (Chronic myeloproliferative disorders)
Левая подвздошная кость (Ilium L)	p=0,499	p=0,467
Правая подвздошная кость (Ilium R)	p=0,418	p=0,437
Позвонок L4 (Vert L4)	p=0,356	p=0,417
Позвонок L5 (Vert L5)	p=0,327	p=0,398

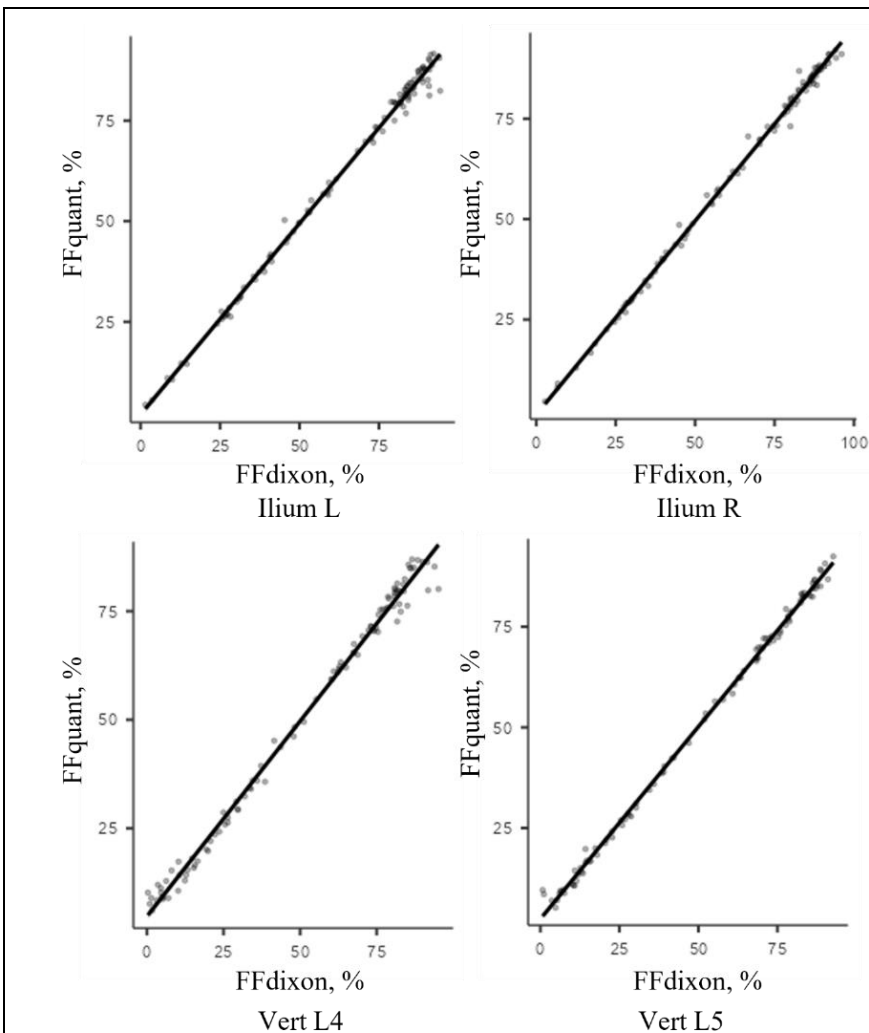


Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Корреляционные кривые значений фракции жира, измеренные разными методами.

(FFquant – показатель фракции жира на картах FF mDixon-quant, FFdixon – расчетное значение жира/вода по интенсивности сигнала на последовательности mDixon), Ilium L – значения FF в левой подвздошной кости, Ilium R – значения FF в правой подвздошной кости, Vert L4 – значения FF в 4 поясничном позвонке, Vert L5 – значения FF в 5 поясничном позвонке).

Fig. 6. Correlation curves for FF.

(FFquant - fat fraction on mDixon-quant fat fraction maps, FFdixon – fat-to-water ratio on mDixon, Ilium L - FF values in the left iliac bone, Ilium R – FF values in the right iliac bone, L4 – FF values in the 4 lumbar, L5 – FF values in the 5 lumbar vertebra).

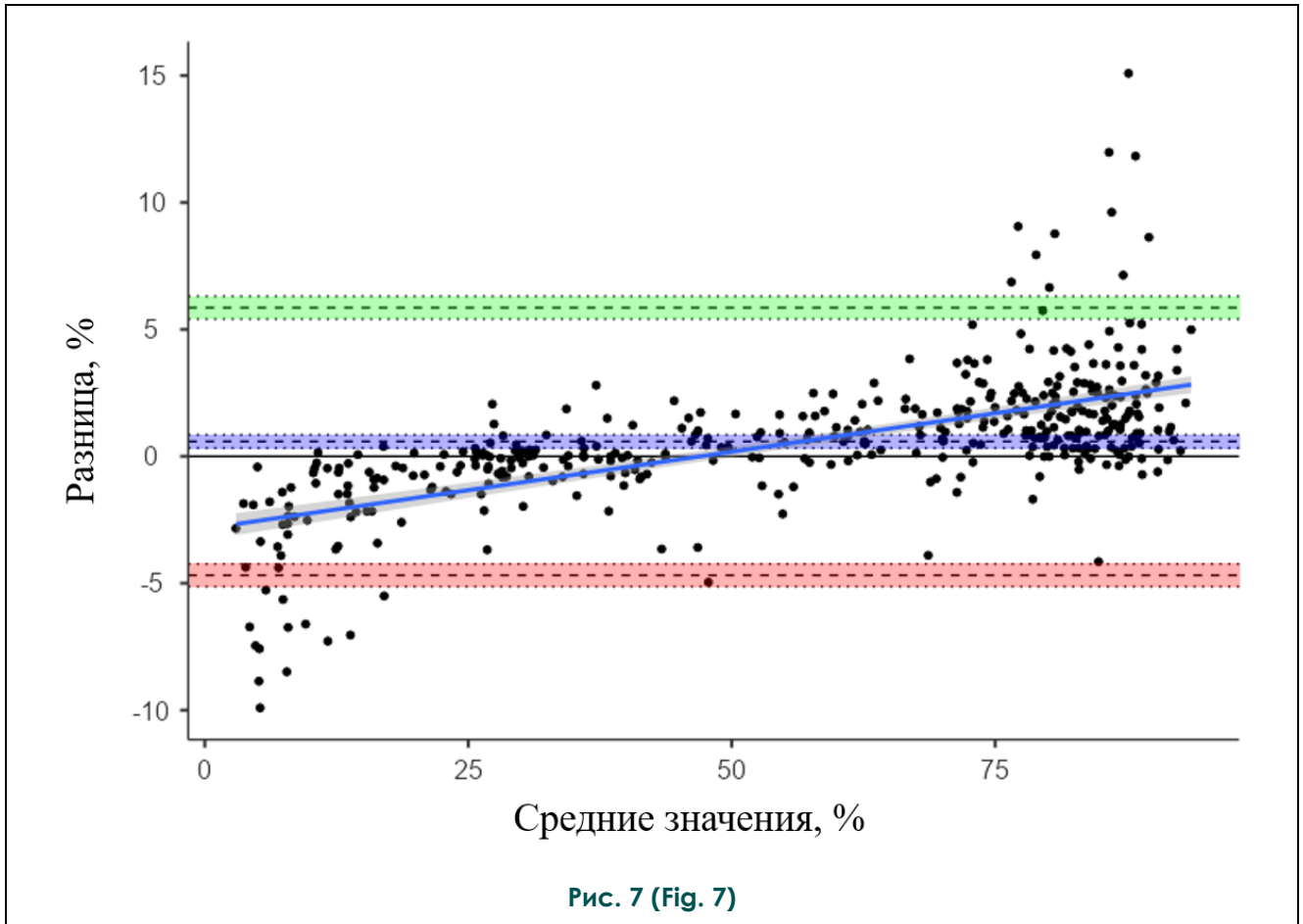


Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. График оценки сопоставления двух количественных методов по методике Бланд-Альтмана.

Fig. 7. Bland-Altman Comparison Evaluation Graph.

жира. В исследовании А. Bainbridge и соавторов проводилось сканирование КМ на томографах разных производителей (Philips, GE, Siemens) с использованием последовательностей с различным количеством времен эхо (2ТЕ, 3ТЕ, 6ТЕ) [10]. По полученным данным, как и в нашем исследовании, была получена сильная корреляция между различными последовательностями. Было показано, что такие специализированные последовательности подсчета фракции жира, как mDixon-quant, наиболее эффективны, однако, если подобных последовательностей нет, то можно использовать базовые и более доступные методы, основанные на методе Диксон с наибольшей погрешностью в 10%. Эти данные также сопоставимы с нашими, в нашем исследовании интервал согласованности между двумя измерениями составил 10,54% [10]. Средние значения ФЖ в каждой группе пациентов отличались более чем на 10%, что позволяет использовать метод

mDixon с последующим подсчетом FF как альтернативу mDixon-quant.

Ограничением данной работы является детский возраст пациентов, в дальнейшем возможно расширение выборки исследуемой популяции на молодых взрослых. Помимо этого, при возможности, желательно проводить предварительную калибровку последовательностей на фантомах с известным содержанием жира для более точной оценки фракции жира.

Заключение.

Значения фракции жира, полученные методами mDixon и mDixon-quant сопоставимы, и могут быть применены для оценки костного мозга у педиатрических пациентов с гематологическими заболеваниями.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Статья финансировалась в рамках гранта Российского научного фонда №22-25-00553 «Новые МРТ технологии в исследова-

нии тканевых характеристик костного мозга при апластической анемии: возможности контроля эффективности терапии и сравнение с результатами гистопатоморфологии».

Список литературы:

1. Karampinos, D. C.; Ruschke, S.; Dieckmeyer, M.; Diefenbach, M.; Franz, D.; Gersing, A. S.; et al. Quantitative MRI and spectroscopy of bone marrow. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2018; 47 (2): 332–353.
2. Donners, R.; Obmann, M. M.; Boll, D.; Gutzeit, A.; Harder, D. Dixon or DWI – Comparing the utility of fat fraction and apparent diffusion coefficient to distinguish between malignant and acute osteoporotic vertebral fractures. *Eur. J. Radiol.* 2020; Elsevier Ireland Ltd 132.
3. Колобанова, Е. С.; Сергеева, О. Н.; Шориков, М. А.; Лаптева, М. Г.; Францев, Д. Ю.; Долгушин, Б. И. Множественный мелкоочаговый перипортальный стеатоз при статинном гепатите, мимикрирующий метастазы в печени. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2018; 8 (4): 282–292.
4. Медеников, А. А.; Вышедкевич, Е. Д.; Штенцель, Р. Э.; Ефимцев, А. Ю.; Мащенко, И. А.; Безрукых, В. А.; et al. Методы лучевой диагностики в выявлении висцеральных и костно-суставных изменений при болезни Гоше I типа и оценке эффективности лечения. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2021; 11 (2): 46–67.
5. Кривенцова, Н. А.; Куприянов, Д. А.; Меньшиков, П. Е.; Терещенко, Г. В. МР-биомаркер изменений костного мозга у детей с острым лимфобластным лейкозом. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2020; 10 (4): 159–168.

References:

1. Karampinos, D. C.; Ruschke, S.; Dieckmeyer, M.; Diefenbach, M.; Franz, D.; Gersing, A. S.; et al. Quantitative MRI and spectroscopy of bone marrow. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2018; 47 (2): 332–353.
2. Donners, R.; Obmann, M. M.; Boll, D.; Gutzeit, A.; Harder, D. Dixon or DWI – Comparing the utility of fat fraction and apparent diffusion coefficient to distinguish between malignant and acute osteoporotic vertebral fractures. *Eur. J. Radiol.* 2020; Elsevier Ireland Ltd 132.
3. Kolobanova, E. S.; Sergeeva, O. N.; Shorikov, M. A.; Lapteva, M. G.; Frantsev, D. Yu.; Dolgushin, B. I. Multiple small-focal periportal steatosis in statin hepatitis, mimicking metastases in the liver. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2018; 8 (4): 282–292 (in Russian).
4. Medenikov, A. A.; Vyshedkevich, E. D.; Stenzel, R. E.; Efimtsev, A. Yu.; Mashchenko, I. A.; Bezrukikh, V. A.; et al. Radiation diagnostic methods in identifying visceral and osteoarticular changes in type I Gaucher disease and assessing the effectiveness of treatment. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2021; 11 (2): 46–67 (in Russian).
5. Kriventsova, N. A.; Kupriyanov, D. A.; Menshikov, P. E.; Tereshchenko, G.V. MRI biomarker of bone marrow changes in children with acute lymphoblastic leukemia. *Russ. Electron. J. Radiol.* 2020; 10 (4): 159–168.6.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

6. Zeng, Z.; Ma, X.; Guo, Y.; Ye, B.; Xu, M.; Wang, W. Quantifying Bone Marrow Fat Fraction and Iron by MRI for Distinguishing Aplastic Anemia from Myelodysplastic Syndromes. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2021; 54 (6): 1754–1760.
7. Grimm, A.; Meyer, H.; Nickel, M. D.; Nittka, M.; Raithel, E.; Chaudry, O.; et al. Evaluation of 2-point, 3-point, and 6-point Dixon magnetic resonance imaging with flexible echo timing for muscle fat quantification. *Eur. J. Radiol.* 2018; 103: 57–64.
8. Reeder, S. B.; Robson, P. M.; Yu, H.; Shimakawa, A.; Hines, C. D. G.; McKenzie, C. A.; et al. Quantification of hepatic steatosis with MRI: the effects of accurate fat spectral modeling. *J. Magn. Reson. Imaging JMRI.* 2009; 29 (6): 1332–1339.
9. Lee, S. H.; Yoo, H. J.; Yu, S. M.; Hong, S. H.; Choi, J. Y.; Chae, H. D. Fat quantification in the vertebral body: Comparison of modified dixon technique with single-voxel magnetic resonance spectroscopy. *Korean J. Radiol.* 2019; *Korean Radiological Society* 20 (1): 126–133.
10. Bainbridge, A.; Bray, T. J. P.; Sengupta, R.; Hall-Craggs, M. A. Practical Approaches to Bone Marrow Fat Fraction Quantification Across Magnetic Resonance Imaging Platforms. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2020; 52 (1): 298–306.
- X.; Guo, Y.; Ye, B.; Xu, M.; Wang, W. Quantifying Bone Marrow Fat Fraction and Iron by MRI for Distinguishing Aplastic Anemia from Myelodysplastic Syndromes. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2021; 54 (6): 1754–1760 (in Russian).
7. Grimm, A.; Meyer, H.; Nickel, M. D.; Nittka, M.; Raithel, E.; Chaudry, O.; et al. Evaluation of 2-point, 3-point, and 6-point Dixon magnetic resonance imaging with flexible echo timing for muscle fat quantification. *Eur. J. Radiol.* 2018; 103: 57–64.
8. Reeder, S. B.; Robson, P. M.; Yu, H.; Shimakawa, A.; Hines, C. D. G.; McKenzie, C. A.; et al. Quantification of hepatic steatosis with MRI: the effects of accurate fat spectral modeling. *J. Magn. Reson. Imaging JMRI.* 2009; 29 (6): 1332–1339.
9. Lee, S. H.; Yoo, H. J.; Yu, S. M.; Hong, S. H.; Choi, J. Y.; Chae, H. D. Fat quantification in the vertebral body: Comparison of modified dixon technique with single-voxel magnetic resonance spectroscopy. *Korean J. Radiol.* 2019; *Korean Radiological Society* 20 (1): 126–133.
10. Bainbridge, A.; Bray, T. J. P.; Sengupta, R.; Hall-Craggs, M. A. Practical Approaches to Bone Marrow Fat Fraction Quantification Across Magnetic Resonance Imaging Platforms. *J. Magn. Reson. Imaging.* 2020; 52 (1): 298–306.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ КОРНЯ АОРТЫ У ПАЦИЕНТОВ С КРИТИЧЕСКИМ АОРТАЛЬНЫМ СТЕНОЗОМ

Гафси Б.Э.¹, Веселова Т.Н.², Терновой С.К.^{1,2}, Ширкин А.В.²

1 – ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет). г. Москва, Россия.

2 – ФГБУ НМИЦ кардиологии им. академика Е.И. Чазова МЗ РФ. г. Москва, Россия.

В статье представлены обзор литературы и собственные данные, посвященные роли компьютерной томографии (КТ) при обследовании пациентов с критическим аортальным стенозом перед транскатетерной имплантацией аортального клапана (ТИАК). Приведены данные о стандартных протоколах КТ для оценки анатомии аортально-клапанного комплекса, представлены работы, посвященные сравнительному анализу методов мануальной и полуавтоматической обработки изображений, выбору оптимальной фазы сердечного цикла для проведения КТ перед ТИАК, сопоставлению данных КТ и эхокардиографии для измерения площади отверстия аортального клапана, оценке выраженности кальциноза аортального клапана и перспективным направлениям КТ в обследовании больных перед ТИАК.

Ключевые слова: аортальный стеноз, компьютерная томография, транскатетерная имплантация аортального клапана, кальциноз.

Контактный автор: Гафси Б.Э., e-mail: gafsibehaeddine@gmail.com

Для цитирования: Гафси Б.Э., Веселова Т.Н., Терновой С.К., Ширкин А.В. Компьютерная томография в оценке состояния корня аорты у пациентов с критическим аортальным стенозом. REJR 2023; 13(4):101-109. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-101-109.

Статья получена: 11.08.23

Статья принята: 30.10.23

COMPUTED TOMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF THE AORTIC ROOT IN PATIENTS WITH CRITICAL AORTIC STENOSIS

Gafsi B.E.¹, Veselova T.N.², Ternovoy S.K.^{1,2}, Shirkin A.V.²

1 – Sechenov University.

2 – E.I. Chazov National Medical Research Centre of Cardiology. Moscow, Russia.

This article presents a literature review and our own data on the role of computed tomography (CT) in the evaluation of patients with critical aortic stenosis before transcatheter aortic valve implantation (TAVI). The review includes data on standard CT protocols for the evaluation of aortic valve complex anatomy, the works devoted to the comparative analysis of manual and semi-automatic image processing methods, selection of the optimal phase of the cardiac cycle for CT before TAVI, comparison of CT and echocardiography data for measuring the aortic valve orifice area, evaluation of aortic valve calcinosis severity, and promising directions of CT in the examination of patients before TAVI.

Keywords: aortic stenosis, computed tomography, transcatheter aortic valve implantation, calcification.

Corresponding author: Gafsi B.E., e-mail: gafsibehaeddine@gmail.com

For citation: Gafsi B.E., Veselova T.N., Ternovoy S.K., Shirkin A.V. Computed tomography in the evaluation of the aortic root in patients with critical aortic stenosis. REJR 2023; 13(4):101-109. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-101-109.

Received: 11.08.23

Accepted: 30.10.23

Компьютерная томография (КТ) является обязательным методом визуализации при предоперационном планировании транскатетерной имплантации аортального клапана (ТИАК). ТИАК – это минимально инвазивная процедура, которая заменяет аортальный клапан без необходимости проведения операции на открытом сердце. Успех процедуры зависит от точного предоперационного планирования, которое включает оценку анатомии аортального клапана, размера и формы аортального кольца, расположения и степени его кальцификации, а также места доступа к клапану [1, 2].

КТ предоставляет подробную информацию об анатомии аортального клапана и окружающих его структур, что делает ее идеальным методом визуализации для выбора правильного размера протеза, чтобы свести к минимуму риск парапротезной регургитации, частота которой, по данным разных авторов, составляет от 1% до 39% [3]. КТ позволяет выявить другие анатомические особенности, которые могут повлиять на успех процедуры ТИАК, например, наличие двустворчатого аортального клапана, обызвествления створок и подклапанного кальциноза [4, 5].

У пациентов с аортальным стенозом и выраженным нарушением функции почек предпочтительнее выполнять МРТ в качестве альтернативного метода оценки анатомии корня аорты [6]. МРТ позволяет проводить все необходимые для ТИАК измерения, однако в рутинной практике применение данного метода ограничено из-за более длительного времени обследования, отсутствия стандартизованного протокола и невозможности количественной оценки кальциноза аортального клапана. Важными преимуществами КТ являются быстрота и точность диагностики, стандартизованный протокол исследования и постобработки изображений.

Протокол КТ должен включать большой анатомический диапазон от подключичных до бедренных артерий, с выполнением ЭКГ-синхронизации на уровне сердца. Существуют общие рекомендации для оптимизации протокола проведения КТ перед ТИАК [7], однако они не дают указаний по поводу

технических характеристик компьютерного томографа. По опыту ряда авторов [6 – 8], томографы с 64 и более рядами детекторов являются наиболее предпочтительными, так как обладают оптимальной диагностической точностью для выявления обструктивного поражения коронарных артерий, которое может потребовать проведения реваскуляризации миокарда перед процедурой ТИАК.

При планировании ТИАК важно точно оценить максимальные размеры корня аорты и фиброзного кольца для выбора оптимального размера протеза. Учитывая, что во время систолы происходит растяжение фиброзного кольца, приводящее к некоторому увеличению его площади и периметра по сравнению с диастолическими размерами, консенсус специалистов КТ рекомендует измерять наибольший размер фиброзного кольца в фазу максимальной систолы [9]. Данные одноцентрового ретроспективного исследования Steffen J. и соавт. показали, что выбор размера протеза на основании измерений, выполненных во время систолы по сравнению с диастолой, не оказал существенного влияния на 30-дневные клинические исходы, но коррелировал с более низким уровнем смертности от всех причин в отдаленном периоде [10].

Для оценки анатомии корня аорты производят мануальные или полуавтоматические измерения, выполненные в строго определенных плоскостях. Стандартные ортогональные плоскости изображения такие, как аксиальная плоскость, не подходят для правильной визуализации корня аорты и содержащихся в нем структур. Для получения точных размеров необходимо, чтобы реконструкции изображений были выполнены по короткой оси на уровнях фиброзного кольца АК, выходного тракта ЛЖ, синусов Вальсальвы и синотубулярного соединения (рис. 1).

Полуавтоматическая обработка изображений позволяет избежать погрешностей при построении поперечного сечения структур корня аорты, автоматически определить три базальные точки прикрепления створок АК на уровне фиброзного кольца, вручную выбрать остальные уровни корня аорты, при этом расчеты диаметров, площадей и периметров полностью автоматизированы (рис.

	Сагиттальная плоскость	Фронтальная плоскость	Реконструкции по короткой оси
Фиброзное кольцо			
Выходной тракт левого желудочка			
Синусы Вальсальвы			
Синотубулярное соединение			

Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Серия увеличенных КТ изображений, полученных в артериальную фазу, реконструированных в разных плоскостях для точного измерения размеров корня аорты.

Розовая линия – длинная ось аорты во фронтальной плоскости, голубая линия – длинная ось аорты в сагиттальной плоскости, желтая линия – поперечная ось, перпендикулярная к длинной оси аорты. Измерения размеров фиброзного кольца, выходного тракта ЛЖ, синуса Вальсальвы и синотубулярного соединения проводятся на реконструкциях изображений по короткой оси (на изображениях указаны измерения в сантиметрах).

Fig. 1. Series of enlarged CT images acquired during the arterial phase, oriented in different planes, to accurately measure the size of the aortic root.

The pink line is the aortic long axis in the frontal plane, the blue line is the aortic long axis in the sagittal plane and the yellow line is the transverse axis perpendicular to the aortic long axis. Measurements of the dimensions of the aortic annulus, LV outflow tract, sinus of Valsalva and sino-tubular junction are performed on short-axis image reconstructions (images show measurements in centimeters).

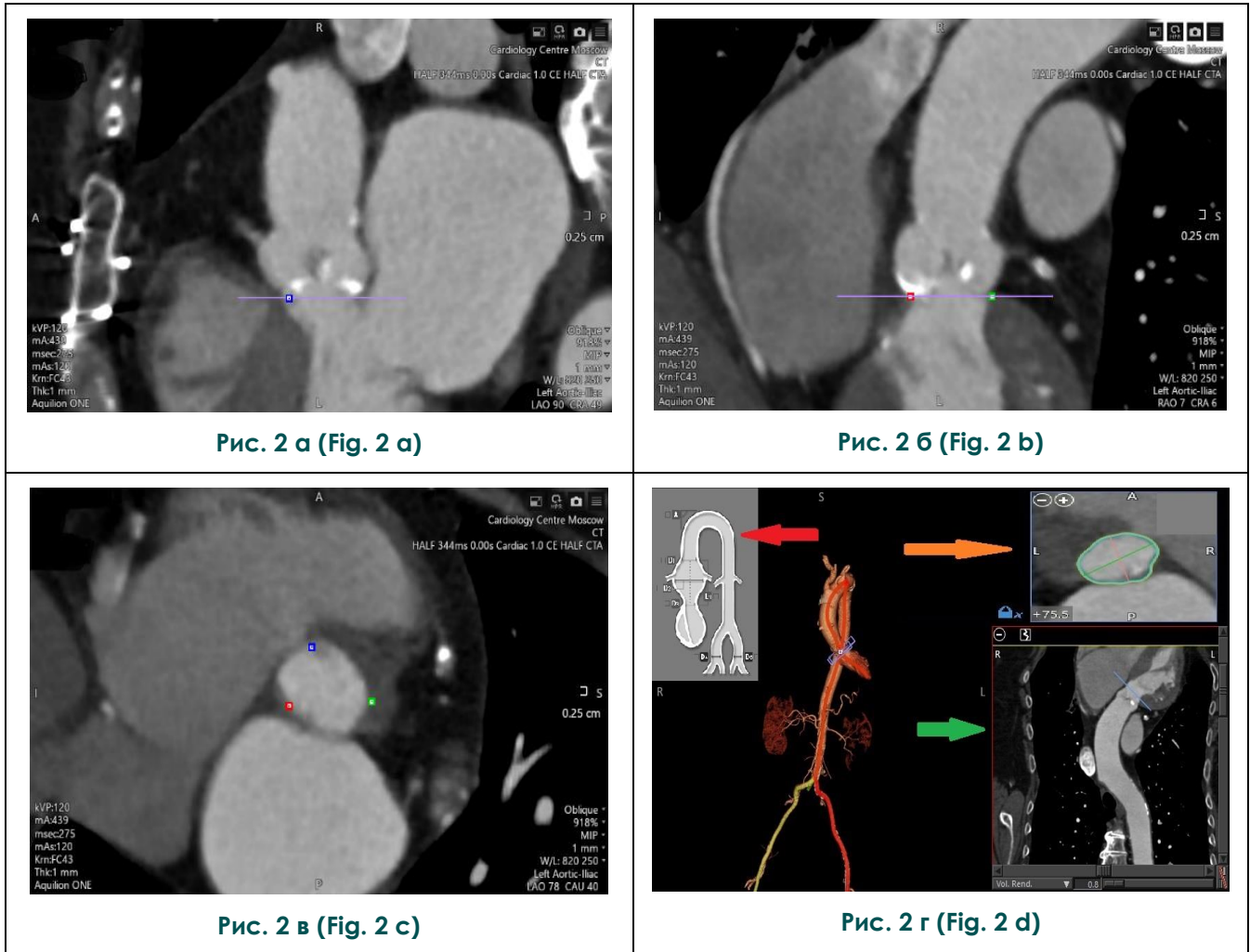


Рис. 2 а (Fig. 2 а)

Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2 в (Fig. 2 с)

Рис. 2 г (Fig. 2 д)

Рис. 2. Полуавтоматическая обработка КТ изображений корня аорты с использованием программного обеспечения Vitrea.

А – выбор области измерения во фронтальной проекции. Б – выбор области измерения в проекции выходного тракта ЛЖ. В – автоматическое построение изображения поперечного сечения фиброзного кольца. Синяя, красная и зеленая точки обозначают верхушки каждого из трёх синусов Вальсальвы. Фиолетовая линия – поперечная ось на уровне фиброзного кольца. Г – рабочее пространство программного обеспечения: в центре – трехмерная реконструкция аорты, красная стрелка указывает на схему аорты с обозначением зон интереса, оранжевая стрелка – на поперечное сечение фиброзного кольца с автоматическим измерением минимального и максимального размеров, зеленая стрелка – на криволинейную реконструкцию с возможностью быстрого выбора зоны интереса аорты с помощью планки.

Fig. 2. Semi-automated processing of CT images of the aortic root using Vitrea software.

A – selection of the measurement area in the frontal projection. B – selection of the measurement area in the projection of the LV outlet tract. C – automatic construction of the cross-sectional image of the aortic annulus. Blue, red and green points indicate the apexes of each of the three sinuses of Valsalva. The purple line is the transverse axis at the level of the aortic annulus. D – software workspace: in the center – three-dimensional reconstruction of the aorta, the red arrow points to the aortic scheme with the designation of zones of interest, the orange arrow – to the cross section of the aortic annulus with automatic measurement of the minimum and maximum dimensions, the green arrow – to the curvilinear reconstruction with the possibility of quick selection of the aortic zone of interest using the bar.

2).

В сравнительных исследованиях изучалась точность и воспроизводимость мануального и полуавтоматического способов измерений размеров аорты и аортального клапана на основе КТ. Horehledova В. и соавт. [11] оценили использование полуавтоматического способа измерений у 121 пациента перед процедурой ТИАК. Полуавтоматический способ, использованный в исследовании, включал компьютерный анализ КТ корня аорты, который сравнивался с данными мануальных измерений, выполненными двумя независимыми исследователями. Исследование показало высокую сопоставимость данных, полученных полуавтоматическим и мануальными способами, при этом длительность обработки сократилась в два раза. Таким образом, полуавтоматический способ является надежной, быстрой и эффективной альтернативой мануальному способу измерений размеров корня аорты. Согласованность полуавтоматических измерений между разными исследователями позволяет максимально стандартизировать процесс постобработки изображений с высоким уровнем достоверности результатов измерений независимо от опыта исследователя.

Особый интерес представляют данные, представленные Astudillo Р. и соавт. [12]. В этой работе предложен новый автоматический метод анализа топографии и размеров корня аорты по данным КТ-изображений с использованием метода машинного обучения. Предлагаемый метод продемонстрировал высокую точность, быстроту и воспроизводимость результатов. Время анализа изображения одного пациента составляло менее одной секунды. Одним из ограничений данной работы является относительно небольшой размер выборки, использованной в исследовании. Данная модель машинного обучения была разработана и протестирована с использованием набора данных, включающего всего 344 пациента, перенесших процедуру ТИАК, что, возможно, не является репрезентативным для более широкой популяции пациентов и требует дальнейшей валидации метода.

Теоретически считается, что площадь отверстия аортального клапана (ПОАК) лучше всего отражает тяжесть аортального стеноза, поскольку на нее меньше влияют гемодинамические параметры. Известно, что эллиптическая форма выходного тракта левого желудочка вызывает недооценку ПОАК, рассчитанного из уравнения непрерывности и, таким образом, переоценку аортального стеноза. В исследовании Mittal Т.К. и соавт. бы-

ло продемонстрировано, что почти у четверти пациентов с тяжелым аортальным стенозом по данным стандартного доплеровского исследования ПОАК, измеренная с помощью КТ, оказалась более 1 см² [13]. Авторы сделали вывод, что данное несоответствие может быть связано с высокоскоростным потоком крови через выходной тракт ЛЖ, что приводит к искажению расчетных параметров доплер-ЭхоКГ.

Для оценки ПОАК необходимо выбрать серию КТ-изображений, полученных в систолическую фазу сердечного цикла с максимальным открытием аортального клапана. На реконструкциях изображений сердца во фронтальной и сагиттальной плоскостях выставляют взаимно перпендикулярные оси: одна ось проходит вдоль аорты, вторая – между свободными краями некоронарной и левой коронарной створок. На полученном изображении аортального клапана по короткой оси проводят измерение ПОАК (рис. 3).

Choe J. и соавторы [14] определили разность результатов при измерении ПОАК, полученных с помощью ЭхоКГ и КТ у пациентов с тяжелым аортальным стенозом, а также обнаружили факторы, оказывающие влияние на вероятную погрешность полученных результатов. В итоге проведенной работы была выявлена высокая корреляция между ПОАК, измеренной с помощью КТ и ЭхоКГ, однако результаты КТ имели более точный характер. Исследование показало, что повышенная масса тела пациента, особенности расположения аортального клапана (обуславливающие сложность его визуализации, связанной с установкой УЗ-датчика), морфологические особенности клапанов аорты и размеры фиброзного кольца играют существенную роль в получении менее точных результатов при ЭхоКГ. В таких случаях совместное использование КТ и ЭхоКГ для оценки тяжести аортального стеноза может значительно улучшить достоверность полученных результатов (рис. 4).

Количественная оценка кальциноза аорты и аортально-клапанного комплекса методом КТ имеет важное значение при обследовании пациентов с аортальным стенозом. В многоцентровом исследовании Т. Pawade и соавт. [15] было показано, что пороговые значения кальциноза аортального клапана (>1300 ед. для женщин и >2000 ед. для мужчин) являются надежным маркером тяжелого аортального стеноза. Более того, было продемонстрировано, что пороговое значение кальциевого индекса является независимым предиктором неблагоприятных клинических событий.

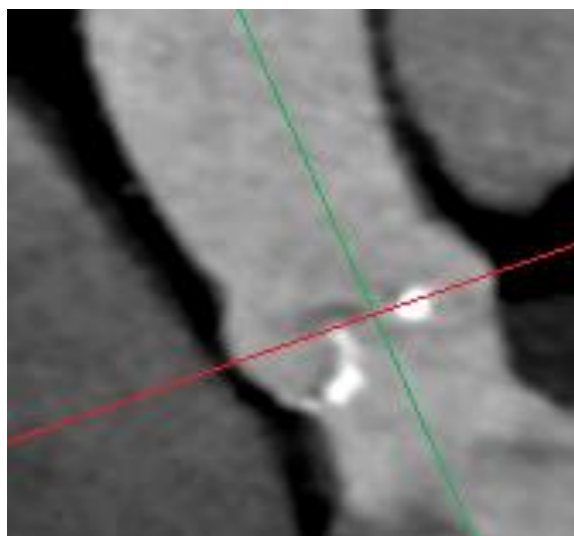


Рис. 3 а (Fig. 3 a)

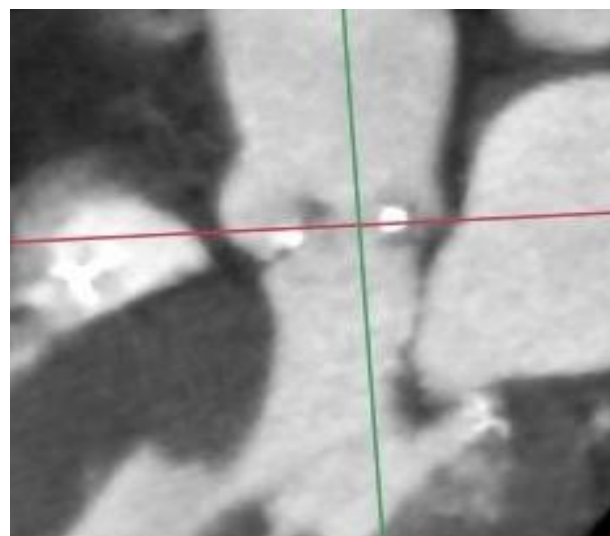


Рис. 3 б (Fig. 3 b)

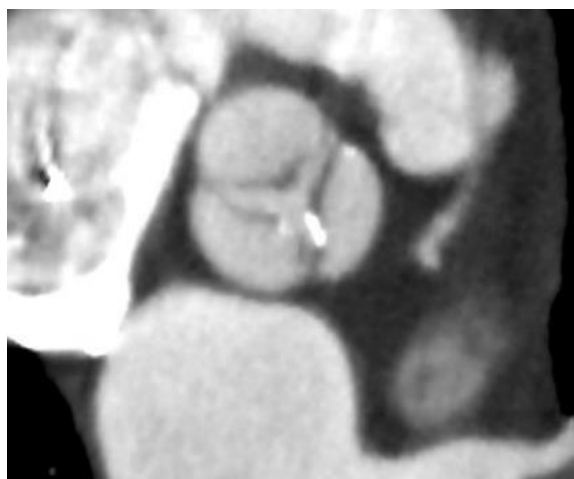


Рис. 3 в (Fig. 3 c)

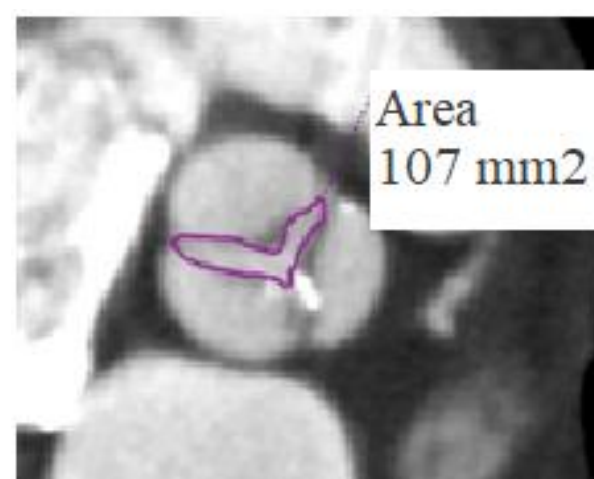


Рис. 3 г (Fig. 3 d)

Рис. 3. Выбор плоскости реконструкции КТ-изображений для измерения площади отверстия аортального клапана.

Выставляют взаимно перпендикулярные оси на уровне створок аортального клапана: А – фронтальная плоскость, Б – сагиттальная плоскость. В – последующее получение изображения аортального клапана по короткой оси. Г – короткая ось, выделение внутреннего контура створок с помощью инструмента ROI с автоматическим расчетом площади отверстия аортального клапана.

Fig. 3. Selection of the reconstruction plane of the CT images to measure the aortic valve area.

Mutually perpendicular axes at the level of the aortic valve leaflets are exposed: A – frontal plane, B – sagittal plane, C – subsequent imaging of the aortic valve along the short axis, D – short axis, selection of the inner contour of the flaps using the ROI tool with automatic calculation of the aortic valve orifice area..

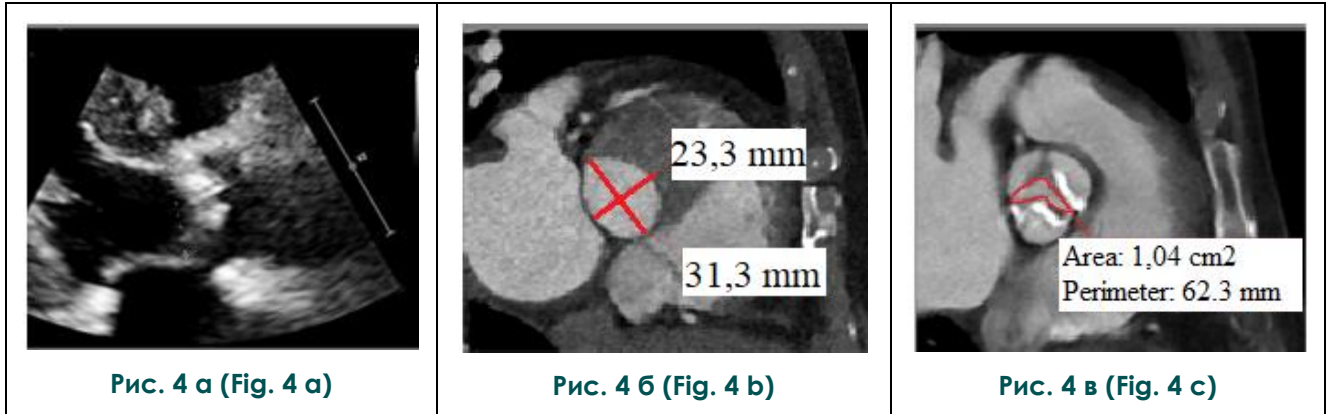


Рис. 4. Пример измерения площади отверстия аортального клапана с помощью Эхо-КГ (А) и КТ (Б, В) у мужчины 74 лет с тяжелым аортальным стенозом [14].

ПОАК – площадь отверстия аортального клапана, $ПОАК_{КТплани}$ – КТ планиметрия аортального клапана.

Fig. 4. An example of measuring the area of the aortic valve opening using echocardiography (A) and CT (B, C) in a 74-year-old male who diagnosed with severe stenosis of aortic valve [14].

AVA – aortic valve area; $AVA_{CTplani}$ – CT planimetry of aortic valve area.

Появляется все больше доказательств того, что наличие, степень и распространение кальциноза вдоль аортально-клапанного комплекса или «зоны посадки» протеза связаны с интра- и постпроцедурными осложнениями, включая парапротезную регургитацию, нарушения проводимости, неадекватное расширение баллона и последующую миграцию протеза, а также смещение нативных створок аортального клапана с последующей окклюзией устьев коронарных артерий [16]. Кроме этого, особое внимание уделяется поиску предикторов массивных кровотечений после процедуры ТИАК. В исследовании Felix-Oliveira A. было показано, что высокие значения аортального и илеофemorального кальциевого индекса являются независимыми предикторами интраоперационных и ранних постоперационных кровотечений [17]. Эти показатели могут быть интегрированы в оценку стратификации риска и использоваться при планировании ТИАК трансфemorальным доступом.

Заключение.

Список литературы:

1. Беляев С.А., Леонтьев С.А., Мор Ф.-В. Транскатетерная имплантация аортального клапана. Креативная кардиология. 2015; 4: 25-33. doi:10.15275/kreatkard.2015.04.03.
2. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F. et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. Eur Heart J. 2022;43(7):561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
3. Веселова Т.Н., Ширкин А.В., Терновой С.К. и соавт.

Основной задачей КТ при планировании ТИАК является точное измерение размеров корня аорты для выбора протеза с оптимальными для каждого пациента параметрами.

Оценка геометрии аортально-клапанного комплекса должна проводиться в фазу систолы при максимальном растяжении фиброзного кольца. Для стандартизации измерений и сокращения времени постобработки изображений может использоваться полуавтоматическое программное обеспечение.

Количественная оценка степени аортального и илеофemorального кальциноза методом КТ позволяет проводить стратификацию риска интра- и постпроцедурных осложнений при планировании ТИАК.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Компьютерная томография в оценке ранних постоперационных осложнений после транскатетерного протезирования аортального клапана. REJR 2023; 13(2):75-82. doi: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82.

4. Pawade T., Sheth T., Guzzetti E. et al. Why and How to Measure Aortic Valve Calcification in Patients With Aortic Stenosis. JACC Cardiovasc Imaging. 2019; 12(9):1835-1848. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.045.
5. Коллев А.Е., Ромакина В.В., Коробкова И.З. и соавт.

Альвеолярный геморрагический синдром у пациентки с критическим аортальным стенозом и острым инфарктом миокарда. *REJR* 2021; 11(3):162-170. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-162-170.

6. Francone M., Budde RPJ., Bremerich J. et al. CT and MR imaging prior to transcatheter aortic valve implantation: standardisation of scanning protocols, measurements and reporting-a consensus document by the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *EurRadiol.* 2020; 30(5):2627-2650. doi: 10.1007/s00330-019-06357-8.

7. Blanke P., Weir-McCall JR., Achenbach S. et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019; 12(1):1-24. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.003.

8. Renker M., Schoepf UJ., Kim WK. Combined CT Coronary Artery Assessment and TAVI Planning. *Diagnostics.* 2023; 13(7):1327. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071327>.

9. Horehledova B., Muhl C., Schwemmer C. et al. Aortic root evaluation prior to transcatheter aortic valve implantation - Correlation of manual and semi-automatic measurements. *PLoS One.* 2018; 13(6):e0199732. doi: 10.1371/journal.pone.0199732.

10. Steffen J., Beckmann M., Haum M. et al. Systolic or diastolic CT image acquisition for transcatheter aortic valve replacement - An outcome analysis. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography.* 2022;16 (5): 423-430.

11. Horehledova B., Muhl C., Boswijk E. et al. Retrospectively

ECG-gated helical vs. non-ECG-synchronized high-pitch CTA of the aortic root for TAVI planning. *PLoS One.* 2020;15(5):e0232673. doi: 10.1371/journal.pone.0232673.

12. Astudillo P., Mortier P., Bosmans J. et al. Automatic Detection of the Aortic Annular Plane and Coronary Ostia from Multidetector Computed Tomography. *J IntervCardiol.* 2020; 2020:9843275. doi: 10.1155/2020/9843275.

13. Mittal TK., Reichmuth L., Bhattacharyya S. et al. Inconsistency in aortic stenosis severity between CT and echocardiography: prevalence and insights into mechanistic differences using computational fluid dynamics. *Open Heart.* 2019; 6(2):e001044. doi: 10.1136/openhrt-2019-001044.

14. Choe J., Koo HJ., Choi SJ. et al. Differences in aortic valve area measured on cardiac CT and echocardiography in patients with aortic stenosis. *PLoS One.* 2023; 18(1):e0280530. doi: 10.1371/journal.pone.0280530.

15. Pawade T., Clavel MA., Tribouilloy C. et al. Computed Tomography Aortic Valve Calcium Scoring in Patients With Aortic Stenosis. *CircCardiovasc Imaging.* 2018; 11(3):e007146. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.007146.

16. Milo SM., Toia P., Midiri F. et al. Aortic valve and vascular calcium score in pre-TAVI CT: correlation with early post-procedural complications. *Radiol Med.* 2023; 128(3):299-306. doi: 10.1007/s11547-023-01603-y.

17. Felix-Oliveira A., Campante R., Ferreira A. et al. Vascular calcium score: new imaging tool for prediction of major and life-threatening bleeding events in trans-femoral TAVI. *European Heart Journal.* 2018; 39:2259. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy565.P2259>.

References:

1. Belyaev S.A., Leontiev S.A., Mor F.-V. Transcatheter implantation of the aortic valve. *Creative Cardiology.* 2015; 4: 25-33. doi:10.15275/kreatkard.2015.04.03 (in Russian).

2. Vahanian A., Beyersdorf F., Praz F. et al. ESC/EACTS Scientific Document Group. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. *Eur Heart J.* 2022;12;43(7):561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.

3. Veselova T.N., Shirkin A.V., Ternovoy S.K. et al. Computed tomography in the evaluation of early postoperative complications after transcatheter aortic valve replacement. *REJR* 2023;13(2):75-82. doi: 10.21569/2222-7415-2023-13-2-75-82 (in Russian).

4. Pawade T., Sheth T., Guzzetti E. et al. Why and How to Measure Aortic Valve Calcification in Patients With Aortic Stenosis. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019; 12(9): 1835-1848. doi: 10.1016/j.jcmg.2019.01.045.

5. Komlev A.E., Romakina V.V., Korobkova I.Z. et al. Diffuse alveolar haemorrhage in female patient with severe aortic stenosis and acute myocardial infarction. *REJR* 2021; 11(3):162-170. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-162-170 (in Russian).

6. Francone M., Budde RPJ., Bremerich J. et al. CT and MR imaging prior to transcatheter aortic valve implantation: standardisation of scanning protocols, measurements and reporting-a consensus document by the European Society of Cardiovascular Radiology (ESCR). *EurRadiol.* 2020; 30(5): 2627-2650. doi: 10.1007/s00330-019-06357-8.

7. Blanke P., Weir-McCall JR., Achenbach S. et al. Computed Tomography Imaging in the Context of Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI)/Transcatheter Aortic Valve Replacement (TAVR): An Expert Consensus Document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography. *JACC Cardiovasc Imaging.* 2019; 12(1): 1-24. doi: 10.1016/j.jcmg.2018.12.003.

8. Renker M., Schoepf UJ., Kim WK. Combined CT Coronary Artery Assessment and TAVI Planning. *Diagnostics.* 2023; 13(7): 1327. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13071327>.

9. Horehledova B., Muhl C., Schwemmer C. et al. Aortic root evaluation prior to transcatheter aortic valve implantation - Correlation of manual and semi-automatic measurements. *PLoS One.* 2018; 13(6): e0199732. doi: 10.1371/journal.pone.0199732.

10. Steffen J., Beckmann M., Haum M. et al. Systolic or diastolic CT image acquisition for transcatheter aortic valve replacement - An outcome analysis. *Journal of Cardiovascular Computed Tomography.* 2022;16 (5): 423-430.

11. Horehledova B., Muhl C., Boswijk E. et al. Retrospectively ECG-gated helical vs. non-ECG-synchronized high-pitch CTA of the aortic root for TAVI planning. *PLoS One.* 2020;15(5): e0232673. doi: 10.1371/journal.pone.0232673.

12. Astudillo P., Mortier P., Bosmans J. et al. Automatic Detection of the Aortic Annular Plane and Coronary Ostia from Multidetector Computed Tomography. *J IntervCardiol.* 2020; 2020: 9843275. doi: 10.1155/2020/9843275.

13. Mittal TK., Reichmuth L., Bhattacharyya S. et al. Inconsistency in aortic stenosis severity between CT and echocardiography: prevalence and insights into mechanistic differences using computational fluid dynamics. *Open Heart*. 2019; 6(2): e001044. doi: 10.1136/openhrt-2019-001044.
14. Choe J., Koo HJ., Choi SJ. et al. Differences in aortic valve area measured on cardiac CT and echocardiography in patients with aortic stenosis. *PLoS One*. 2023; 18(1): e0280530. doi: 10.1371/journal.pone.0280530.
15. Pawade T., Clavel MA., Tribouilloy C. et al. Computed Tomography Aortic Valve Calcium Scoring in Patients With Aortic Stenosis. *Circ Cardiovasc Imaging*. 2018; 11(3): e007146. doi: 10.1161/CIRCIMAGING.117.007146.
16. Milo SM., Toia P., Midiri F. et al. Aortic valve and vascular calcium score in pre-TAVI CT: correlation with early post-procedural complications. *Radiol Med*. 2023; 128(3): 299-306. doi: 10.1007/s11547-023-01603-y.
17. Felix-Oliveira A., Campante R., Ferreira A. et al. Vascular calcium score: new imaging tool for prediction of major and life-threatening bleeding events in trans-femoral TAVI. *European Heart Journal*. 2018; 39: 2259. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy565.P2259>.

КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ ОСТЕОМИЕЛИТА ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ У ПАЦИЕНТА С COVID-19Кириленко Н.А.^{1,3}, Зяблова Е.И.^{2,3}, Агурина Н.В.^{2,3}, Воронова И.Г.^{2,3}

1 – ГБУЗ «Специализированная клиническая инфекционная больница» МЗ Краснодарского края. г. Краснодар, Россия.

2 – ГБУЗ «Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского» МЗ Краснодарского края. г. Краснодар, Россия.

3 – Кубанский государственный медицинский университет. г. Краснодар, Россия.

Анализ клинического случая новой коронавирусной инфекции, осложнившейся присоединением грибкового агента *Aspergillus*, протекавшего с поражением органов дыхания и костей лицевого скелета, демонстрирует диагностические возможности компьютерной томографии.

Материалы и методы. Клинический случай пациента, 62 лет, с жалобами на слабость, недомогание, сухой кашель и повышение температуры с последующим ухудшением состояния, потребовавшего госпитализации в инфекционную больницу. По данным компьютерной томографии выявлена полисегментарная деструктивная пневмония, а также остеомиелит костей лицевого скелета.

Результаты. Диагноз аспергиллезного остеомиелита костей лицевого скелета предположен на основе данных компьютерной томографии (в совокупности с изменениями в легких) и подтвержден исследованием биоматериала. В инфекционной больнице пациент получал антибактериальную, противогрибковую терапию и был выписан с улучшением по основному заболеванию (новой коронавирусной инфекции COVID-19, осложнившейся полисегментарной деструктивной пневмонией) с рекомендацией дальнейшего оперативного лечения в условиях стационара челюстно-лицевой хирургии. В отделении челюстно-лицевой хирургии больницы скорой медицинской помощи была выполнена операция в виде резекции костей лицевого скелета.

Обсуждение. Коронавирусная инфекция COVID-19 может протекать с различными осложнениями, в том числе такими редкими, как остеомиелит костей лицевого скелета, вызванный *Aspergillus*. В установлении диагноза, помимо клинического осмотра, ключевую роль играет компьютерная томография, а также гистологическая верификация.

Заключение. Компьютерная томография является высокоинформативным методом диагностики у пациентов с остеомиелитом челюстно-лицевой области, который позволяет уточнить локализацию, тяжесть и распространенность поражения, что влияет на дальнейшую тактику ведения пациента.

Ключевые слова: COVID-19, аспергиллез, осложнение, остеомиелит костей лицевого скелета.

Контактный автор: Кириленко Н.А., e-mail: nafany-78@mail.ru

Для цитирования: Кириленко Н.А., Зяблова Е.И., Агурина Н.В., Воронова И.Г. Клинический случай остеомиелита челюстно-лицевой области у пациента с COVID-19. REJR 2023; 13(4):110-119. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-110-119.

Статья получена: 28.10.23

Статья принята: 07.11.23

A CLINICAL CASE OF OSTEOMYELITIS OF THE MAXILLOFACIAL REGION IN A PATIENT WITH COVID-19

Kirilenko N.A.^{1,3}, Zyablova E.I.^{2,3}, Agurina N.V.^{2,3}, Voronova I.G.^{2,3}

1 – Specialized Clinical Infectious Hospital.

2 – Scientific Research Institute – S.V. Ochapovskiy Krasnodar Regional Clinical Hospital Number 1.

3 – Kuban State Medical University. Krasnodar, Russia.

Analysis of a clinical case of a new coronavirus infection, complicated by the spread of the fungal agent *Aspergillus*, which occurs with damage to the respiratory organs and bones of the facial skeleton, which is associated with the diagnostic capabilities of computed tomography.

Materials and methods. A clinical case of a 62-year-old patient with complaints of weakness, malaise, dry cough and fever, followed by follow-up of a condition that required hospitalization in an infectious diseases hospital. Computed tomography revealed polysegmental destructive pneumonia, as well as osteomyelitis of the facial bones.

Results. The diagnosis of *Aspergillus* osteomyelitis of the facial bones was suggested on the basis of computed tomography data (together with changes in the lungs) and confirmed by examination of biomaterial. In the infectious diseases hospital, the patient received antibacterial and antifungal therapy and was discharged with improvement in the underlying disease (new coronavirus infection COVID-19, complicated by polysegmental destructive pneumonia) with a recommendation for further surgical treatment in a maxillofacial surgery hospital. In the department of maxillofacial surgery of the emergency hospital, an operation was performed in the form of resection of the facial skeleton bones.

Discussion. Coronavirus infection COVID-19 can occur with various complications, including such rare ones as osteomyelitis of the facial bones caused by *Aspergillus*. While establishing a diagnosis, in addition to clinical examination, computed tomography plays a key role, as well as histological verification.

Conclusion. Computed tomography is a highly informative diagnostic method for patients with osteomyelitis of the maxillofacial region, which makes it possible to clarify the location, severity and extent of the lesion which affects further patient management tactics.

Keywords: COVID-19, aspergillosis, complication, osteomyelitis of facial bones.

Corresponding author: Kirilenko N.A., e-mail: Nafany-78@mail.ru

For citation: Kirilenko N.A., Zyablova E.I., Agurina N.V., Voronova I.G. A clinical case of osteomyelitis of the maxillofacial region in a patient with COVID-19. REJR 2023; 13(4):110-119. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-110-119.

Received: 28.10.23

Accepted: 07.11.23

Coronaviridae – это семейство РНК-вирусов, которое с 2019 года привлекло внимание эпидемиологов, микробиологов, клиницистов и политиков во всем мире и оказало огромное влияние на мировую экономику и повседневную жизнь, а также небывалую нагрузку на систему здравоохранения. Заболевание, вызываемое данным возбудителем, имеет широкий спектр проявлений, которые могут варьироваться от бессимптомного заболевания до смертельных исходов. Хотя большинство случаев протекают в легкой

форме, в 5% случаев может развиваться тяжелое заболевание, приводящее к повреждению нескольких органов [1].

До появления в 2019 году COVID-19 нитчатые грибы рода *Aspergillus*, распространенные по всему миру, считались редкой причиной инвазивного аспергиллеза легких, встречающейся в основном у пациентов с ослабленным иммунитетом (0,2%). В настоящее время считается, что они являются основной причиной таких опасных для жизни инвазивных грибковых инфекций, как пневмония и синусит, у пациентов с COVID-

19, особенно у пациентов с факторами риска, включая длительную нейтропению [2].

Для выявления и оценки характера патологических изменений при коронавирусной инфекции SARS-CoV-2 в легких и других анатомических областях необходимы не только клинические и лабораторные данные, но также комплексное рентгенологическое обследование – первичное и динамическое. Особое значение имеет компьютерная томография, входящая в обязательный стандарт обследования [3].

Клинический случай.

Представлено клиническое наблюдение острого развития инвазивного аспергиллеза челюстно-лицевой области у пациента с подтвержденной новой коронавирусной инфекцией без факторов риска развития инвазивного аспергиллеза.

Пациент К., 62 лет, поступил в отделение интенсивной терапии краевой инфекционной больницы с жалобами на общую слабость, сухой кашель, температуру до 39°C, выраженную одышку. Из анамнеза известно, что болен в течение 14 дней, заболел остро, предъявлял жалобы на слабость, недомогание, сухой кашель, температуру до 37,4°C. Мазок из ротоглотки на SARS-CoV-2 дал по-

ложительный результат, подтверждена новая коронавирусная инфекция. Несмотря на проводимое симптоматическое лечение в амбулаторных условиях, а затем в условиях стационара по месту жительства – гормональную, антибактериальную и противовирусную терапию – астенический и респираторный синдромы нарастали в динамике, что потребовало перевода в стационар краевой инфекционной больницы.

Сахарный диабет, туберкулез, вирусный гепатит, инфекцию вируса иммунодефицита человека в анамнезе пациент отрицает.

Объективно: температура тела 39°C, состояние при поступлении – тяжелое, сознание ясное, положение активное. Кожа бледная, высыпаний нет, влажность обычная. Периферические лимфатические узлы не увеличены. Частота дыхательных движений – 22 в минуту, насыщение артериальной крови кислородом снижено до 90%. Пульс был учащенным – до 90 в минуту. Артериальное давление составляло 130/60 мм рт. ст. Лабораторные данные: лейкоцитоз, нейтрофилез, С-реактивный белок – 138.

При поступлении была выполнена компьютерная томография органов грудной

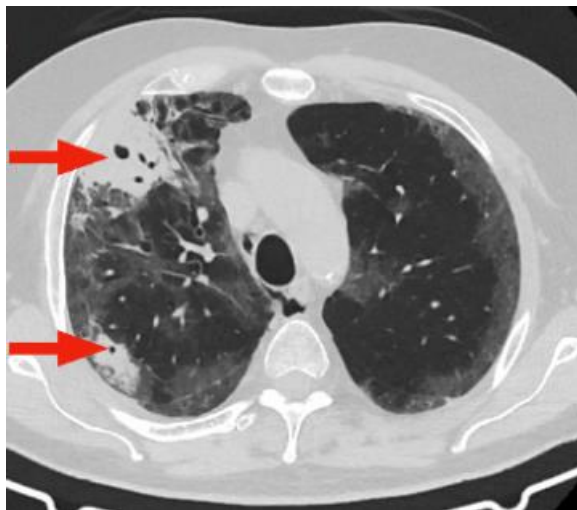


Рис. 1 а (Fig. 1 а)

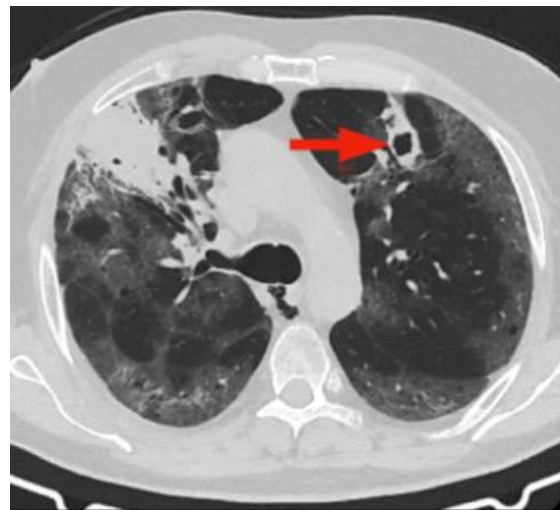


Рис. 1 б (Fig. 1 б)

Рис. 1. КТ органов грудной клетки, аксиальная плоскость, легочное окно.

а, б – в С3 левого легкого и С2, С3 правого легкого участки консолидации легочной ткани с полостями деструкции (стрелки), в субплевральных и центральных отделах верхних долей обоих легких определяются обширные участки интерстициальной инфильтрации по типу «матового стекла», ретикулярные изменения..

Fig. 1. CT scan of the chest, axial section, lung window.

а, б – in S3 of the left lung and S2,3 of the right lung there are areas of consolidation of lung tissue with destruction cavities (arrows); in the subpleural and central parts of the upper lobes of both lungs extensive areas of interstitial infiltration of the “ground glass” opacity and reticular changes are determined.

клетки (рис. 1). В паренхиме обоих легких, преимущественно субплеврально и в центральных отделах, выявляются участки интерстициальной инфильтрации легочной ткани по типу «матового стекла», в верхних долях обоих легких определяются участки консолидации неправильной формы до 1,5 см в левом легком и 4,0 см в правом легком, с мелкими, до 10 мм, полостями деструкции. Объем поражения паренхимы обоих легких составил 75%. Просветы трахеи и крупных бронхов свободны. Жидкости в плевральных полостях, перикарде не выявлено. Увеличенных внутригрудных и подмышечных лимфоузлов нет. Заключение: КТ-картина двусторонней полисегментарной деструктивной пневмонии смешанного генеза (вирусной и бактериальной этиологии), степень тяжести – КТ-3.

В течение последующих 9 дней проводилась антибактериальная терапия, таргетная терапия моноклональными антителами, имеющиеся явления дыхательной недостаточности 2 степени потребовали назначения высокопоточной оксигенотерапии потоком 60-45 л/мин.

При контрольной КТ органов грудной клетки на 9-й день госпитализации (рис. 2) отмечается отрицательная динамика: нарастание инфильтративных изменений в верх-

ней доле левого легкого (С3) как за счет зон «матового стекла», так и объема консолидации, увеличились размеры и количество полостей деструкции (в верхних долях обоих легких). Степень тяжести поражения – КТ-4, объем поражения легких составил 77%.

В течение последующих 7 дней состояние пациента улучшалось, потребность в кислороде снизилась, вплоть до его отмены.

На 18-е сутки госпитализации пациент стал предъявлять жалобы на онемение крыла носа справа, а также правой щеки. Проведена компьютерная томография околоносовых синусов (рис. 3): в обоих верхнечелюстных синусах выявлено небольшое количество пристеночного содержимого, утолщена слизистая правого верхнечелюстного синуса, в его передней, нижней и верхней стенках, а также в твердом небе справа определяются мелкие, до 1-1,5 мм очаги деструкции. Утолщена слизистая, определяется содержимое в клетках решетчатого лабиринта справа. Клиновидный и лобный синусы воздушны. Заключение: КТ-признаки полисинусита, остеомиелита верхней челюсти справа, твердого неба справа. Учитывая изменения в легких и признаки остеомиелита костей лицевого скелета, рентгенолог в заключении отразил возможность грибковой этиологии процесса, в связи с чем, больному была



Рис. 2 а (Fig. 2 а)

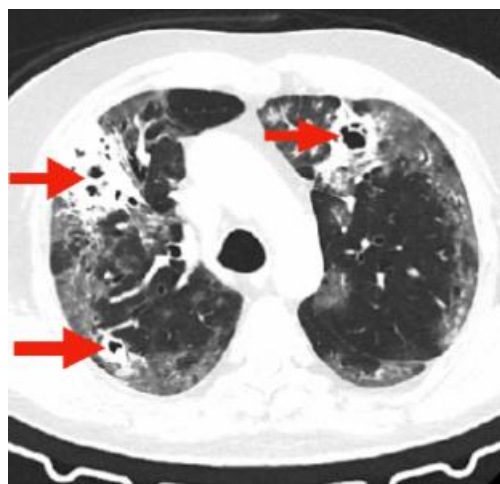


Рис. 2 б (Fig. 2 б)

Рис. 2. Контрольная КТ органов грудной клетки на 9-й день госпитализации. Аксиальная плоскость, легочное окно.

а, б – увеличение объема консолидации в С3 обоих легких, увеличение размеров полостей деструкции (стрелки).

Fig. 2. Control CT scan of the chest on the 9th day of the hospital stay. Axial section, lung window.

а, б – an increase in the volume of consolidation in S3 of both lungs, an increase in size of the destruction cavities (arrows).

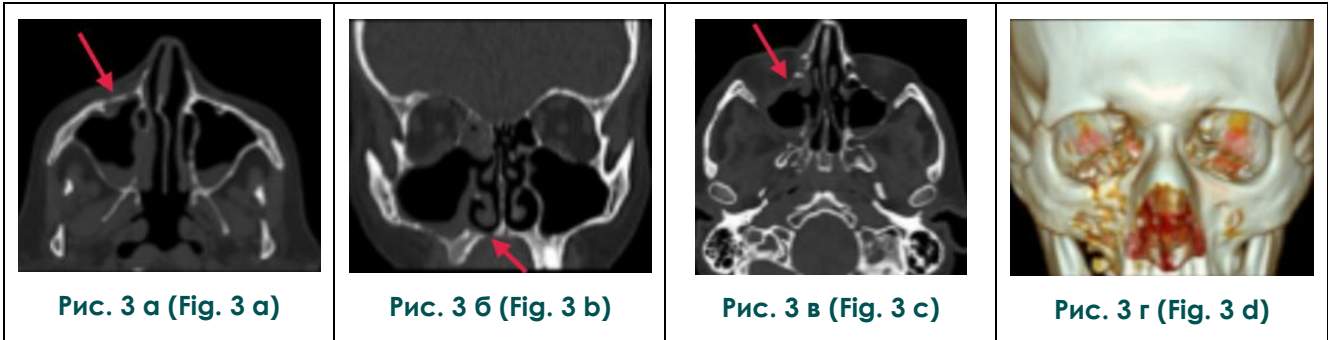


Рис. 3. КТ околоносовых синусов, 18-й день пребывания в стационаре.

а, в – аксиальная плоскость; в обоих верхнечелюстных синусах отмечается пристеночное содержимое, утолщена слизистая правого верхнечелюстного синуса, определяются очаги деструкции в нижней и передней стенках правого верхнечелюстного синуса (стрелки).

б – корональный срез; дефект в правых отделах твердого неба до 1,5 мм (стрелка).

г – 3D-реконструкция; очаги деструкции передней стенки правого верхнечелюстного синуса.

Fig. 3. CT scan of the paranasal sinuses, 18th day of the hospital stay.

а, с – axial section; parietal content is noted in both maxillary sinuses, the mucous membrane of the right maxillary sinus is thickened, foci of destruction are identified in the lower and anterior walls of the right maxillary sinus (arrows).

б – coronal section; defect in the right parts of the hard palate up to 1.5 mm (arrow).

д – 3D reconstruction; foci of destruction of the anterior wall of the right maxillary sinus.

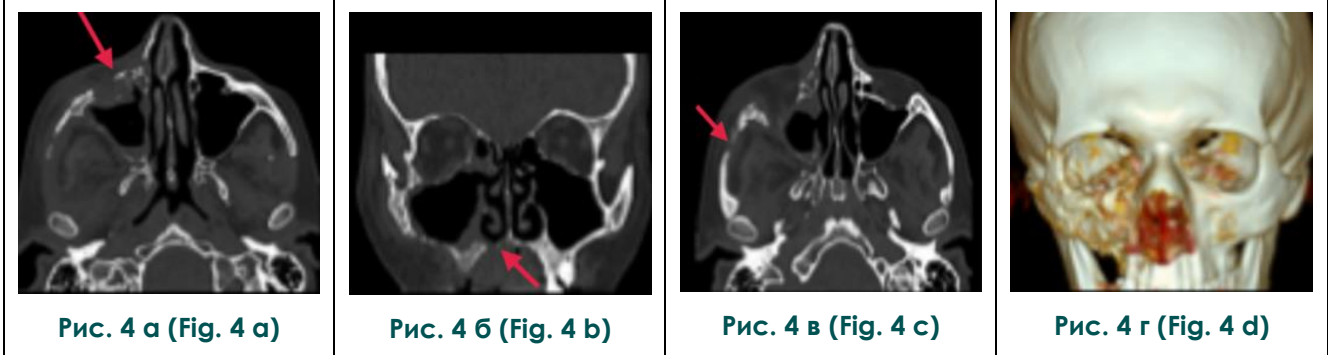


Рис. 4. Контрольная КТ околоносовых синусов.

а, в – аксиальная плоскость; отрицательная динамика деструктивных изменений костных стенок правого верхнечелюстного синуса (длинна стрелка), появление деструкции дуги скуловой кости справа (короткая стрелка), стенок носослезного канала.

б – корональная плоскость; увеличение протяженности деструкции твердого неба (стрелка).

г – 3D-реконструкция – участки деструкции стенок правой верхнечелюстной пазухи.

Fig. 4. Control CT scan of the paranasal sinuses.

а, с – axial section; negative dynamics of destructive changes in the bone walls of the right maxillary sinus (long arrow), the appearance of destruction of the arch of the zygomatic bone on the right (short arrow), destruction of the walls of the nasolacrimal canal.

б – coronal section; increasing of the the extent of the destruction of the hard palate (arrow)

д – 3D reconstruction; areas of destruction of the right maxillary sinus walls.



Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. КТ органов грудной клетки на 35-е сутки. Аксиальная плоскость, легочное окно.

Уменьшение протяженности зон «матового стекла» в верхних долях обоих легких, уменьшение объема зон консолидации в С3 обоих легких и отсутствие в них полостей деструкции (стрелки), зона консолидации в С2 правого легкого не определяется.

Fig. 5. CT scan of the chest on the 35th day. Axial section, lung window.

A decrease in the extent of zones of ground glass opacities in the upper lobes of both lungs, a decrease in the volume of consolidation zones in segment 3 of both lungs and the absence of destruction cavities in them (arrows), a consolidation zone in S2 of the right lung is not determined.

назначена антимикотическая терапия.

В течение последующих дней у пациента сохранялись боль и онемение щеки и крыла носа справа, появилась боль в области твердого неба, выбухание, отечность слизистой неба. При контрольной КТ околоносовых синусов на 35-е сутки (рис. 4) выявлена отрицательная динамика изменений: отмечено нарастание протяженности деструктивных изменений костей верхней челюсти, преимущественно справа, в большей степени утолщена слизистая правого верхнечелюстного синуса; появились очаги деструкции в стенке решетчатого лабиринта справа, стенках правого носослезного канала. Увеличилась протяженность очагов деструкции в твердом небе справа, а также появились очаги деструкции дуги правой скуловой кости. Прилежащая клетчатка инфильтрирована.

Учитывая отрицательные изменения деструктивного процесса костей лицевого скелета, назначена пункция правого верхнечелюстного синуса. В мазках выявлены *Aspergillus fumigatus* в сочетании с *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Stenotrophomonas*. После получения результатов исследования биоматериала провели коррекцию системной антимикотической терапии.

На 35-е сутки нахождения в стационаре выполнена контрольная КТ органов грудной клетки (рис. 6), отмечена положительная КТ-динамика двустороннего инфильтративно-деструктивного процесса в легких за счет уменьшения размеров деструктивных полостей и распространенности инфильтрации, нарастания консолидации.

Пациент был выписан с выздоровлением по основному заболеванию (новой коронавирусной инфекции COVID-19, осложнившейся полисегментарной деструктивной пневмонией) с остаточными явлениями на дальнейшее лечение у челюстно-лицевого хирурга.

При контрольном КТ-исследовании околоносовых синусов, выполненном через год (рис. 6) после оперативного вмешательства: состояние после резекции костей лицевого скелета справа. Деструктивных изменений костей лицевого скелета не определяется.

Обсуждение.

Термин аспергиллез относится к спектру проявлений заболевания, вызываемого грибом *Aspergillus* spp. Эти проявления зависят от факторов, связанных с хозяином, иммунным ответом и областью инфекции [4]. Виды *Aspergillus* являются наиболее распространенными грибами в окружающей среде, а аспергиллез является вторым по распространенности оппортунистическим микозом [5]. *Aspergillus* обычно встречается в почве и разлагающемся растительном материале и секретирует несколько протеолитических ферментов. Как правило, основными видами, вызывающими инфекции, являются *Aspergillus fumigates*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger* и *Aspergillus terreus*. Заражение грибом происходит при вдыхании спор, которые проникают в дыхательные пути и вызывают воспаление в легких [4].

Как правило, основным местом заражения *Aspergillus* являются легкие, что происходит из-за способности спор колонизировать дыхательные пути, при этом обычно поражаются и другие прилегающие структуры такие, как плевра и лимфатические узлы [4]. Аспергиллез может проявляться двумя раз-

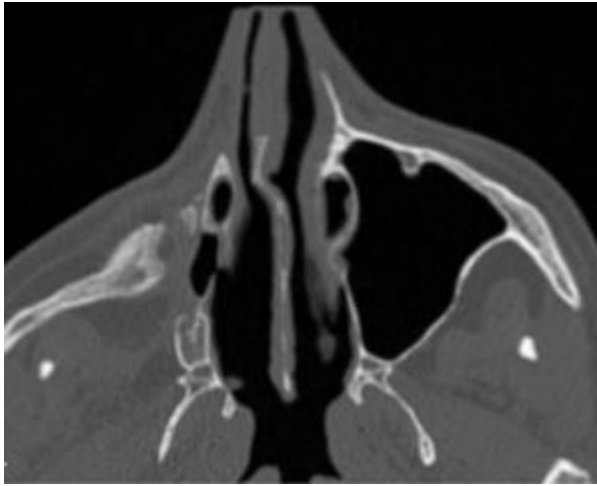


Рис. 6 а (Fig. 6 a)



Рис. 6 б (Fig. 6 b)

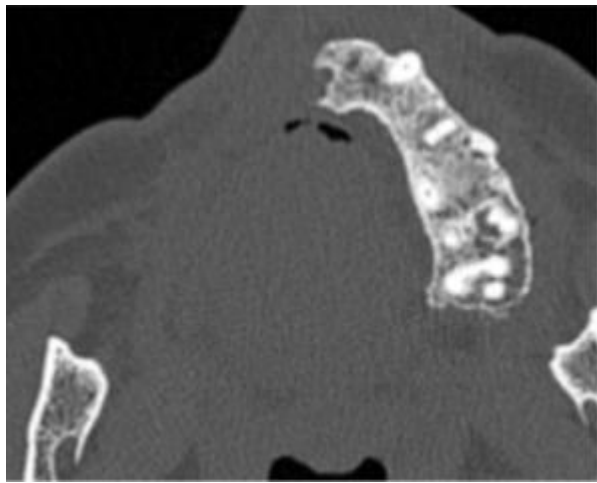


Рис. 6 в (Fig. 6 c)



Рис. 6 г (Fig. 6 d)

Рис. 6. КТ околоносовых синусов после резекции костей лицевого скелета справа.

а – аксиальный срез на уровне верхнечелюстных синусов, костное окно. б – корональная проекция, костное окно. в – аксиальный срез на уровне тела верхней челюсти, костное окно. г – 3D-реконструкция.

Fig. 6. CT scan of the paranasal sinuses after resection of the facial bones on the right.

а – axial section at the level of the maxillary sinuses, bone window. б – frontal section, bone window. в – axial section at the level of the body of the maxillary bone, bone window. д – 3D reconstruction.

личными способами: неинвазивным и инвазивным. Для неинвазивной формы преимущественно характерны аспергиллома, аллергический бронхолегочный аспергиллез и хроническая форма аспергиллеза легких (считаемая полуинвазивной формой). Инвазивными формами являются преимущественно инвазивный аспергиллез легких и трахеобронхиальный аспергиллез. Реже встречается такой внелегочный аспергиллез, как аспергиллез глазных яблок, лицевого скелета, костей основания черепа и аспергиллез центральной нервной системы [4]. В области го-

ловы и шеи гайморова пазуха является наиболее часто поражаемым местом заражения *Aspergillus* [6]. Аспергиллез верхнечелюстной пазухи может возникать как первичный очаг или проявляться как диссеминированная инфекция легочного происхождения. В полости пазухи может развиваться аспергиллома (грибковый шар) или наблюдаться инвазивное заболевание [4]. В некоторых случаях инфекция может распространиться на полость рта, поражая преимущественно соседние структуры такие, как твердое и мягкое небо [4].

Аспергиллы как возбудитель в большинстве своем не могут активно проникать через неповрежденные слизистые оболочки или неповрежденную кожу, так как у них отсутствуют кератолитические ферменты, в связи с чем, глубокие структуры поражаются меньше [7]. В этом контексте аспергиллез полости рта может быть вызван предшествующими инфекциями полости рта, эндодонтическим лечением верхних зубов или инфицированием цемента корневых каналов или эндодонтических материалов, что способствует росту грибов [8]. Аспергиллезный остеомиелит – редкая форма аспергиллеза, поражающая преимущественно ребра, позвонки и череп, возникающая в результате смежного распространения инфекции, прямой инфекции в результате хирургического вмешательства, травмы и гематогенного распространения [9]. Наш случай описывает аспергиллез верхней челюсти, который возник во время течения новой коронавирусной инфекции с поражением легких. Также важно отметить, что этот пациент был иммунокомпетентен, что делает этот случай еще более редким.

Классически аспергиллез полости рта представляет собой две клиничко-патологические стадии [10]. На начальной стадии на десне наблюдаются изолированные фиолетовые участки, которые могут прогрессировать до серовато-некротических язв с псевдомембраной. Как правило, в основании язвы наблюдается сосудистая инвазия, которая может привести к поздней фазе, характеризующейся разрушением альвеолярного отростка челюсти [11]. Наш случай представлял собой болезненную припухлость в области твердого неба. Компьютерная томография позволила выявить деструктивное поражение верхней челюсти, а при исследовании биоматериала обнаружили *Aspergillus*. Важно отметить, что рентгенолог играет ключевую роль в установлении диагноза.

Обычно остеомиелит челюсти связан с бактериальными инфекциями и проявляется в виде отека, боли и появления свищей [2]. Грибковый остеомиелит встречается редко и чаще всего вызывается кандидозной инфекцией [12]. Аспергиллезный остеомиелит встречается еще реже, но упоминается в англоязычной литературе. В обзоре 310 случаев аспергиллезного остеомиелита показано, что только 18% случаев локализовались в основании черепа, околоносовых пазухах и челюсти [8]. Опубликовано очень небольшое количество исследований аспергиллеза нижней челюсти, в основном у пациентов с ослабленным иммунитетом [8 - 10].

Лабораторное подтверждение может быть сделано путем микробиологического и гистологического исследования материала с использованием иодной кислоты Шиффа (PAS) или окраски метенамин-серебро Грокотта-Гомори [7]. Некоторые лабораторные методы также могут быть полезны в диагностике аспергиллеза, например, исследование циркулирующих антигенов и компонентов грибковой стенки в плазме пациента. Однако результаты могут быть неспецифичными [4]. Идентификация вида не всегда необходима, но в случаях, устойчивых к стандартной противогрибковой терапии, необходимо провести идентификацию для определения специфической лекарственной терапии [4]. Если диагноз подтвержден, аспергиллез полости рта требует мультидисциплинарного подхода. Поражения полости рта лечат системными противогрибковыми препаратами и местной хирургической обработкой [12]. Поскольку у текущего пациента наблюдалось тяжелое общее состояние по основному заболеванию, связанному с полисегментарной деструктивной пневмонией, было принято решение о назначении противогрибковой терапии в условиях инфекционной больницы, не прибегая к оперативному лечению. В конечном итоге пациент был выписан и отправлен на консультацию к челюстно-лицевому хирургу с последующим выполнением хирургической обработки верхней челюсти.

Факторы риска развития аспергиллеза широко известны [7, 11]. Иммуносупрессия при трансплантации костного мозга делает аспергиллез основной оппортунистической грибковой инфекцией для этой группы пациентов [11]. Число случаев аспергиллеза увеличивается, и это может быть связано с тем, что за счет новых иммунодепрессивных и химиотерапевтических схем увеличилось число пациентов с ослабленным иммунитетом. Кроме того, важно отметить, что факторы риска могут возникнуть с появлением новых заболеваний или методов лечения, которые напрямую влияют на иммунную функцию организма [4]. Например, вирусные респираторные инфекции считаются серьезным фактором риска заражения аспергиллезом, что важно для текущей глобальной ситуации в области здравоохранения [2].

У пациентов, инфицированных SARS-CoV-2, может развиваться инвазивный аспергиллез, известный как легочный аспергиллез, связанный с COVID-19 [12]. Считается, что повреждение эпителия, иммунная дисрегуляция и нарушение ресничного клиренса могут привести к инвазии тканей *Aspergillus*.

Кроме того, эти пациенты могут получать дексаметазон, барицитиниб и тоцилизумаб, которые являются иммуномодулирующими препаратами [4]. В последнее время в литературе описаны случаи остеомиелита при аспергиллезе костей лицевого скелета у пациентов, перенесших COVID-19 [8]. В частности, в области нижней челюсти в одной статье описаны два случая остеомиелита, но только у одного пациента в качестве причины костной инфекции было указано наличие *Aspergillus* [8]. В нашем клиническом случае у пациента к предрасполагающим для развития грибковой инфекции факторам можно отнести, помимо наличия коронавирусной инфекции, лечение глюкокортикостероидами и таргетную терапию моноклональными антителами, а также длительное нахождение на высокопоточной оксигенотерапии в условиях отделения реанимации.

По данным зарубежных исследователей, клинические проявления инвазивного микоза развивались в среднем на 14 суток \pm 10 дней после диагностики COVID-19, при этом симптомы могли обнаруживать как в первые сутки заболевания, так и через 3 месяца (0 - 90 дней) [8]. В нашем случае первые жалобы на онемение крыла носа справа и правой щеки появились на 32-е сутки от начала заболевания, начало клинических проявлений патологического процесса в челюстно-лицевой области совпало со временем нахождения пациента в стационаре и лечением, диагноз микоза был выставлен через 7 дней от момента появления первых симптомов, что можно считать своевременной диагностикой.

Таким образом, аспергиллезный остео-

миелит нижней челюсти может проявляться признаками, которые можно ошибочно принять за бактериальный остеомиелит. Другие микроорганизмы такие, как *Aspergillus*, следует учитывать в случаях инфекций костей, которые не заживают после хирургической обработки и терапии антибиотиками, даже если пациент иммунокомпетентен [5]. Поэтому важно подчеркнуть, что в случаях подозрения на остеомиелит костей лицевого скелета, резистентный к стандартным хирургическим и фармакологическим методам лечения, вовлеченный микроорганизм должен быть исследован с помощью культурного посева или микроскопического анализа.

Выводы.

Данный случай демонстрирует благоприятный исход тяжелого и длительного течения ко-инфекции, а также отражает важную роль компьютерной томографии в динамическом наблюдении таких пациентов.

Необходимо рассматривать взаимосвязь между назначенным лечением и возникновением такого осложнения, как синусит, вызванный *Aspergillus fumigatus*. Присоединение грибковых возбудителей является угрозой при лечении пациентов и может влиять на исход. Поэтому необходимо строго следовать клиническим рекомендациям для надлежащего использования глюкокортикостероидов и антибактериальных препаратов.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Ерёмин А.В., Чехонацкая М.Л., Николенко В.Н., Ильясова Е.Б., Смолькина Е.П., Чехонацкий А.А., Кондратьева О.А., Гаврюшова Л.В. Постковидный некроз челюстно-лицевой области. *REJR*. 2022; 12 (4): 22-29. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-4-22-29.
2. Thompson, G.R., III; Cornely, O.A.; Pappas, P.G.; Patterson, T.F.; Hoenigl, M.; Jenks, J.D.; Clancy, C.J.; Nguyen, M.H. Invasive aspergillosis as an under-recognized superinfection in COVID-19. *Open Forum Infect. Dis.* 2020; 19: ofaa242. DOI: 10.1093/ofid/ofaa242.
3. Аржанцев А.П. Рентгенологические проявления остеомиелитов челюстей. *REJR*. 2021; 11(1):28-42. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-28-42.
4. Telles, D.R.; Karki, N.; Marshall, M.W. Oral fungal infections: Diagnosis and management. *Dent. Clin. N. Am.* 2017; 61: 319-349. DOI: 10.1016/j.cden.2016.12.004.
5. Urs, A.B.; Singh, H.; Nunia, K.; Mohanty, S.; Gupta, S. Post endodontic Aspergillosis in an immunocompetent individual. *J. Clin. Exp. Dent.* 2015; 7: e535-e539. DOI: 10.4317/jced.52247.
6. Doub JB, Mathur P. Duration of posaconazole therapy for *Aspergillus fumigatus* osteomyelitis dictated by serial monitoring of 1,3-beta-D glucan. *Infection*. 2020; 48 (6): 959-963. DOI: 10.1007/s15010-020-01489-2.
7. Myoken, Y.; Sugata, T.; Kyo, T.I.; Fujihara, M. Pathological features of invasive oral aspergillosis in patients with hematological malignancies. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1996; 54: 263-270. DOI:10.1016/S0278-2391(96)90737-5.
8. Gabrielli, E.; Fothergill, A.W.; Brescini, L.; Sutton, D.A.; Marchionni, E.; Orsetti, E.; Staf-folani, S.; Castelli, P.; Gesuita, R.; Barchiesi, F. Osteomyelitis caused by *Aspergillus* species: A review of 310 reported cases. *Clin. Microbiol. Infect.* 2014; 20: 559-565. DOI: 10.1111/1469-0691.12389.
9. Lador N, Polacheck I, Gural A, Sanatski E, Garfunkel A. A trifungal infection of the mandible: case report and literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101 (4): 451-6. DOI: 10.1016/j.tripleo.2005.07.022.
10. Chugh, A.; Pandey, A.K.; Goyal, A.; Soni, K.; Jain, V.;

Thirunavukkarasu, B.; Vedant, D.; Kumar, D.; Kumar, P. Atypical presentations of fungal osteomyelitis during post COVID-19 out-break. Case series. *J. Oral Maxillofac. Surg. Med. Pathol.* 2022; 34: 622-627. DOI: 10.1016/j.ajoms.2022.03.007.

11. Neofytos D, Horn D, Anaissie E, Steinbach W, Olyaei A, Fishman J, Pfaller M, Chang C, Webster K, Marr K. *Epidemiology and outcome of invasive fungal infection in adult hema-*

References:

1. Eremin A.V., Chekhonatskaya M.L., Nikolenko V.N., Ilyasova E.B., Smolkina E.P., Chekho-natsky A.A., Kon-dratyeva O.A., Gavryushova L.V. Post-Covid necrosis of the maxillofacial region. *REIR.* 2022; 12 (4): 22-29. DOI: 10.21569/2222-7415-2022-12-4-22-29 (in Russian).
2. Thompson, G.R., III; Cornely, O.A.; Pappas, P.G.; Patterson, T.F.; Hoenigl, M.; Jenks, J.D.; Clancy, C.J.; Nguyen, M.H. Invasive aspergillosis as an under-recognized superinfection in COVID-19. *Open Forum Infect. Dis.* 2020; 19: ofaa242. DOI: 10.1093/ofid/ofaa242.
3. Arzhantev A.P. X-ray manifestations of osteomyelitis jaws. *REJR.* 2021; 11 (1): 28-42. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-1-28-42 (in Russian).
4. Telles, D.R.; Karki, N.; Marshall, M.W. Oral fungal infections: Diagnosis and management. *Dent. Clin. N. Am.* 2017; 61: 319-349. DOI: 10.1016/j.cden.2016.12.004.
5. Urs, A.B.; Singh, H.; Nunia, K.; Mohanty, S.; Gupta, S. Post endodontic Aspergillosis in an immunocompetent individual. *J. Clin. Exp. Dent.* 2015; 7: e535-e539. DOI: 10.4317/jced.52247.
6. Doub JB, Mathur P. Duration of posaconazole therapy for *Aspergillus fumigatus* osteomyelitis dictated by serial monitoring of 1,3-beta-D glucan. *Infection.* 2020; 48 (6): 959-963. DOI: 10.1007/s15010-020-01489-2.
7. Myoken, Y.; Sugata, T.; Kyo, T.I.; Fujihara, M. Pathological features of invasive oral aspergillosis in patients with hematological malignancies. *J. Oral Maxillofac. Surg.* 1996; 54:

topoietic stem cell transplant recipients: analysis of Multicenter Prospective Antifungal Therapy (PATH) Alliance registry. *Clin Infect Dis.* 2009; 48 (3): 265-73. DOI: 10.1086/595846.

12. Suresh A, Joshi A, Desai AK, Juturu U, Kurian DJ, Jain P, Kulkarni RD, Kumar N. Covid-19-associated fungal osteomyelitis of jaws and sinuses: An experience-driven management proto-col. *Med Mycol.* 2022; 60 (2): myab082. DOI: 10.1093/mmy/myab082.

263-270. DOI:10.1016/S0278-2391(96)90737-5.

8. Gabrielli, E.; Fothergill, A.W.; Brescini, L.; Sutton, D.A.; Marchionni, E.; Orsetti, E.; Staffolani, S.; Castelli, P.; Gesuita, R.; Barchiesi, F. Osteomyelitis caused by *Aspergillus* species: A review of 310 reported cases. *Clin. Microbiol. Infect.* 2014; 20: 559-565. DOI: 10.1111/1469-0691.12389.

9. Lador N, Polacheck I, Gural A, Sanatski E, Garfunkel A. A trifungal infection of the mandible: case report and literature review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2006; 101 (4): 451-6. DOI: 10.1016/j.tripleo.2005.07.022.

10. Chugh, A.; Pandey, A.K.; Goyal, A.; Soni, K.; Jain, V.; Thirunavukkarasu, B.; Vedant, D.; Kumar, D.; Kumar, P. Atypical presentations of fungal osteomyelitis during post COVID-19 outbreak. Case series. *J. Oral Maxillofac. Surg. Med. Pathol.* 2022; 34: 622-627. DOI: 10.1016/j.ajoms.2022.03.007.

11. Neofytos D, Horn D, Anaissie E, Steinbach W, Olyaei A, Fishman J, Pfaller M, Chang C, Webster K, Marr K. *Epidemiology and outcome of invasive fungal infection in adult hema-topoietic stem cell transplant recipients: analysis of Multicenter Prospective Antifungal Therapy (PATH) Alliance registry.* *Clin Infect Dis.* 2009; 48 (3): 265-73. DOI: 10.1086/595846.

12. Suresh A, Joshi A, Desai AK, Juturu U, Kurian DJ, Jain P, Kulkarni RD, Kumar N. Covid-19-associated fungal osteomyelitis of jaws and sinuses: An experience-driven management protocol. *Med Mycol.* 2022; 60 (2): myab082. DOI: 10.1093/mmy/myab082.

ПЛОСКОКЛЕТОЧНЫЙ РАК В ДИВЕРТИКУЛЕ МОЧЕВОГО ПУЗЫРЯ

Аксенова С.П., Иванников М.Е., Нуднов Н.В.

ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» МЗ РФ (ФГБУ «РНЦРР» МЗ РФ), г. Москва, Россия.

Цель исследования. Продемонстрировать клинический случай выявления плоскоклеточного рака в дивертикуле мочевого пузыря.

Материалы и методы. Пациентка 83-х лет с диагнозом: рак мочевого пузыря, локализованный в крупном дивертикуле боковой стенки пузыря. Диагностика заболевания проводилась инструментальным (цистоскопия), лучевым (мультипараметрическая МРТ) и патоморфологическим методами. Наблюдение проводилось в течение 1 года.

Результаты. В представленном случае у пациентки при пересмотре МР-исследования было обнаружено объемное солидное образование в клетчатке правых отделов малого таза. Проведенная цистоскопия оказалась неинформативной, и только последующая трансвагинальная биопсия подтвердила наличие у пациентки плоскоклеточного рака. Проведенное после селективной химиоэмболизации МР-исследование продемонстрировало положительную динамику в виде частичного регресса опухоли, благодаря чему стал виден просвет дивертикула, в стенке которого и было локализовано данное новообразование. МР-исследование через 6 месяцев показало в свою очередь отрицательную динамику и увеличение размера опухоли.

Обсуждение. Описанный случай представляет особый интерес в плане дифференциальной диагностики объемного образования малого таза. Постановка окончательного диагноза была осложнена некрозом внутриполостного опухолевого компонента и отсутствием визуализации просвета дивертикула. Подобные случаи сочетания плоскоклеточного рака с локализацией в дивертикуле крайне редки и описаны в литературе только в виде отдельных клинических наблюдений.

Заключение. Редкая локализация опухоли в дивертикуле мочевого пузыря, имитирующая внеорганные образования малого таза, затруднила диагностику и своевременное начало лечения. Несмотря на проведенную селективную химиоэмболизацию опухоли мочевого пузыря, крупный объем опухоли и возраст пациентки не позволили добиться ремиссии заболевания. В тоже время, данное клиническое наблюдение показывает, что мультипараметрическая МРТ является методом выбора в диагностике опухолей малого таза.

Ключевые слова: клинический случай, интрадивертикулярные опухоли мочевого пузыря, плоскоклеточный рак, рак мочевого пузыря, дивертикул мочевого пузыря.

Контактный автор: Аксенова С.П., e-mail: fabella@mail.ru.

Для цитирования: Аксенова С.П., Иванников М.Е., Нуднов Н.В. Плоскоклеточный рак в дивертикуле мочевого пузыря. REJR 2023; 13(4):120-132. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-120-132.

Статья получена: 11.09.23

Статья принята: 30.10.23

SQUAMOUS CELL CARCINOMA IN URINARY BLADDER DIVERTICULUM

Aksenova S.P., Ivannikov M.E., Nudnov N.V.

Russian Scientific Center of Roentgenoradiology. Moscow, Russia.

Purpose. To showcase a clinical instance of squamous cell carcinoma identified within a bladder diverticulum and to review other similar cases in the literature.

Materials and methods. An 83-year-old patient with a diagnosis of bladder cancer, localized in a large diverticulum of the lateral wall of the bladder. Diagnosis of the disease was carried out by instrumental (cystoscopy), radiation (multiparametric MRI) and pathomorphological methods. The patient was followed up for 1 year.

Results. In the presented case, a solid mass was found in the right pelvic cellular tissue on MRI examination. Cystoscopy was uninformative and only a subsequent transvaginal biopsy confirmed the presence of squamous cell carcinoma. After selective chemoembolization, MRI showed positive dynamics of tumor volume regression, revealing the lumen of the diverticulum in whose wall this neoplasm was localized. MRI examination after 6 months showed negative dynamics and increase of tumor size.

Discussion. This case is of particular interest in terms of the differential diagnosis of pelvic neoplasms. The final diagnosis was complicated by necrosis of the intracavitary tumor component and lack of visualization of the lumen of the diverticulum. Such cases of a combination of squamous cell carcinoma with localization in the diverticulum are extremely rare and are described in the literature only as isolated clinical observations.

Conclusion. The rare localization of the tumor in the diverticulum of the bladder, which mimics an extra-organ formation of the small pelvis, made it difficult to diagnose and timely start treatment. Despite the selective chemoembolization of the bladder tumor, the large volume of the tumor and the age of the patient did not allow achieving remission of the disease. At the same time, this clinical observation shows that multiparametric MRI is the method of choice in the diagnosis of pelvic tumors.

Keywords: case report, intradiverticular bladder tumors, carcinoma, squamous cell, urinary bladder neoplasms, diverticulum.

Corresponding author: Aksenova S.P., e-mail: fabella667@gmail.com

For citation: Aksenova S.P., Ivannikov M.E., Nudnov N.V. Squamous cell carcinoma in urinary bladder diverticulum. REJR 2023; 13(4):120-132. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-120-132.

Received: 11.09.23

Accepted: 30.10.23

Рак мочевого пузыря (РМП) – это злокачественное новообразование, развивающееся из слизистой оболочки мочевого пузыря. Данная патология представляет собой актуальную проблему для современной медицины. Так, примерно 3% всех впервые выявленных диагнозов рака и 2,1% всех смертей от рака связаны с заболеванием мочевого пузыря [1]. В России по данным за 2021 год заболеваемость РМП среди мужчин составила 11,33 на 100 тыс. населения и 2,02 на 100 тыс. населения среди женщин. При этом показатели смертности: 4,04 на 100 тыс. населения у мужчин, 0,58 на 100 тыс. населения у женщин [2].

Гистологические варианты злокачественных новообразований мочевого пузыря принято разделять на две группы в зависимости от происхождения: эпителиальные (рак мочевого пузыря) и неэпителиальные. При этом более 95% всех случаев новообразований приходится именно на эпителиальные опухоли. Среди данной группы наиболее распространённым гистологическим вариантом является уротелиальный рак (переходно-клеточный) – 90%, за которым следует плоскоклеточный рак – 2-7%, и аденокарцинома – 2% [3,4]. Плоскоклеточный рак мочевого пузыря в свою очередь подразделяется на две группы в зависимости от этиологии: ассоциированный и не ассоциированный с

шистосомозом [4]. Факторами риска для плоскоклеточного рака, не ассоциированного с шистосомозом, являются: курение, нейрогенный мочевой пузырь, хроническое раздражение мочевого пузыря (у пациентов с мочевым катетером), рецидивирующая инфекция мочевых путей, камни в мочевом пузыре, инфицирование вирусом папилломы человека (ВПЧ) и терапия циклофосфамидом [Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден, Ошибка: источник перекрёстной ссылки не найден]. Также стоит отметить, что плоскоклеточный рак мочевого пузыря чаще развивается среди мужского населения, с соотношением случаев у мужчин и женщин равным 3:2 [4]. Gordetsky J. et al. указывают, что подавляющая часть факторов риска обладает общим патогенетическим механизмом – хроническим воспалением стенки мочевого пузыря [5]. Подобное хроническое воспаление может развиваться и в дивертикуле мочевого пузыря на фоне застоя мочи, постоянного воздействия канцерогенов и инфекции, вызванной ВПЧ, что может стимулировать неопластические изменения [6,7,8].

Опухоли, локализованные в дивертикуле мочевого пузыря, встречаются крайне редко, составляя лишь 0,8% - 1% от всех новообразований мочевого пузыря [6,7]. В исследовании, проведённом Katsimperis S. et al. и основанном на данных 498 пациентов с раком в дивертикуле, плоскоклеточный рак был выявлен только в 5,22% всех случаев [8].

В найденных нами описаниях отдельных клинических случаев применялись различные методы диагностики плоскоклеточного рака мочевого пузыря в дивертикуле – компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ) и цистоскопия [9,10]. При этом, в большинстве представленных в литературе случаев, опухоль хорошо визуализировалась в просвете расширенного дивертикула, что значительно облегчало постановку диагноза. Описываемое нами наблюдение уникально тем, что просвет дивертикула был полностью obturated опухолью, которая значительно прорастала в паравезикальную клетчатку, имитируя внеорганный объёмный образование малого таза. Подобные обстоятельства осложнили установление верного диагноза, потребовав проведения тщательного диагностического поиска.

Клинический случай.

Пациентка Г., 1940 г.р. (83 года). Из анамнеза известно, что пациентку в течение года беспокоили периодические симптомы цистита. В связи с этим проводилась консер-

вативная терапия с умеренным эффектом. При МР-обследовании было выявлено образование правых отделов малого таза с вовлечением стенки мочевого пузыря и сдавлением правого мочеточника, вызывающее уретеропиелокаликоэктазию справа. При попытке выполнения цистоскопии и биопсии без наркоза в урологическом отделении городской больницы полученный материал не подтвердил наличие рака, опухолевых клеток обнаружено не было. В последующем пациентка обратилась в РНЦРР для консультации с жалобами на примесь крови в моче, недержание мочи, боли, рези при мочеиспускании. В РНЦРР были повторно проанализированы данные МРТ органов малого таза, проведенной ранее в другом медицинском учреждении, и подтверждено объёмное солидное образование клетчатки правых отделов малого таза с инвазией в мочевой пузырь, правый мочеточник, с распространением в область седалищного отверстия справа. Врачами-рентгенологами предположен диагноз внеорганный опухоль с распространением на мочевой пузырь и мочеточник, возможно, мезенхимального ряда. Также были выявлены гидроуретер справа, цистит, множественные дивертикулы мочевого пузыря и увеличение подвздошных лимфатических узлов справа (рис. 1, 2).

На основании данных обследования пациентке был установлен диагноз: D41.4 – Новообразование неопределённого или неизвестного характера мочевого пузыря.

Пациентка была госпитализирована в отделение урологии для дообследования и проведения смотровой цистоскопии с биопсией мочевого пузыря.

По данным смотровой цистоскопии с биопсией выявлено: в мочевом пузыре отмечается ступок, покрытый фибрином. Среда мутная. Стенка мочевого пузыря трабекулярно изменена, по левой и задней боковой стенкам определяются множественные дивертикулы. По правой боковой стенке визуализируется выраженная экстраорганный деформация. Слизистая бледно-розовая, спокойная, за исключением всей правой боковой стенки, на которой отмечаются участки отёка, гиперемии, инъецированности сосудами и буллезность. Взята щипковая биопсия из данного образования. Выявленного кровотечения нет. Устье левого мочеточника точечное, сокращается, выделяет мочу. Устье правого мочеточника не визуализируется. При микроскопическом исследовании фрагмента слизистой оболочки мочевого пузыря в собственной пластинке слизистой оболочки определялась хроническая воспалительная

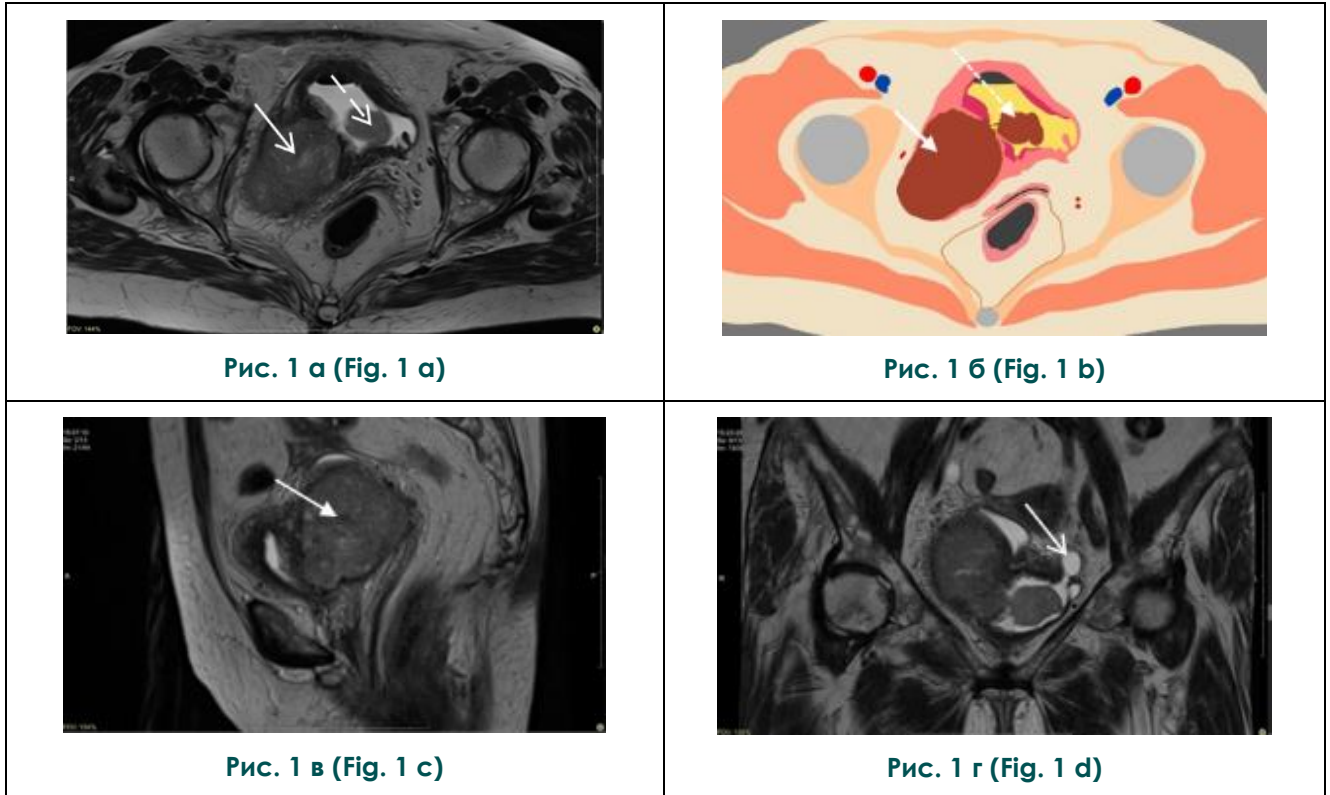


Рис. 1. МРТ органов малого таза от июня 2022 (до химиотерапевтического лечения).

а – T2-ВИ в аксиальной плоскости, солидное объемное образование (стрелка), инфильтрирующее правую боковую и частично заднюю стенки мочевого пузыря с полным его прорастанием и наличием внутрипузырного опухолевого компонента (пунктирная стрелка), связанного с основной опухолью тонкой ножкой и не связанного со стенкой мочевого пузыря;

б – схематичное изображение T2-ВИ в аксиальной плоскости: влагалище, прямая кишка и параректальная клетчатка без объемных образований;

в – T2-ВИ в сагиттальной плоскости, опухоль отмечена стрелкой;

г – T2-ВИ в коронарной плоскости, мочевой пузырь достаточного наполнения, в левой боковой и задней стенках мочевого пузыря визуализированы крупные дивертикулы (стрелка).

Fig. 1. MRI, pelvis, June 2022.

a – T2-WI, axial plane, solid mass (arrow) infiltrating the right lateral and partially posterior wall of the bladder with complete infiltration of the bladder and presence of an intravesical tumor component (dotted arrow) connected to the main tumor by a thin stalk and not connected to the bladder wall;

b – schematic image of T2-WI, axial plane;

c – T2-WI, sagittal plane, tumor infiltrates the orifice of the right ureter;

d – T2-WI, coronal plane, bladder with sufficient filling, large diverticula are visualized in the left lateral and posterior bladder walls (arrow).

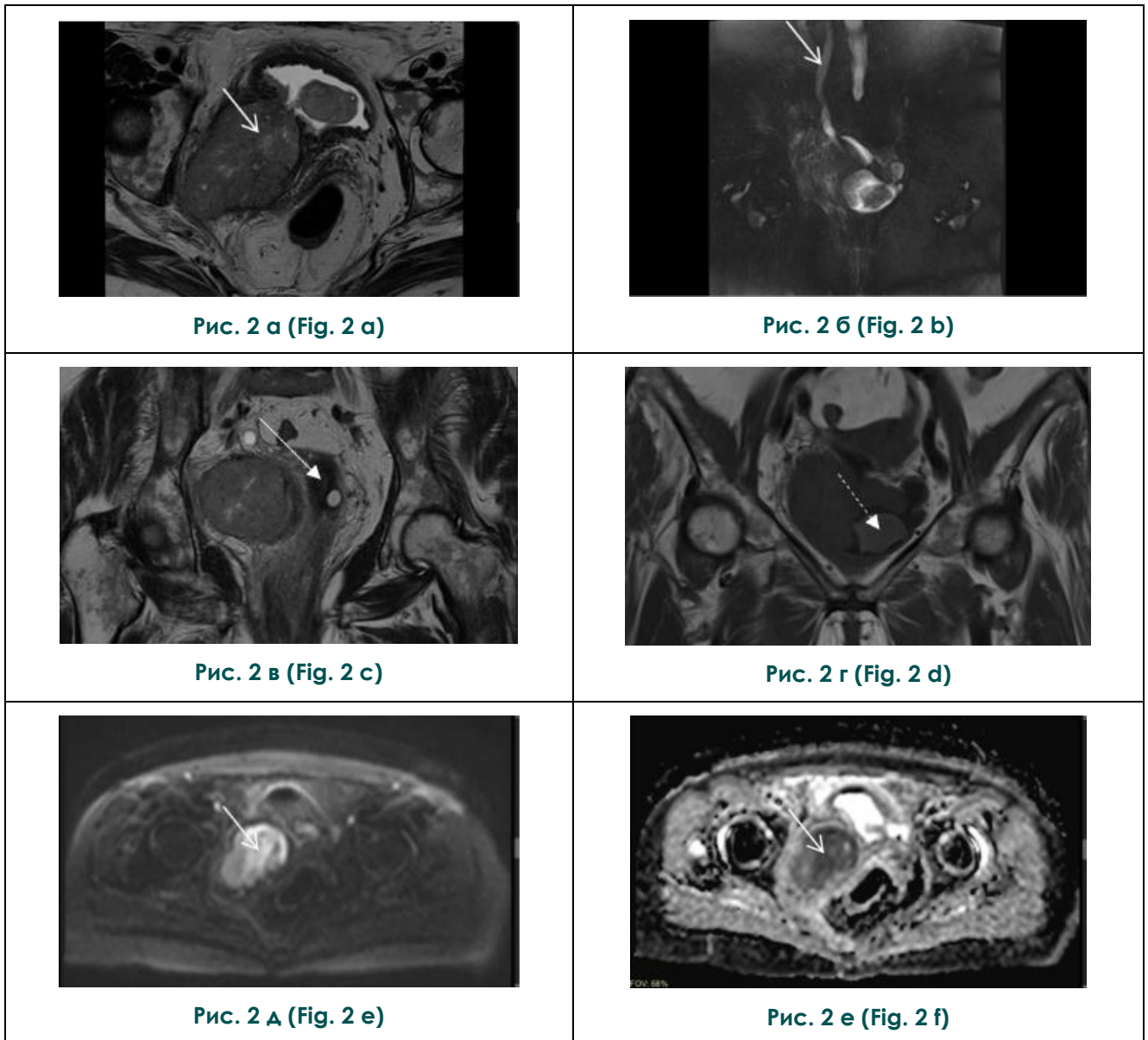


Рис. 2. МРТ органов малого таза от июня 2022.

а – T2-ВИ в аксиальной плоскости, опухоль (стрелка) однородной, мягкотканной структуры, без признаков некроза, распада, без кистозных включений; б – T2-ВИ HASTE FS; визуализируется гидроретер справа (стрелка) и дивертикулы задней и левой стенок мочевого пузыря; в – T2-ВИ в коронарной плоскости (визуализируется интактные ткани шейки матки, стрелка); г – T1-ВИ в коронарной плоскости: внутрисветный компонент опухоли с повышенным МР-сигналом с признаками начальных некротических изменений с геморрагическим пропитыванием (пунктирная стрелка); д – DWI, аксиальная проекция, $b=800$, опухоль выражено однородно ограничивает диффузию (стрелка); е – карта ИКД (в среднем ИКД составил $0,874 \text{ мм}^2/\text{сек} \times 10^{-3}$) (стрелка).

Fig. 2. MRI, pelvis, June 2022.

а – T2-WI, axial plane, tumor (arrow) of homogeneous, soft tissue structure, without signs of necrosis, decay, without cystic inclusions; б – T2-WI HASTE FS; the hydroureter on the right (arrow) and diverticula of the posterior and left bladder walls are visualized; в – T2-WI, coronal plane (intact cervical tissues are visualized, arrow); д – T1-WI, coronal plane: Intraluminal tumor component with high signal with signs of initial necrotic changes with hemorrhagic impregnation (dotted arrow); е – DWI, axial plane, $b=800$, tumor is markedly homogeneously restricted diffusion (arrow); ф – ACD map (average ACD was $0.874 \text{ mm}^2/\text{sec} \times 10^{-3}$) (arrow).

инфильтрация. Однако в пределах биоптата опухолевого роста обнаружено не было.

В связи с развитием у пациентки obstructивной уропатии и рефлюкс-уропатии была выполнена чрескожная пункционная нефростомия справа. На консилиуме урологов и гинекологов было решено проведение биопсии опухоли через задний свод влагалища ввиду того, что наибольший объем опухоли локализовался в клетчатке таза. При цитологическом исследовании выявлен плоскоклеточный рак. На основании клинико-инструментальных данных на тот момент пациентке установили предварительный диагноз местнораспространенного рака шейки матки со спонтанным регрессом первичной опухоли по принципу синдрома Перегринна. Пациентка была проконсультирована химиотерапевтом и сосудистым хирургом. Ей было рекомендовано проведение внутриартериальной химиотерапии.

В ходе селективной химиоэмболизации опухоли малого таза микрокатетер был суперселективно проведен и установлен в передней трети верхней мочепузырной артерии. Выполнена пролонгированная внутриартериальная химиотерапия препаратами карбоплатин 261 мг и паклитаксел 200 мг, эндоваскулярная эмболизация сосудов микросферами 2 мл. На контрольной ангиографии, хороший ангиографический результат, нецелевой эмболизации не выявлено. Пациентка была выписана из хирургической клиники в удовлетворительном состоянии, с назначением проведения контрольной МРТ с контрастированием органов малого таза через 20 дней после выписки.

При проведении контрольного МР-исследования обнаружен значительный регресс опухоли малого таза (размер опухоли составил 28 x 28 x 34 мм; регресс с 130 см³ до 10 см³) и установлена органная принадлежность образования: опухоль крупного дивертикула правой стенки мочевого пузыря с инвазией паравезикальной клетчатки. Подобный результат соответствуют частичному ответу (Partial Response), т.е. уменьшению объема опухоли более чем на 30%, согласно клиническими рекомендациям RECIST [11]. Также отмечалось уменьшение размеров правых наружных подвздошных лимфатических узлов с 8 до 4 мм (рис. 3, 4). Ранее не визуализируемое устье и прилежащие отделы правого мочеточника при настоящем исследовании определялись не вовлеченными в опухолевый процесс, но с признаками диффузного утолщения стенок на фоне воспалительного процесса и отека перивезикальной клетчатки. Также не определялся гидроуре-

тер справа.

Через 6 месяцев после проведенного лечения при контрольном МР-исследовании выявлена отрицательная динамика в виде увеличения размеров образования (до 71x48x45 мм, объем 82 см³) и распространения процесса в седалищное отверстие справа, появления гидроуретера справа (рис. 5, 6). У пациентки помимо урологических симптомов присоединилась болевая симптоматика в правой нижней конечности.

Таким образом, проведение нескольких МР-исследований в динамике позволило точно определить органную принадлежность объемного солидного образования таза. Окончательный диагноз пациентки – плоскоклеточный рак в дивертикуле мочевого пузыря.

Обсуждение.

Описанный случай представляет особый интерес в плане процесса дифференциальной диагностики объемного образования малого таза. Так, первичная МР-картина с визуализацией однородного солидного гипointенсивного на T2-ВИ образования, большая часть которого расположена в правых отделах клетчатки таза, напоминала опухоль мезенхимального ряда: солитарную фиброзную опухоль, нейрофибром, шванному (ввиду близости к седалищному отверстию), саркому. Но стоит отметить, данные гистологические типы новообразований встречаются достаточно редко в клинической практике, составляя лишь 1% всех солидных опухолей у взрослых [12]. Первоначальный диагноз «новообразование неопределенного или неизвестного характера мочевого пузыря» в итоге основывался на факте инвазии с полным прорастанием стенки мочевого пузыря. Более того, расположение образования экстраперитонеально и преимущественно в перивезикальном пространстве со смещением мочевого пузыря кпереди, согласно диагностическим рекомендациям S. Nougaret et al. [13], указывало на развитие опухолевого процесса из стенки мочевого пузыря.

Неудовлетворительные результаты цистоскопии и последующая трансвагинальная биопсия с цитологическим подтверждением плоскоклеточного рака значительно не облегчили процесс постановки диагноза. Предполагаемый после этого диагноз рака шейки матки со спонтанным регрессом первичной опухоли по принципу синдрома Перегринна основывался на идее о редкости возникновения плоскоклеточного рака в мочевом пузыре. Действительно, как было отмечено ранее, плоскоклеточный рак составляет лишь 2-7% всех злокачественных новообразований

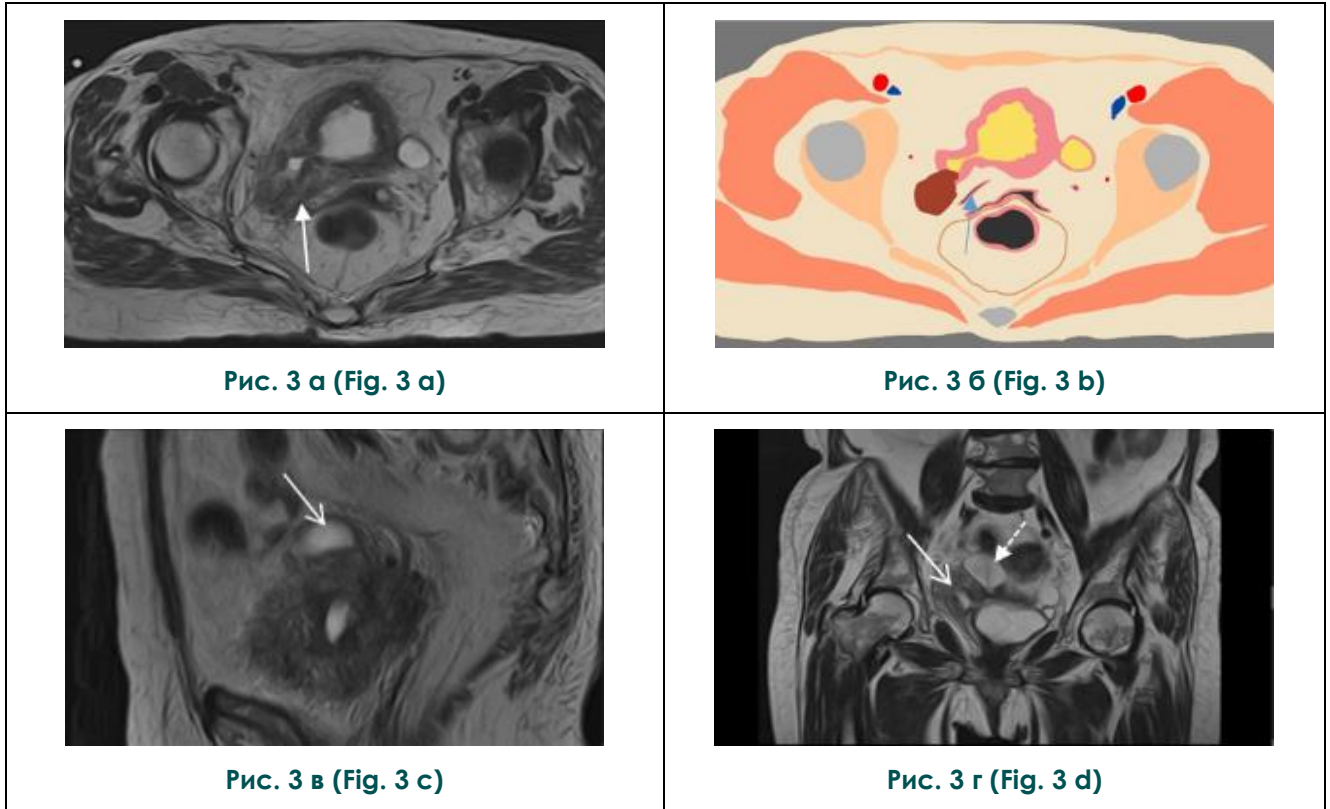


Рис. 3. МРТ органов малого таза спустя 1 месяц после селективной химиоэмболизации опухоли.

а – Т2-ВИ в аксиальной плоскости, в сравнении с предыдущим МР-исследованием отмечается уменьшение размеров солидного образования в стенке дивертикула мочевого пузыря, расположенного в области правой боковой стенки и стала доступна визуализация неизмененного правого мочеточника (стрелка);

б – схематичное изображение Т2-ВИ в аксиальной плоскости, влагалище, прямая кишка и параректальная клетчатка без особенностей, стрелкой отмечен правый мочеточник;

в – Т2-ВИ в сагиттальной плоскости, в области дна мочевого пузыря сохраняется дивертикул (до 3,3 см) (стрелка);

г – Т2-ВИ в коронарной плоскости, сохраняется инфильтрация клетчатки таза справа (стрелка), рядом расположенный дивертикул отмечен пунктирной стрелкой.

Fig. 3. MRI, pelvis, 1 month after selective chemoembolization of the tumor.

а – T2-WI, axial plane, in comparison with the previous MRI examination, there is a decrease in the size of the solid mass in the wall of the bladder diverticulum located in the area of the right lateral wall and visualization of the unchanged right ureter became possible (arrow);

б – schematic image of T2-WI, axial plane, intact vagina, rectum and pararectal tissues (right ureter – arrow);

с – T2-WI, sagittal plane, diverticulum (up to 3 cm) remains in the bladder fundus (arrow);

д – T2-WI, coronal plane, infiltration of pelvic tissue remains on the right side (arrow); adjacent diverticulum is marked with a dotted arrow.

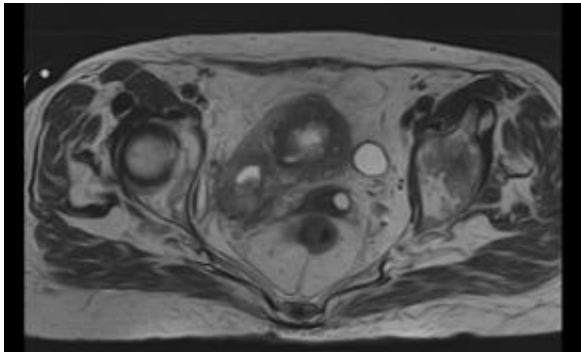


Рис. 4 а (Fig. 4 а)

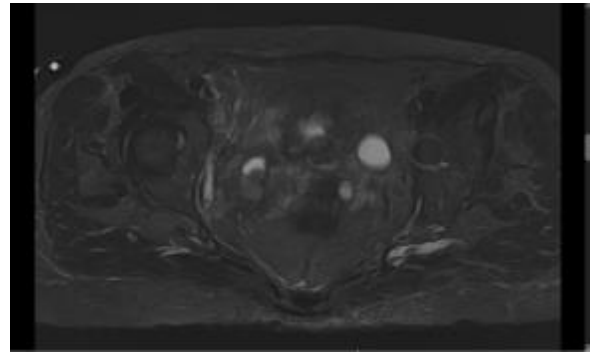


Рис. 4 б (Fig. 4 б)

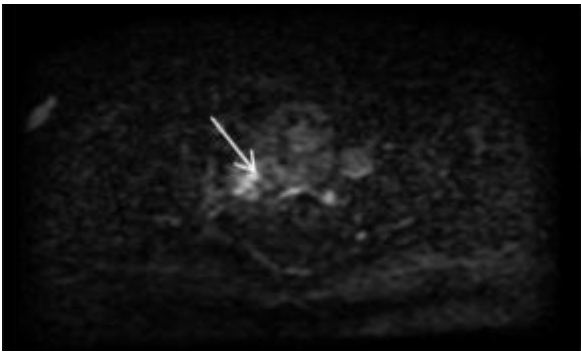


Рис. 4 в (Fig. 4 с)

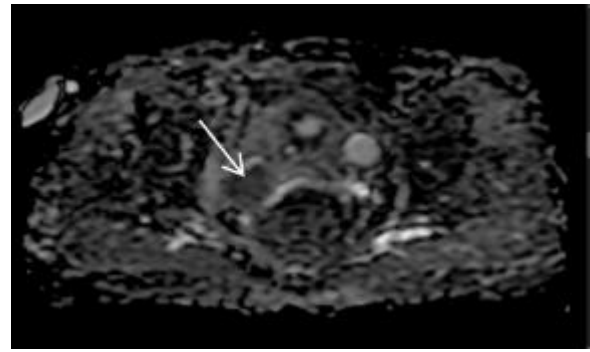


Рис. 4 г (Fig. 4 д)

Рис. 4. МРТ органов малого таза спустя 1 месяц после селективной химиоэмболизации опухоли, положительная динамика.

а – T2-ВИ в аксиальной плоскости, свободные от опухоли стенки мочевого пузыря диффузно утолщены до 1,1-1,2 см, фиброзно изменены, слизистая оболочка неравномерно утолщена;

б – STIR, аксиальная проекция;

в – DWI, аксиальная проекция, $b=800$, размеры зоны ограничения диффузии составляют около 3,4 x 2,8 x 2,8 см (остаточная опухоль) (стрелка);

г – карта ИКД (в среднем ИКД в остаточной опухоли составил $0,913 \text{ мм}^2/\text{сек} \times 10^{-3}$) (стрелка).

Fig. 4. MRI, pelvis, 1 month after selective chemoembolization of the tumor, positive dynamics.

a – T2-WI in axial plane, tumor-free bladder walls diffusely thickened to 1.1-1.2 cm, fibrotic changes, unevenly thickened mucosa;

b – STIR, axial plane;

c – DWI, axial plane, $b=800$, the size of the diffusion restriction zone is approximately 3.4 x 2.8 x 2.8 cm (residual tumor) (arrow);

d – ACD map (average ACD in the residual tumor was $0.913 \text{ mm}^2/\text{sec} \times 10^{-3}$) (arrow).

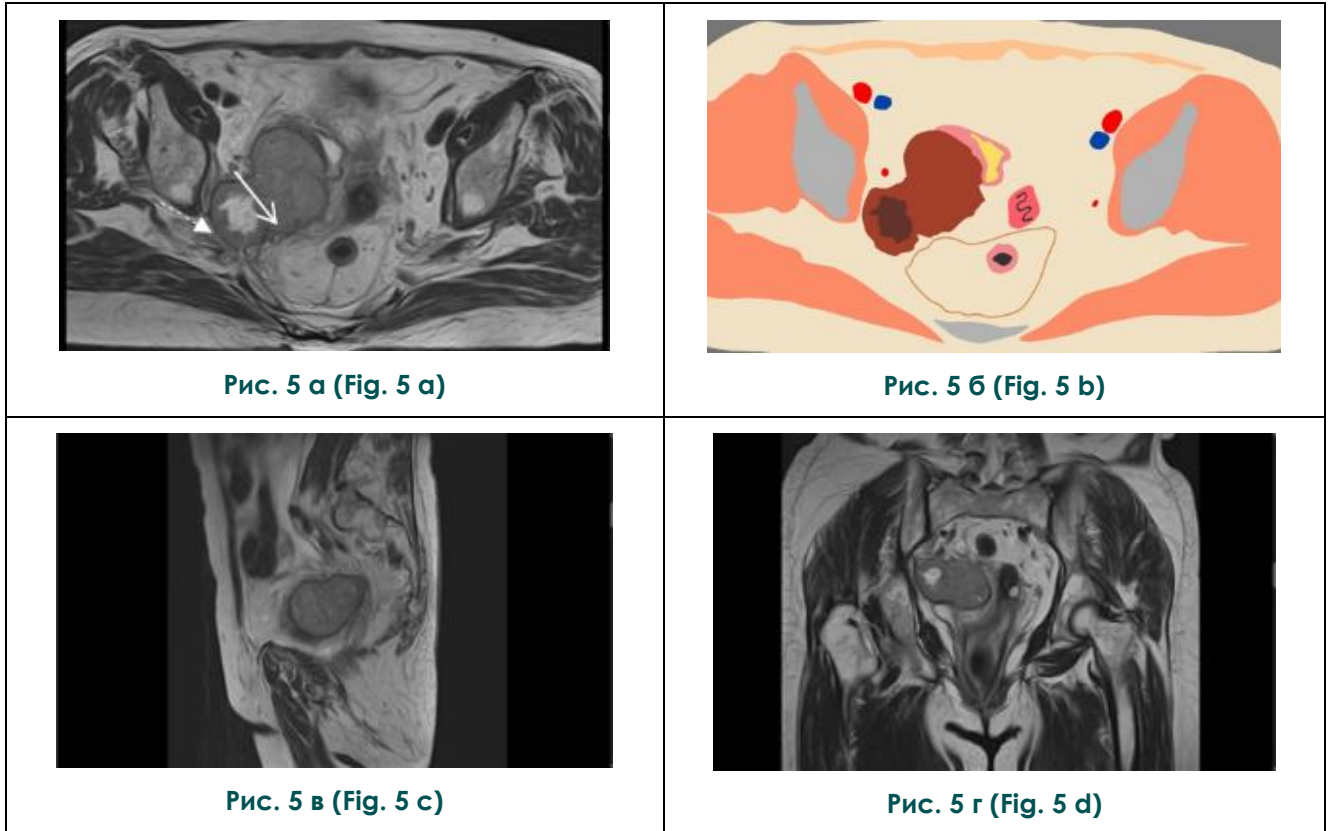


Рис. 5. МРТ органов малого таза спустя 6 месяцев после селективной химиоэмболизации опухоли, отрицательная динамика.

а – Т2-ВИ в аксиальной плоскости, отмечается близкое прилежание опухоли к правым отделам мезоректальной фасции (стрелка), к седалищному отверстию (пунктирная стрелка); б – схематичное изображение Т2-ВИ в аксиальной плоскости, влагалище, прямая кишка и параректальная клетчатка свободны от опухоли;

в – Т2-ВИ в сагиттальной плоскости, выраженная инфильтрация окружающей клетчатки таза в области седалищного отверстия, имеются признаки отека нервных корешков седалищного сплетения;

г – Т2-ВИ в коронарной плоскости, увеличение размеров солидного образования в стенке дивертикула мочевого пузыря и прилежащей клетчатке справа.

Fig. 5. MRI, pelvis, 6 months after selective chemoembolization of the tumor, negative dynamics.

а – T2-WI, axial plane, tight adhesion of the tumor to the right mesorectal fascia (arrow); to the ischial fossa (dotted arrow);

б – schematic image of T2-WI, axial plane, vagina, rectum and pararectal tissues are intact;

в – T2-WI, sagittal plane, marked infiltration of the surrounding pelvic tissues in the area of the sciatic foramen, there are signs of edema of the nerve roots of the sciatic plexus;

д – T2-WI, coronal plane, increased size of the solid mass in the wall of the bladder diverticulum and adjacent tissues on the right side.

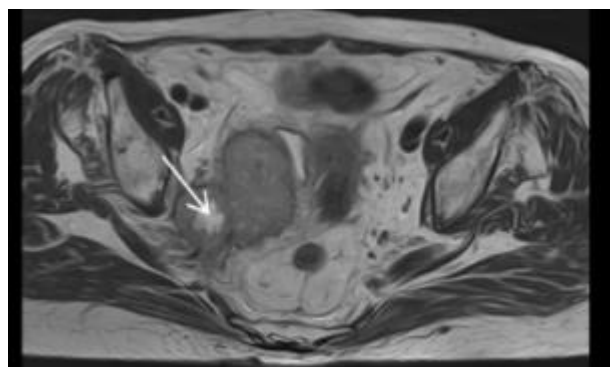


Рис. 6 а (Fig. 6 a)

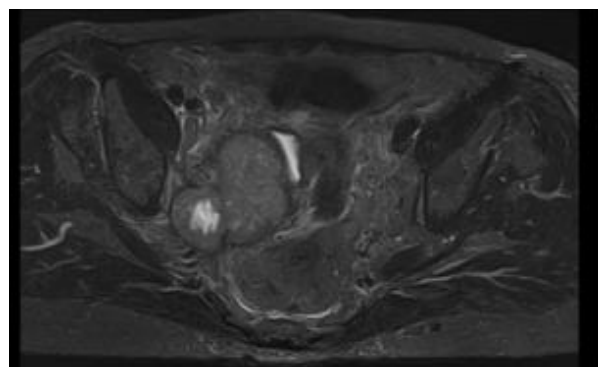


Рис. 6 б (Fig. 6 b)

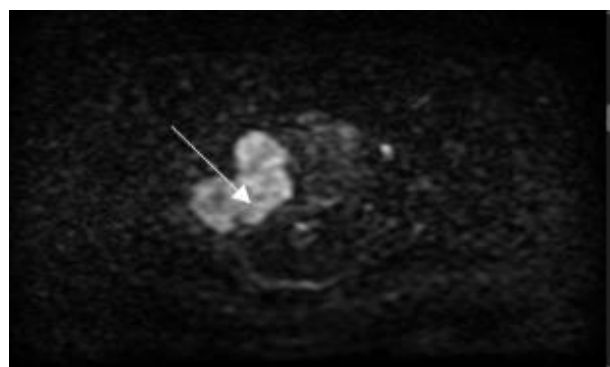


Рис. 6 в (Fig. 6 c)

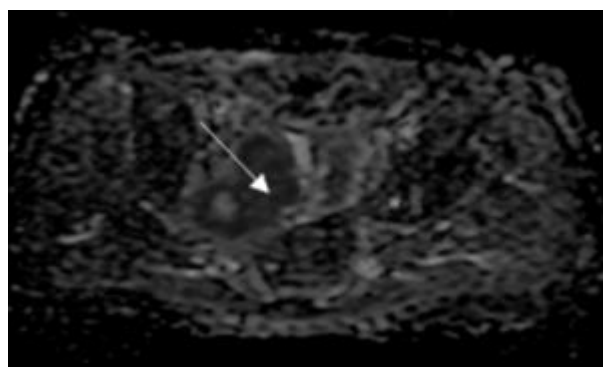


Рис. 6 г (Fig. 6 d)

Рис. 6. МРТ органов малого таза от января 2023.

а – T2-ВИ в аксиальной плоскости, в структуре образования, расположенного близко к седалищному отверстию, определяется появление жидкостного скопления (стрелка), соответствующее участку распада;

б – STIR, аксиальная проекция;

в – DWI, аксиальная проекция, b=800, опухолевые ткани ограничивают диффузию, опухоль отмечена стрелкой;

г – карта ИКД.

Fig. 6. MRI, pelvis, January 2023.

a – T2-WI, axial plane, the structure of the mass located near the sciatic foramen is defined by the appearance of fluid accumulation (arrow) corresponding to the area of disintegration;

b – STIR, axial plane;

c – DWI, axial plane, b=800, restricted diffusion tumor tissue (arrows);

d – ACD map.

мочевого пузыря [3,4], в то время как рак шейки матки в 75% всех случаев является плоскоклеточным [14]. Однако визуализация участка интактного параметрия между шейкой матки и опухолевым образованием (рис. 2 в), равно как и отсутствие значимых патологических изменений в шейке матки, подтвержденные патоморфологическими данными, не позволяли окончательно остановиться на данной версии диагноза. Более того, синдром Перегрини или спонтанная регрессия рака встречается крайне редко [15]. Хотя и существуют данные мета-анализа, описывающие регрессию 36,31% дисплазий шейки матки средней и тяжелой степени тяжести [16], работ по спонтанной регрессии местнораспространенного рака шейки матки в доступных источниках литературы нами обнаружено не было.

Интересным было то, что кажущийся по данным МРТ объективный факт наличия инвазии стенки мочевого пузыря извне и внутрипросветного компонента опухоли, не был подтвержден данными 2 проведенных в разных учреждениях диагностических цистоскопий. Анализируя причину данного феномена, мы пришли к выводу, что внутриводостной опухолевый компонент (размером 35x25 мм), связанный с основной опухолью тонкой ножкой (толщина 3 мм), в скором времени был отделен от питающей опухоли, подвергнут некрозу, ретракции и выглядел на момент проведения диагностической цистоскопии как сгусток, покрытый фибрином, гистологическое исследование которого не проводилось. А область шейки дивертикула на фоне компрессии извне и буллезного отека была сомкнута и неотличима от прилежащей стенки. Взятая при биопсии ткань слизистой мочевого пузыря показала воспалительный процесс в собственной пластинке, однако в пределах биоптата опухолевого роста обнаружено не было. В итоге, только регресс большего объема опухоли, визуализируемый при контрольном МР-исследовании, проведенном после селективной химиоэмболизации опухоли, позволил визуализировать просвет дивертикула, анатомическую взаимосвязь его с мочевым пузырем и, в конечном итоге, определить органную принадлежность образования. Благодаря уменьшению объема опухоли, визуализации стала доступна полость дивертикула, заполненная мочой, в дне которого и находилось новообразование. Образование проросло дистальную стенку дивертикула, которая отличается отсутствием должного объема мышечного слоя. Также, на развитие опухоли из стенки дивертикула указывает то, что опухоль имеет

гиперинтенсивный МР-сигнал на T1-ВИ в сравнении с мочой и мышечной стенкой мочевого пузыря и гипоинтенсивный сигнал по сравнению с перивезикальной жировой тканью. На T2-ВИ опухоль характеризовалась умеренно повышенным сигналом по сравнению со стенкой мочевого пузыря и сниженным сигналом по сравнению с мочой. Данная МР-семиотика опухоли совпадает с характеристиками, описанными для интрадивертикулярной опухоли мочевого пузыря в работе M. Dondalski et al. [17]. Таким образом, окончательный диагноз у пациентки был установлен спустя 3 месяца после проведения первичного МР-исследования в столичном учреждении.

Подобные случаи сочетания плоскоклеточного рака с локализацией в дивертикуле крайне редки и описаны в литературе только в виде отдельных клинических наблюдений. Так, в работах G. Štimac et al. [9] и Y. Hayashi et al. [18] применение ультразвукового исследования (УЗИ) уже на первоначальном этапе диагностики позволило определить наличие опухоли, но стоит отметить, что в последнем случае размер опухоли был в два раза меньше описанного нами, что облегчило визуализацию просвета дивертикула. Опухоль большего размера (78x66x56 мм), продуцирующую гранулоцитарный колониестимулирующий фактор (G-CSF), обнаружили с помощью КТ K. Uemura et al. [19]. Ещё более схожим с описанным нами случаем является наблюдение Y.E. Abiad et al. [10], где МРТ была использована, как первоначальный метод диагностики плоскоклеточного рака в дивертикуле мочевого пузыря. Также интерес представляет случай, зафиксированный в работе T. Abe et al. [10], где опухоль в дивертикуле была визуализирована еще на этапе диагностической цистоскопии. Мы предполагаем, что в нашем случае значительный объем опухолевого образования привел к сдавлению устья дивертикула, полностью скрыв его в момент проведения цистоскопии, что не и позволило получить опухолевый материал и подтвердить наличие первичного рака мочевого пузыря с редкой формой локализации в полости крупного дивертикула. Все же установлено, что наилучшая визуализация опухоли мочевого пузыря определяется на МРТ, и именно данный метод рекомендован ESUR для оценки инвазии опухоли мочевого пузыря в мышечный слой стенки.

Несмотря на проведенное противоопухолевое лечение, в нашем наблюдении зафиксирован продолженный рост опухоли, связанный с довольно крупным размером первичной опухоли (76 x 56 x 58 мм, 130

см3), пожилым возрастом пациентки (83 года). Так в исследовании Walker N.F. et al. установлено, что размер опухоли более 3 см, вовлечение в процесс шейки дивертикула, паравезикальная опухолевая инфильтрация и увеличенные регионарные лимфатические узлы являются факторами, ассоциированными с низкой общей выживаемостью пациентов с данной патологией [6]. Все вышеперечисленные критерии имелись и в нашем клиническом наблюдении.

Таким образом, описанный нами случай представляет собой крайне редкую, но, тем не менее, встречающуюся в зарубежной клинической практике патологию.

Заключение.

Редкая локализация опухоли в дивертикуле мочевого пузыря, имитирующая вне-

органный образование малого таза, затруднила диагностику и своевременное начало лечения. Несмотря на проведенную селективную химиоэмболизацию опухоли мочевого пузыря, крупный объем опухоли и возраст пациента не позволил добиться ремиссии заболевания. В тоже время, данное клиническое наблюдение показывает, что мультипараметрическая МРТ является методом выбора в диагностике опухолей малого таза.

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

- Richters A, Aben KKH, Kiemeny LALM. The global burden of urinary bladder cancer: an update. *World J Urol.* 2020; 38 (8): 1895-1904. DOI:10.1007/s00345-019-02984-4
- Каприн А.Д., Старинский В.В., Шахзадова А.О. Злокачественные новообразования в России в 2021 году (заболеваемость и смертность). Москва: МНИОИ им. П.А. Герцена, 2022.
- Lai AL, Law YM. VI-RADS in bladder cancer: Overview, pearls and pitfalls. *Eur J Radiol.* 2023; 160: 110666. DOI:10.1016/j.ejrad.2022.110666
- Maia MC, Hansen A, Alves C, et al. Biomarkers in Non-Schistosomiasis-related squamous cell carcinoma of the urinary bladder: A review. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2019; 135: 76-84. DOI:10.1016/j.critrevonc.2019.01.008
- Gordetsky J, Spieker AJ, Pena MDCR, et al. Squamous Cell Carcinoma of the Bladder Is Not Associated With High-risk HPV. *Urology.* 2020; 144: 158-163. DOI:10.1016/j.urology.2020.06.065
- Walker NF, Gan C, Olsburgh J, et al. Diagnosis and management of intradiverticular bladder tumours. *Nat Rev Urol.* 2014; 11 (7): 383-390. DOI:10.1038/nrurol.2014.131
- Zhong H, George S, Kauffman E, et al. Clinicopathologic characterization of intradiverticular carcinoma of urinary bladder - a study of 22 cases from a single cancer center. *Diagn Pathol.* 2014; 9: 222. DOI:10.1186/s13000-014-0222-8
- Katsimperi S, Tzelvas L, Bellos T, et al. Diagnosis and management of intradiverticular bladder tumours: A pooled analysis of 498 cases. *Arch Ital Urol Androl.* 2022; 94 (4): 486-491. DOI:10.4081/aiua.2022.4.486
- Štimac G, Knežević M, Grubišić I, et al. A rare case of squamous cell carcinoma in urinary bladder diverticulum successfully treated by bladder-sparing surgery. *Acta Clin Croat.* 2015; 54 (3): 363-366.
- El Abiad Y, Bakloul F. Squamous cell carcinoma in a giant bladder diverticulum. *Pan Afr Med J.* 2015; 20: 378. DOI:10.11604/pamj.2015.20.378.6765
- Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur J Cancer.* 2009; 45 (2): 228-247. DOI:10.1016/j.ejca.2008.10.026
- Igrec J, Fuchsjäger MH. Imaging of Bone Sarcomas and Soft-Tissue Sarcomas. *Rofo.* 2021; 193 (10): 1171-1182. DOI:10.1055/a-1401-0215
- Nougaret S, Nikolovski I, Paroder V, et al. MRI of Tumors and Tumor Mimics in the Female Pelvis: Anatomic Pelvic Space-based Approach. *Radiographics.* 2019; 39 (4): 1205-1229. DOI:10.1148/rg.2019180173
- Saleh M, Virarkar M, Javadi S, et al. Cervical Cancer: 2018 Revised International Federation of Gynecology and Obstetrics Staging System and the Role of Imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2020; 214 (5): 1182-1195. DOI:10.2214/AJR.19.21819
- Radha G, Lopus M. The spontaneous remission of cancer: Current insights and therapeutic significance. *Transl Oncol.* 2021; 14 (9): 101166. DOI:10.1016/j.tranon.2021.101166
- Zhang J, Lu CX. Spontaneous Regression of Cervical Intraepithelial Neoplasia 2: A Meta-analysis. *Gynecol Obstet Invest.* 2019; 84 (6): 562-567. DOI:10.1159/000497286
- Dondalski M, White EM, Ghahremani GG, et al. Carcinoma arising in urinary bladder diverticula: imaging findings in six patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 161 (4): 817-820. DOI:10.2214/ajr.161.4.8372767
- Hayashi Y, Inoue H, Noi H, et al. Early Diagnosis of Squamous Cell Carcinoma of the Urinary Bladder Reached by Routine Abdominal Ultrasonography in a Patient on Self-Catheterization: A Case Report. *Hinyokika Kyo.* 2017; 63 (11): 483-486. DOI:10.14989/ActaUrolJap_63_11_483
- Uemura K, Namura K, Umemoto S, et al. A Case of Squamous Cell Carcinoma in Bladder Diverticulum Producing Granulocyte Colony Stimulating Factor. *Hinyokika Kyo.* 2017; 63 (5): 211-215. DOI:10.14989/ActaUrolJap_63_5_211.

References:

1. Richters A, Aben KKH, Kiemeny LALM. The global burden of urinary bladder cancer: an update. *World J Urol.* 2020; 38 (8): 1895-1904. DOI:10.1007/s00345-019-02984-4
2. Kaprin AD, Starinsky VV, Shakhzadova AO, editors. *Malignant neoplasms in Russia in 2021 (morbidity and mortality)*. Moscow: P.A. Herzen Moscow State Research Institute, 2022 (in Russian).
3. Lai AL, Law YM. VI-RADS in bladder cancer: Overview, pearls and pitfalls. *Eur J Radiol.* 2023; 160: 110666. DOI:10.1016/j.ejrad.2022.110666
4. Maia MC, Hansen A, Alves C, et al. Biomarkers in Non-Schistosomiasis-related squamous cell carcinoma of the urinary bladder: A review. *Crit Rev Oncol Hematol.* 2019; 135: 76-84. DOI:10.1016/j.critrevonc.2019.01.008
5. Gordetsky J, Spieker AJ, Pena MDCR, et al. Squamous Cell Carcinoma of the Bladder Is Not Associated With High-risk HPV. *Urology.* 2020; 144: 158-163. DOI:10.1016/j.urology.2020.06.065
6. Walker NF, Gan C, Olsburgh J, et al. Diagnosis and management of intradiverticular bladder tumours. *Nat Rev Urol.* 2014; 11 (7): 383-390. DOI:10.1038/nrurol.2014.131
7. Zhong H, George S, Kauffman E, et al. Clinicopathologic characterization of intradiverticular carcinoma of urinary bladder - a study of 22 cases from a single cancer center. *Diagn Pathol.* 2014; 9: 222. DOI:10.1186/s13000-014-0222-8
8. Katsimperis S, Tzelves L, Bellos T, et al. Diagnosis and management of intradiverticular bladder tumours: A pooled analysis of 498 cases. *Arch Ital Urol Androl.* 2022; 94 (4): 486-491. DOI:10.4081/aiua.2022.4.486
9. Štimac G, Knežević M, Grubišić I, et al. A rare case of squamous cell carcinoma in urinary bladder diverticulum successfully treated by bladder-sparing surgery. *Acta Clin Croat.* 2015; 54 (3): 363-366.
10. El Abiad Y, Bakloul F. Squamous cell carcinoma in a giant bladder diverticulum. *Pan Afr Med J.* 2015; 20: 378. DOI:10.11604/pamj.2015.20.378.6765
11. Eisenhauer EA, Therasse P, Bogaerts J, et al. New response evaluation criteria in solid tumours: revised RECIST guideline (version 1.1). *Eur J Cancer.* 2009; 45 (2): 228-247. DOI:10.1016/j.ejca.2008.10.026
12. Igrac J, Fuchsjäger MH. Imaging of Bone Sarcomas and Soft-Tissue Sarcomas. *Rofo.* 2021; 193 (10): 1171-1182. DOI:10.1055/a-1401-0215
13. Nougaret S, Nikolovski I, Paroder V, et al. MRI of Tumors and Tumor Mimics in the Female Pelvis: Anatomic Pelvic Space-based Approach. *Radiographics.* 2019; 39 (4): 1205-1229. DOI:10.1148/rg.2019180173
14. Saleh M, Virarkar M, Javadi S, et al. Cervical Cancer: 2018 Revised International Federation of Gynecology and Obstetrics Staging System and the Role of Imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 2020; 214 (5): 1182-1195. DOI:10.2214/AJR.19.21819
15. Radha G, Lopus M. The spontaneous remission of cancer: Current insights and therapeutic significance. *Transl Oncol.* 2021; 14 (9): 101166. DOI:10.1016/j.tranon.2021.101166
16. Zhang J, Lu CX. Spontaneous Regression of Cervical Intraepithelial Neoplasia 2: A Meta-analysis. *Gynecol Obstet Invest.* 2019; 84 (6): 562-567. DOI:10.1159/000497286
17. Dondalski M, White EM, Ghahremani GG, et al. Carcinoma arising in urinary bladder diverticula: imaging findings in six patients. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 161 (4): 817-820. DOI:10.2214/ajr.161.4.8372767
18. Hayashi Y, Inoue H, Noi H, et al. Early Diagnosis of Squamous Cell Carcinoma of the Urinary Bladder Reached by Routine Abdominal Ultrasonography in a Patient on Self-Catheterization: A Case Report. *Hinyokika Kyo.* 2017; 63 (11): 483-486. DOI:10.14989/ActaUrolJap_63_11_483
19. Uemura K, Namura K, Umemoto S, et al. A Case of Squamous Cell Carcinoma in Bladder Diverticulum Producing Granulocyte Colony Stimulating Factor. *Hinyokika Kyo.* 2017; 63 (5): 211-215. DOI:10.14989/ActaUrolJap_63_5_211.

К 110-ЛЕТИЮ ПРЕПОДАВАНИЯ РЕНТГЕНОЛОГИИ В САРАТОВСКОМ МЕДИЦИНСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМ. В.И. РАЗУМОВСКОГО

Ерёмин А.В.¹, Чехонацкая М.Л.¹, Илясова Е.Б.¹, Николенко В.Н.^{2,3}, Алёшкина О.Ю.¹, Кондратьева О.А.¹, Бобылёв Д.А.¹, Крючков И.А.¹

1 - ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского. г. Саратов, Россия.

2 - ФГАУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский университет). г. Москва, Россия.

3 - ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова. г. Москва, Россия.

В статье представлена история преподавания рентгенологии на кафедре лучевой диагностики им. профессора Н.Е. Штерна Саратовского медицинского университета им. В.И. Разумовского студентам, ординаторам, аспирантам, врачам и среднему медицинскому персоналу. Освещены основные направления преподавательской деятельности кафедры на различных этапах её существования.

Ключевые слова: Саратовский медицинский университет, кафедра лучевой диагностики, рентгенология, преподавание, история.

Контактный автор: Чехонацкая М.Л., e-mail: fax-1@yandex.ru

Для цитирования: Ерёмин А.В., Чехонацкая М.Л., Илясова Е.Б., Николенко В.Н., Алёшкина О.Ю., Кондратьева О.А., Бобылёв Д.А., Крючков И.А. К 110-летию преподавания рентгенологии в Саратовском медицинском университете им. В.И. Разумовского. REJR 2023; 13(4):133-143. DOI: 10.21569/2222-7415-2023-13-4-133-143.

Статья получена: 05.09.23

Статья принята: 30.10.23

TO THE 110TH ANNIVERSARY OF TEACHING RADIOLOGY AT THE V.I. RAZUMOVSKY SARATOV STATE MEDICAL UNIVERSITY

Eremin A.V.¹, Chekhonatskaya M.L.¹, Iljasova E.B.¹, Nikolenko V.N.^{2,3}, Aleshkina O.Yu.¹, Kondratieva O.A.¹, Bobylev D.A.¹, Kriuchkov I.A.¹

1 - V.I. Razumovsky Saratov State Medical University. Saratov, Russia.

2 - I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). Moscow, Russia.

3 - Lomonosov Moscow State University. Moscow, Russia.

The article presents the history of teaching radiology at the Department of Radiological Diagnostics named after Professor N.E. Stern of V.I. Razumovsky Saratov Medical University to students, residents, graduate students, doctors and secondary medical personnel. The main directions of the teaching activity of the department at various stages of its existence are highlighted.

Keywords: Saratov Medical University, Department of Radiation Diagnostics, radiology, teaching, history.

Corresponding author: Chekhonatskaya M.L., e-mail: fax-1@yandex.ru

For citation: Eremin A.V., Chekhonatskaya M.L., Iljasova E.B., Nikolenko V.N., Aleshkina O.Yu. Kondratieva O.A., Bobylev D.A., Kriuchkov I.A. To the 110th anniversary of teaching radiology at the

Received: 05.09.23

Accepted: 30.10.23

*Не зная прошлого, невозможно
понять подлинный смысл
настоящего и цели будущего.*
М. Горький

Более 100 лет назад профессор Николай Ефимович Штерн (рис. 1) опубликовал статью «О необходимости систематического преподавания рентгенологии при Саратовском Университете» [1].

Он писал: «Можно смело сказать, что нет ни одной отрасли медицины, которая в той или другой степени не пользовалась бы рентгеновскими лучами для своих целей... Мне кажется, что доказывать необходимость преподавания рентгенологии, как обязательный предмет, означало бы ломиться в открытую дверь... ..не может быть сомнений в том, что рентгенология должна занять подобающее ей место среди наук» [2]. В то же время, первым рентгенологам, как за рубежом, так и в России, приходилось многие годы добиваться официального утверждения преподавания рентгенологии в медицинских

ВУЗах.

Только в 1904 году впервые в Вене, известному рентгенологу Г. Гольцкнехту (учителю Н.Е. Штерна), была учреждена первая доцентура по рентгенологии. С этого момента в некоторых зарубежных университетах началось систематическое преподавание новой для того времени дисциплины.

Николай Ефимович Штерн был основателем рентгенологии в Саратове [1]. Приехав в Саратов в 1910 году, он открыл один из первых рентгеновских кабинетов на базе организованной им «Гигиенодиетической лечебницы для болезней внутренних, специально желудочно-кишечных и обмена веществ с электроводолечебным отделением», где он был главным врачом в течение многих лет. В рентгеновском кабинете лечебницы Н.Е. Штерн впервые стал заниматься обучением медсестер рентгенолаборантскому делу и врачей рентгенологии. Ему удалось увлечь этой специальностью видных клиницистов – В.И. Разумовского, С.И. Спасокукоцкого, С.Р. Миротворцева и других из Императорского Николаевского университета Саратова, открытого в 1909 году в составе вначале одного медицинского факультета [3, 4]. С 1912 года медицинские клиники университета стали направлять в кабинет Николая Ефимовича своих сотрудников для обучения, а с 1913/14 учебного года также и студентов для ознакомления с медицинской рентгенологией. Кроме этого, профессора СГУ присылали в лечебницу своих пациентов на рентгенологические исследования, выступали на конференциях и заседаниях Общества Саратовских рентгенологов, которое впервые в России было организовано в 1913 году Н.Е. Штерном [1, 5, 6].

Начиная с 1917 года, Н.Е. Штерн участвовал во всех Всероссийских съездах рентгенологов, избирался председателем или членом Президиума. В 1928 году был делегирован на 1-й Международный съезд рентгенологов в Стокгольме, где СССР представляли всего четверо: Д. Рохлин, С. Рейнберг, Г. Хармандарьян и Н. Штерн. На этом съезде Н.Е. Штерн был избран в члены Президиума,



Рис. 1 (Fig. 1)

Рис. 1. Фотография.

Профессор Н.Е. Штерн.

Fig. 1. Photo.

Professor N.E. Shtern.



Рис. 2 (Fig. 2)

Рис. 2. Фотография.

База кафедры рентгенологии – 2-й корпус Клинического городка СГМУ.

Fig. 2. Photo.

The base of the Department of Radiology is the 2nd building of the Clinical campus of the SGMU.

а также председателем одной из секций. Долгие годы единственным в СССР специальным журналом был «Вестник рентгенологии и радиологии»; Н.Е. Штерн являлся бессменным членом его редакционной коллегии [7, 8].

С 1914 года Н.Е. Штерн начал официально преподавать рентгенологию студентам и врачам в СГУ, получив вначале должность сверхштатного ассистента госпитальной терапевтической клиники на общественных началах, т.е. без заработной платы, с 1925 года – штатного сотрудника. В 1925-26 учебных годах начинается планомерное преподавание рентгенологии на 4-м и 5-м курсах университета. Н.Е. Штерн в 1926 году получает звание и должность доцента по рентгенологии и физиотерапии в СГУ, а с 1930 года – в отделившемся самостоятельном медицинском институте при кафедре факультетской терапии. С этого времени занятия со студентами были перенесены на 3-й курс, но Николай Ефимович считал такой порядок нецеле-



Рис. 3 (Fig. 3)

Рис. 3. Фотография.

Н.Е. Штерн (4-й справа) с сотрудниками кафедры (1-й ряд) и врачами цикла первичной подготовки (2-й ряд), 1939 год.

Fig. 3. Photo.

Shtern (4th from right) with members of the department (1st row) and doctors of the primary training cycle (2nd row), 1939.

сообразным и, с согласия директоров хирургической и терапевтических клиник, стал читать дополнительные лекции по рентгенологии для студентов 4-го и отчасти 5-го курсов [8, 9].

Первая специальная кафедра рентгенологии в России была создана в 1919 году на базе Клинического института (впоследствии ГИДУВа) г. Петрограда, однако там велось последипломное обучение врачей, но не студентов [10]. Преподавание рентгенологии на профильной кафедре студентам впервые стало осуществляться в 1934 году в 1-м Московском медицинском институте (ныне Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова). Через год, в 1935 году, благодаря неутомимым усилиям Н.Е. Штерна, была открыта кафедра рентгенологии в Саратовском медицинском институте (СМИ) для обучения студентов, а впоследствии и врачей [8, 9, 11].

Наркомздрав при утверждении кафедры поставил неременное условие: заведовать кафедрой должен только Н.Е. Штерн. Это было связано с тем, что имя одного из первых рентгенологов, Н.Е. Штерна, знали не только в СССР, но и за рубежом. Ещё в далёком 1909 году он отправился в Вену, Берлин и Париж, где изучал новую тогда для всех специальность – рентгенологию, под руководством ученика В.К. Рентгена Мартина Гаудека, а также известных ученых – Гвидо Гольцкнехта, Макса Леви-Дорна, Антуана Беклера и других. В 1935 году, после утверждения кафедры, преподавание рентгенологии поднялось на более высокий уровень.

Базой для кафедры рентгенологии послужил Клинический городок СМИ (рис. 2), где были представлены большинство кафедр института. Заранее Н.Е. Штерн приобрёл для кафедры новейшую для того времени технику для рентгенодиагностики и рентгенотерапии, что способствовало открытию дополнительных кабинетов и практическому обучению студентов, рентгенолаборантов и врачей.

На кафедре были оборудованы хранилища для рентгенограмм и картотека, ставшие основой для систематизированного архива, использующегося до сих пор в учебном процессе. Была закуплена проекционная аппаратура, постоянно пополнялась научная библиотека [11].

Курсы по подготовке врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов были организованы в год официального открытия кафедры – в 1935 году [9, 11]. На кафедре проводились 5-ти месячные циклы первичной подготовки (рис. 3).

До 1935 года было подготовлено 12 врачей-рентгенологов и 10 лаборантов из Саратовской и Сталинградской областей, из них некоторые впоследствии занимали ведущее положение в Москве. В 1935 году на базе кафедры Н.Е. Штерн организовал рентгеновский центр, что способствовало более планомерному развитию специальных курсов и росту числа подготовленных специалистов: 68 врачей, 96 рентгенолаборантов. Кроме того, 14 человек окончили курс рентгенотехников по монтажу [7 - 9].

В 1938 г. при активной поддержке и содействии проф. Н.Е. Штерна и стараниями заведующего кафедрой нормальной анатомии проф. Вадима Иосифовича Бика был оборудован рентгеновский кабинет на кафедре нормальной анатомии (рис. 4).

И в том же году в преподавание анатомии человека был введен курс рентгеноанатомии. Это было новаторским для медицинского образования того времени. Доцент кафедры нормальной анатомии В.В. Хлебников прошел на кафедре рентгенологии специализацию в этой области и ему было поручено преподавание рентгеноанатомии. Создание на кафедре анатомии рентген-кабинета позволило также начать и новое междисциплинарное научное направление, касающееся проблем индивидуальной и возрастной изменчивости костной системы в норме и при патологии, став одной из немногих профильных кафедр медицинских вузов СССР, занимающейся этой исключительно важной в практическом отношении проблемой. Так сбылись чаяния проф. Н.Е. Штерна «О необходимости систематического преподавания рентгенологии при Саратовском Университете» [1]. Зародившаяся в те годы интеграция продолжается по сей день, перейдя на новые возможности визуализации строения тела человека [3, 4].

С начала Великой Отечественной войны кафедра рентгенологии и радиологии, как и весь медицинский институт, мобилизовала свои силы на помощь фронту. Ещё в 1940 году Н.Е. Штерн писал: «Рентгенология имеет крупное оборонное значение». По предложению командования курсов усовершенствования медицинского состава запаса (КУМС) в 1943–1944 годах сотрудники кафедры проводили курсы специализации для военных врачей, в 1943 году обучили шестерых военных рентгенологов, в 1944 году – 10. Во время войны Николай Ефимович выполнял обязанности главного рентгенолога Управления эвакуационных госпиталей по Саратовской области, а на базе кафедры были развернуты госпитали № 4157 и №4156. Сын



Рис. 4 (Fig. 4)

Рис. 4. Фотография.

Рентген-кабинет кафедры нормальной анатомии Саратовского медицинского института, 1938 г. Публикуется впервые. Архив В.Н. Николенко.

Fig. 4. Photo.

X-ray cabinet of the Department of Normal Anatomy of the Saratov Medical Institute, 1938. Published for the first time. Archive of V.N. Nikolenko.

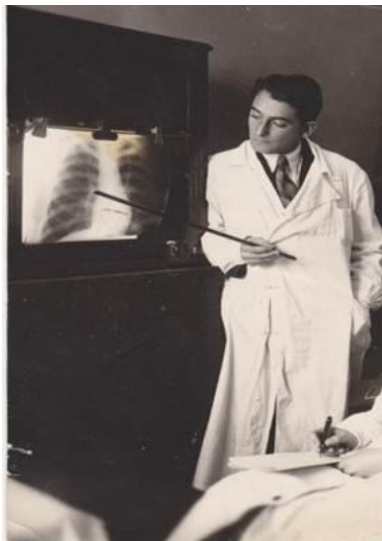


Рис. 5 (Fig. 5)

Рис. 5. Фотография.

Штерн проводит занятия со студентами, 1938-й год.

Fig. 5. Photo.

V.N. Stern conducts classes with students, 1938.

Николая Ефимовича, к.м.н., ассистент кафедры В.Н. Штерн и некоторые другие сотрудники, были с первых дней войны мобилизованы и служили на Западном, Белорусском и Украинском фронтах, многие работали в госпитале, впоследствии награждены орденами и медалями [12].

С 1952 года, после ухода Н.Е. Штерна на пенсию, кафедрой стал заведовать профессор В.Н. Штерн (рис. 5), продолжая традиции, заложенные его отцом, основателем кафедры. Вскоре, в 1954 году во всех медицинских институтах СССР, в том числе и СМИ, произошло преобразование кафедр рентгенологии в кафедры рентгенологии и медицинской радиологии. Это было совершенно оправдано, так как ещё в 1946 г. при кафедре Н.Е. Штерном было создано онкологическое отделение со стационаром, где проводилась не только рентгенодиагностика, но и рентгенотерапия доброкачественных и злокачественных образований различной локализации. Следует отметить, что рентгенотерапия осуществлялась на кафедре с 1935 года.

Рентгенодиагностика и рентгенотерапия входили в учебную программу обучения



Рис. 6 (Fig. 6)

Рис. 6. Фотография.

В.Н. Штерн (в центре) со слушателями цикла первичной подготовки рентгенолаборантов, 1959 год, из них оставшиеся на кафедре: М.А. Панова – 1-й ряд, 1-я справа, А.В. Ковыляева – 2-й ряд, 2-я справа.

Fig. 6. Photo.

V.N. Shtern (in the center) with the students of the cycle of primary training of X-ray laboratory assistants, 1959, of them remaining at the department: M.A. Panova - 1st row, 1st on the right, A.V. Kovylyayeva - 2nd row, 2nd on the right.

на кафедре студентов, а также врачей и рентгенолаборантов на курсах усовершенствования [7, 8]. Для повышения уровня последипломного обучения, в 1961 году в СМИ был создан факультет усовершенствования врачей (ФУВ). Теперь уже в рамках ФУВ на кафедре шла подготовка врачей-рентгенологов и рентгенолаборантов (рис. 6).

В.Н. Штерн, как и его отец, сумел завоевать большой авторитет в СССР, благодаря чему он сумел организовать в 1958 году в Саратове VII Всесоюзный съезд рентгенологов, практически возобновив его работу после 23-летнего перерыва. На съезд приехали все ведущие специалисты СССР, присутствовало более 1200 делегатов и гостей. Полезными для обучения студентов и врачей были блестящие доклады профессоров, по чьим учебникам и монографиям учились все рентгенологи страны [9, 11].

В 1965 году в СМИ открылся военно-медицинский факультет, в учебную программу которого входил курс военно-полевой

рентгенологии. Для обучения пригодился опыт по итогам рентгенодиагностики и рентгенотерапии раненых во время Великой Отечественной войны [13]. По мнению Н.Е. Штерна, «Особое значение рентгенология приобретает для тех медвузов, где имеется военфак, так как военный врач, кроме общей рентгенологии, должен быть особенно знаком с военно-полевой рентгенологией» [7].

По инициативе В.Н. Штерна, при кафедре в 1972 году была организована одна из первых среди городов России радиоизотопная лаборатория. Появилась возможность не только теоретического, но практического обучения на кафедре студентов основам радиоизотопных исследований.

С 1973 года кафедрой заведовал профессор А.Н. Протопопов (рис. 7). Он был многогранным специалистом, но особое внимание уделял детской рентгенологии, создав целую школу врачей по рентгенодиагностике различных заболеваний у детей, за что ему неоднократно объявлялась благодарность.



Рис. 7 (Fig. 7)

Рис. 7. Фотография.

А.Н. Протопопов на занятиях с ординаторами кафедры, 1973 год.

Fig. 7. Photo.

A.N. Protopopov in the classroom with the residents of the department, 1973.

А.Н. Протопопов способствовал внедрению и развитию на базе Клинического городка СМИ новых методов рентгенодиагностики: рентгенокинематографии, рентгеновской ангиографии, усовершенствованию рентгеновской томографии, расширялся постепенно и учебный материал.

В 1987 году, после безвременного ухода из жизни А.Н. Протопопова, кафедрой стала заведовать доцент В.Н. Приезжева. Вскоре, в 1988 году ей пришлось заняться подготовкой Рабочей программы обучения рентгенологии и радиологии на только что открытом в СМИ стоматологическом факультете. Новое направление – «Рентгенодиагностика в стоматологии» – пришлось осваивать вначале преподавателям кафедры.

Помимо стоматологического факультета, на кафедре по-прежнему проводились занятия со студентами всех факультетов на 3-4 курсах, с врачами и рентгенолаборантами на циклах ФУВ первичной подготовки и общего усовершенствования, а с начала 90-х годов – на 1,5-месячных сертификационных циклах общего и тематического усовершенствования для врачей-рентгенологов по пульмонологии, онкологии, дифференциальной диагностике (рис. 8).

Помимо стационарных, появились выездные циклы общего усовершенствования врачей по рентгенологии в таких городах, как Тамбов, Волгоград, Уральск (Казахстан).

Как и многие медицинские ВУЗы России, с 1991 года СМИ стал принимать иностранных студентов (рис. 9), была реализо-

вана новая образовательная программа с частичным преподаванием на английском языке.

Однако, следует вспомнить, что до августа 1941 года, в Саратовском медицинском институте уже было отделение, где преподавание велось на немецком языке, готовились специалисты для Республики немцев Поволжья. Одним из лекторов этого отделения был Н.Е. Штерн, который прекрасно владел не просто немецким языком, но литературным, привлекая изречения Гейне, Гёте, Шиллера и др.

Учитывая технологический прогресс и появление новых методов лучевой диагностики, В.Н. Приезжева стала добиваться приобретения для кафедры современной аппаратуры. Благодаря неоднократным письменным обращениям в МЗ СССР, а также Министру здравоохранения Е.И. Чазову, по его личному приказу на кафедре рентгенологии и радиологии СМИ в 1992 году был установлен компьютерный томограф для всего тела (вторым после Первого МГМУ им. И.М. Сеченова), получены рентгеновский и ультразвуковой аппараты фирмы «Siemens». Появилась возможность проводить практические занятия со студентами и слушателями во вновь открывшихся кабинетах.

После преобразования медицинского института в 1993 году в медицинский университет, увеличилось количество факультетов. В 1997 года осуществлен первый набор студентов на отделение «Сестринское дело» при лечебном факультете, в программу их обучения входила и рентгенология. Интерес к этой специальности приводил в дальнейшем некоторых из этих средних медицинских работников на кафедру, на курсы рентгенолаборантов [14].

В 2002 году ректором СГМУ стал Петр Витальевич Глыбочко. По его инициативе в этом же году было осуществлено открытие на лечебном факультете медико-профилактического отделения. Необходимость этого шага была обусловлена крайне недостаточным обеспечением Саратова и области санитарными врачами. Их обучение также не обходится без преподавания рентгенодиагностики и лучевой терапии, особое значение придаётся радиационной безопасности при проведении этих методов [13].

Следующим шагом было получение лицензии на преподавание специальности «фармация» в СГМУ и, начиная с 2003 года, стали набираться первые студенты на фармацевтический факультет, в программу которого входило преподавание рентгенологии, с акцентом на разновидности контрастных,



Рис. 8 (Fig. 8)

Рис. 8. Фотография.

В.Н. Приезжева и доцент Е.Б. Илясова со слушателями ФУВ, 1992 год.

Fig. 8. Photo.

V.N. Priezzheva and Associate Professor E.B. Ilyasova with students of the FUV, 1992.



Рис. 9 (Fig. 9)

Рис. 9. Фотография.

Доцент Е.Б. Илясова проводит занятия с иностранными студентами, отвечает студент из Индии, 1993 год.

Fig. 9. Photo.

Associate Professor E.B. Ilyasova conducts classes with foreign students, a student from India answers, 1993.

в том числе радиофармацевтических, препаратов.

В 2006 году заведующей кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии (ранее – кафедра рентгенологии и радиологии) стала профессор М.А. Чехонацкая (рис. 10). Ректор П.В. Глыбочко назначил её также заведующей отделением лучевой диагностики НИИ фундаментальной и клинической уронефрологии, который был оснащён новейшей аппаратурой, в том числе ангиографическим кабинетом и кабинетом для литотрипсии мочевого камня под контролем рентгенографии, что расширило лечебную, научную и педагогическую базу для преподавателей СГМУ, студентов и врачей.

С приходом на должность заведующей кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии СГМУ Марины Леонидовны Чехонацкой, возобновился приём в аспирантуру, с кафедры терапии были переведены курсы обучения врачей ультразвуковой диагностики, как профессиональной переподготовки, так и повышения квалификации (общего и тематического). По настойчивой инициативе М.А. Чехонацкой, были получены новые учебные комнаты, учебная база кафедры по-



Рис. 10 (Fig. 10)

Рис. 10. Фотография.

Проф. М.Л. Чехонацкая читает лекцию студентам, 2008 год.

Fig. 10. Photo.

Prof. M.L. Chekhonatskaya gives a lecture to students, 2008.

полнилась также аудиторией и компьютерным классом. Приобретена более современная аппаратура – 2 мультисрезовых компьютерных томографа, 2 магнитно-резонансных томографа, 3 дополнительных ультразвуковых аппарата. Благодаря стараниям М.Л. Чехонацкой, которая является Председателем Саратовской ассоциации лучевых диагностов и терапевтов, кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии, а также одноимённой Саратовской Ассоциации специалистов присвоено имя их основателя, профессора Николая Ефимовича Штерна.

В 2023 году СГМУ стал ещё одним в России медицинским университетом, в структуру которого вошёл современнейший аппарат ПЭТ-КТ.

Следует отметить большое значение для обучения студентов научного студенческого кружка в составе ОМУСа (Общества молодых учёных и студентов Саратовского ГМУ) и Саратовской Ассоциации лучевых диагностов. На заседаниях кружка и Ассоциации до сих пор присутствуют и сами выступают студенты, в первую очередь кружковцы, ординато-



Рис. 11 (Fig. 11)

Рис. 11. Фотография.

Проф. М.Л. Чехонацкая с сотрудниками кафедры, ординаторами и студентами, 2023 год.

Fig. 11. Photo.

Prof. M.L. Chekhonatskaya with the staff of the department, residents and students, 2023.

ры и слушатели всех циклов последипломного обучения, как по рентгенологии, так и по ультразвуковой диагностике. В рамках Ассоциации ежегодно проводятся межрегиональные конференции с приглашением специалистов из Москвы, а также с международным участием. Председателями Ассоциации лучевой диагностики всегда были заведующие кафедрами, а не главные рентгенологи, как во многих городах России, что также способствует более высокому уровню учебного процесса [4, 5, 7].

На кафедре лучевой диагностики им. профессора Н.Е. Штерна традиционно выполняется большая педагогическая деятельность в составе Саратовского ГМУ им. В.И. Разумовского, на лечебном, педиатрическом, медико-профилактическом, стоматологическом факультетах, факультете по работе с иностранными обучающимися, имеется факультатив «Цифровые технологии в медицинской диагностике». Билингвальное преподавание ведется по специальности «Лечебное дело», «Стоматология». Ежегодно обучается около 1800 студентов, 30 ординаторов по специальности «Рентгенология» и 15 – по специальности «Ультразвуковая диагностика» (рис. 11).

Подготовка ординаторов, врачей и среднего медицинского персонала на кафедре осуществляется на базе Института подготовки кадров высшей квалификации и дополнительного профессионального образования (ИПК ВК и ДПО) СГМУ на циклах профессиональной переподготовки, повышения квалификации и непрерывного профессионального образования. Ежегодно проводится до 20 и более циклов ДПО, их заканчивают 90 - 100 врачей по специальности «Рентгено-

логия» и 100 - 200 врачей по специальности «Ультразвуковая диагностика», 15 - 20 рентгенолаборантов. Основной контингент слушателей из Саратова и Саратовской области, но также обучаются врачи из Владивостока, Тюмени, Московской, Волгоградской, Тамбовской, Ульяновской и других областей России, из Казахстана, Дагестана, Чеченской Республики и др. В начале 2000-х годов, стали проводиться выездные циклы, расширилась их география. В дальнейшем, в связи с COVID-19 выездные циклы заменились дистанционным обучением.

Кафедра лучевой диагностики им. профессора Н.Е. Штерна следует традициям в преподавании специальности на различных уровнях, заложенным её основателем, Николаем Ефимовичем Штерном. Он писал: «Значение рентгенологии у нас недооценивается.... Врач, окончивший университет, должен быть знаком с основой рентгенологии, должен ясно разобраться в том, что может дать рентгенодиагностика, где и как должна быть применена рентгенотерапия, он должен также быть осведомлен о тех громадных опасностях для врача, персонала и больного, которые вытекают из неумелого обращения с рентгеновскими лучами... Рентгенология как метод диагностики и лечения имеет право на самостоятельное существование и не должна быть превращена во второстепенную медицинскую дисциплину» [1].

Источник финансирования и конфликт интересов.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки исследования и конфликта интересов, о которых необходимо сообщить.

Список литературы:

1. Завьялов А. И., Приезжева В. Н. Первый заведующий и основатель кафедры рентгенологии Саратовского медицинского университета профессор Н. Е. Штерн (к 140-летию со дня рождения). Саратовский научно-медицинский журнал. 2014; 10 (4): 697–700.
2. Штерн Н.Е. О необходимости систематического преподавания рентгенологии при Саратовском Университете. Саратовский вестник здравоохранения 1922: 11; 53-54.
3. Глыбочко П.В., Николенко В.Н. Саратовской анатомической школе — 100 лет (1909–2009). Саратовский научно-медицинский журнал 2009; 5(3); 297–309.
4. Николенко В.Н., Сперанский В.С. Вехи истории кафедры анатомии человека Саратовского медицинского университета (1909–1999). Макро- и микроморфология: Межвуз. сб. науч. работ. Посвящается 90-летию кафедры анатомии человека Саратовского государственного медицинского университета (1909-1999). Саратов, Изд-во СГМУ, 1999: 12–35.
5. Линдербратен А.Д. Очерки истории Российской рентгенологии. Москва, 1995: 48-49.
6. Чехонацкая М.А., Приезжева В. Н., Илясова Е. Б. и др. К 100-летию Саратовского Общества рентгенологов. Радиология-практика 2013; 6: 78-83.
7. Штерн Н.Е. История рентгенологии в Саратовской области. Мат-лы по истории рентгенологии в СССР, под ред и с предисловием засл. деятеля науки профессора С.А. Рейнберга. М., 1948; 185-195.
8. Чехонацкая М.А., Илясова Е.Б., Приезжева В.Н. и др. Страницы истории кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии им. Н. Е. Штерна Саратовского государственного медицинского университета, под ред. В.М. Попкова. 3-е изд., исправ. и доп. Саратов, Изд. СГМУ, 2020: 300.
9. Штерн Н.Е. История кафедры рентгенологии Саратовского медицинского института. Мат-лы по истории

рентгенологии в СССР, под ред и с предисловием засл. деятеля науки профессора С.А.Рейнберга. М., 1948; 41-46.

10. Ицкович И.Э., Александров К.Ю. 100-летнему юбилею первой в мире кафедры рентгенологии. Лучевая диагностика и терапия 2019; 3 (10); 107-112.

11. Чехонацкая М.А., Илясова Е.Б., Приезжева В.Н. и др. История, современность, перспективы – к 75-летию кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии ГОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского Росздрава». Мат-лы межрегиональной научн.-практ. конф. Саратов, СГМУ 2011;5; 9-18.

References:

1. Zavyalov AI, Priezdeva VN The first head and founder of the Department of Radiology of Saratov Medical University, Professor N. E. Shtern (on the 140th anniversary of his birth). Saratov Scientific and Medical Journal 2014; 10 (4): 697-700 (in Russian).
2. Stern NE On the need for systematic teaching of radiology at Saratov University. Saratov Bulletin of Healthcare 1922: 11; 53-54 (in Russian).
3. Glybochko PV, Nikolenko VN Saratov Anatomical School – 100 years (1909-2009). Saratov Scientific and Medical Journal. 2009; 5 (3); 297-309 (in Russian).
4. Nikolenko VN, Speranskii VS Milestones in the history of the Department of Human Anatomy of Saratov Medical University (1909-1999). Macro- and micromorphology: Inter-university collection of scientific works. Dedicated to the 90th anniversary of the Department of Human Anatomy of Saratov State Medical University (1909-1999). Saratov, Publishing House of SSMU, 1999: 12-35 (in Russian).
5. Lindebraten LD Essays on the history of Russian Radiology. Moscow, 1995: 48-49 (in Russian).
6. Chekhonatskaya ML, Priezzheva VN, Ilyasova EB at all. To the 100th anniversary of the Saratov Society of Radiologists. Radiology-practice 2013; 6; 78-83 (in Russian).
7. Stern NE History of radiology in the Saratov region. Materials on the history of radiology in the USSR, ed. and with a preface by the distinguished scientist Professor S.A.Reinberg. M., 1948: 185-195 (in Russian).
8. Chekhonatskaya ML, Ilyasova EB, Priezzheva VN at all. Pages of the history of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy named after N. E. Stern of the

12. Ерёмин А.В., Чехонацкая М.А., Илясова Е.Б. и др. Вклад сотрудников кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии им. проф. Н.Е. Штерна СГМУ в Великой Отечественной войне. REJR. 2022; 12 (2): 6-12.

13. Саратовский государственный медицинский университет: история и современность. Под ред. П.В. Глыбочко. Саратов, Изд-во СГМУ, 2003; 191-196.

14. Приезжева В.Н., Илясова Е.Б., Кочанов С.В. О подготовке медицинских кадров по рентгенологии в г. Саратове. Мат-лы Юбилейной научн.-практ. конф. «Научно-технический прогресс отечественной лучевой диагностики и лучевой терапии» Москва, 2004: 47-49.

Saratov State Medical University, edited by V.M. Popkov, 3rd ed., corrected. and ad. Saratov, 2020; 300 (in Russian).

9. Stern NE History of the Department of Radiology of the Saratov Medical Institute. Materials on the history of radiology in the USSR, ed. and with a preface by the distinguished scientist Professor S.A.Reinberg. M., 1948: 41-46 (in Russian).
10. Itskovich I.E., Alexandrov K.Y. To the 100th anniversary of the world's first Department of Radiology. Radiation diagnostics and therapy 2019; 3 (10); 107-112 (in Russian).
11. Chekhonatskaya ML, Ilyasova EB, Priezdeva VN at all. History, modernity, prospects – to the 75th anniversary of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy of the Saratov State Medical University named after V.I. Razumovsky Roszdrav. Materials of the interregional scientific and practical conference. Saratov: SSMU, 2011: 5; 9-18 (in Russian).
12. Eremin AV, Chekhonatskaya ML, Ilyasova E.B. at all. Contribution of the staff of the Department of Radiation Diagnostics and Radiation Therapy named after Prof. N.E. Stern SSMU in the Great Patriotic War. REJR. 2022; 12 (2): 6-12 (in Russian).
13. Saratov State Medical University: History and Modernity. Edited by PV Glybochko. Saratov, SSMU, 2003; 191-196 (in Russian).
14. Priezdeva VN, Ilyasova EB, Kochanov SV About the training of medical personnel in radiology in Saratov. Materials of the Anniversary scientific and practical conference «Scientific and technical progress of domestic radiation diagnostics and radiation therapy». Moscow, 2004; 47-49 (in Russian).

ТРЕБОВАНИЯ К ПУБЛИКАЦИЯМ В ЖУРНАЛЕ

REJR

Российский Электронный Журнал Лучевой Диагностики (REJR, www.rejr.ru) принимает к публикации оригинальные статьи, обзоры литературы, описания клинических случаев, лекции и тезисы докладов конференций.

Публикации принимаются по электронному адресу: rejr@rejr.ru

Публикации должны соответствовать тематике журнала, т.е. касаться следующих направлений – лучевая диагностика, лучевая терапия и интервенционная хирургия.

Публикации в журнале бесплатны.

Все статьи проходят двойное слепое рецензирование членами редакционного совета, а также ведущими специалистами по соответствующим научным и клиническим направлениям.

Требования к публикациям составлены согласно "Единым требованиям к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы (Ann Intern Med 1997;126:36-47)".

1. Статьи принимаются на двух языках: русском и английском.

Для подачи статьи необходимо представить официальное направление от учреждения, в котором выполнена работа, с визой руководителя на первой странице.

Статья направляется в редакцию по электронной почте. Сопроводительные документы могут быть направлены в отсканированном виде и/или обычной почтой.

Сопроводительные документы могут быть направлены в сканированном виде/обычной почтой.

Статья должна быть напечатана шрифтом Times New Roman № 12 через 1,5 интервала. Страницы должны быть пронумерованы.

На первой странице необходимо указать инициалы и фамилию автора (авторов), название статьи, полное название учреждения (учреждений), в котором выполнена работа, город, страна. Обязательно следует указать, в каком учреждении работает каждый из авторов.

Редакция оставляет за собой право при необходимости сокращать, проводить коррекцию текста и оформления статьи без уведомления авторов.

Правила оформления научных статей.

Оригинальные статьи должны иметь следующие разделы: краткое введение, материал и методы исследования, результаты исследования и обсуждение, заключение или выводы.

Случаи из практики должны иметь следующие разделы: введение/актуальность проблемы, данные истории болезни, данные клинического, лабораторного и лучевого обследования пациента, обсуждение полученных результатов, заключение.

Для написания оригинальных статей используются стандарты CONSORT, систематических обзоров и мета-анализов – стандарты PRISMA.

Рекомендуется воспользоваться учебным пособием Н.Г. Поповой, Н.Н. Коптяевой «Академическое письмо: статьи IMRAD» (Попова Н.Г., Коптяева Н.Н. Академическое письмо: статьи IMRAD. Учебное пособие для аспирантов и научных сотрудников естественнонаучных специальностей. Екатеринбург: ИФиП УрО РАН, 2015. 160 с.).

Титульная страница:

На русском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

На английском языке: заглавие статьи; инициалы и фамилии авторов; принадлежность автора к соответствующему учреждению; полное название учреждений, из которых вышла работа.

Для первого автора необходимо дополнительно указать телефон; e-mail для обратной связи

Структурированное резюме на русском и английском языках, для оригинальных статей и случаев из практики, построенное СТРОГО по схеме:

Цель исследования.

Материал и методы.

Результаты.

Обсуждение.

Выводы/Заключение.

Подзаголовки резюме выделяются жирным шрифтом. Для обзорных статей строгая структура резюме не обязательна.

Резюме должно сопровождаться ключевыми словами (не менее трех). Объем текста авторского резюме не должен превышать 250 слов.

Ключевые слова через запятую на русском и английском языках.

При выборе ключевых слов рекомендуется руководствоваться словарем ключевых слов MeSH.

Авторам следует пользоваться современной русскоязычной научной терминологией и не употреблять «кальки» терминов, транскрибированных с иностранных слов. Сокращение слов и названий (не более 3), кроме общепринятых сокращений мер, физических и математических величин и терминов, допускается только с первоначальным указанием полного названия. Узкоспециальные термины должны быть расшифрованы.

Содержание оригинальной статьи.

Введение.

Цель исследования.

Материал и методы.

Результаты.

Обсуждение.

Выводы/Заключение.

Список литературы.

Содержание случаев из практики.

Введение/Актуальность проблемы.

Данные истории болезни.

Данные клинического, лабораторного и лучевого обследования.

Обсуждение.

Заключение.

Список литературы.

Статья должна быть тщательно выверена автором. В математических формулах необходимо четко разметить все элементы: латинские и греческие буквы, надстрочные и подстрочные индексы, прописные и строчные буквы, сходные по написанию буквы и цифры.

Список составляют по правилам оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов с учетом «Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Библиографические ссылки должны быть пронумерованы, в тексте они даются в скобках в соответствии со списком литературы.

Автор несет полную ответственность за точность данных списка литературы.

Ссылки на рефераты и авторефераты не признаются международным сообществом, поэтому давать их не следует.

Таблицы должны содержать обобщенные и статистически обработанные данные. Каждая таблица должна иметь номер и заголовок. Единицы измерения даются в системе СИ.

Иллюстративный материал (фотографии, рисунки, схемы, диаграммы) прилагается **по тексту и отдельным файлом.**

Подрисуночные подписи.

После каждого рисунка необходимо указывать **подрисуночные подписи на русском и английском языках.**

Пример. Рис. 1. Метод исследования, проекции. Область исследования. Краткое описание рисунка.

Fig. 1. Method, reconstructions. Area of interest. Description.

В подписях к микрофотографиям необходимо указать метод окраски и увеличение.

Фотографии должны быть предоставлены в оригинальном виде без применения ретуши и цветокоррекции.

Изображения должны быть представлены в форматах TIFF, JPG (самого высокого качества).

Размер снимка должен быть не менее 1500*1500 пикселей.

Объект съемки должен быть в фокусе.

Ответственность авторов.

Автор обязательно подписывает статью. Коллективная статья должна быть подписана всеми авторами. Ставя под статьей свою подпись, автор тем самым передает редакции право на ее издание, гарантирует ее оригинальность и удостоверяет, что ни сама статья, ни рисунки к ней не были опубликованы ранее и не посланы для публикации в другие издания.

При определении авторства рекомендуется руководствоваться критериями ICJME.

Автор должен иметь точную и полную информацию по исследованию, описанному в статье, которая может быть представлена по запросу.

Автор не имеет право представлять одну статью на публикацию в нескольких научных изданиях. В случае использования в статье информации, которая была ранее опубликована, автор обязан указать источник и автора цитируемой информации. Кроме того, автор обязан предоставить редактору копию цитируемой статьи.

Автору необходимо подтвердить, что его статья оригинальна, и указать источники цитируемой информации, при наличии таковой, для получения разрешения ссылки на работы других авторов.

Автор несет ответственность за соблюдение национальных и местных законов при проведении исследований с участием людей и животных.

Автор должен получить разрешение на публикацию от человека (людей), который принимал участие в исследовании, и соблюдать конфиденциальность.

Необходимо заявить о наличии или отсутствии потенциального конфликта интересов (например, конкурирующие интересы, которые, по мнению автора, могут иметь прямое или опосредованное влияние на публикационный процесс) (см. рекомендации ICJME).

При идентификации значительной ошибки в публикации автор обязан незамедлительно сообщить об этом редактору. На протяжении всего процесса публикации автор обязан сотрудничать с редактором и издателем, добавляя, убавляя и исправляя статью, в случае необходимости. При выявлении значительной ошибки, неточности данных и др. после публикации редакция оставляет за собой право изъять опубликованную статью.

Автор полностью берет на себя ответственность за возможный плагиат текста, рисунков и др. Любое нарушение авторских прав будет рассмотрено согласно алгоритму COPE.

При рассмотрении полученных авторских материалов Редакция руководствуется «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» (Intern. committee of medical journal editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals // Ann. Intern. Med. 1997; 126: 36–47), принципами EASE и «Singapore Statement on Research Integrity».

Авторам рекомендуется предоставлять ссылку на свой цифровой профиль в ORCID.

Статьи, представленные с нарушением правил оформления, не рассматриваются.

Корректурa авторам не высылается.

Правила оформления пристатейных списков литературы.

Правила оформления пристатейных списков литературы (библиография) для авторов составлены с учетом "Единых требований к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы" Международного комитета редакторов медицинских журналов (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals).

Правильное описание используемых источников в списках литературы является залогом того, что цитируемая публикация будет учтена при оценке научной деятельности ее авторов и организаций, где они работают.

Библиографическое описание отечественных журналов полное, иностранные должны соответствовать стилю PubMed или MEDLINE.

Порядок составления списка: 1) автор(ы) книги или статьи (при авторском коллективе до 6 человек включительно упоминаются все, при больших авторских коллективах -- 6 первых авторов "и др.", в иностранных -- "et al."); 2) если в качестве авторов книг выступают редакторы, после фамилии следует ставить "ред.", в иностранных "ed."; 3) название книги и статьи; 4) выходные данные.

Образец списка литературы (состоит из двух частей):

Литература

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. Urology Journal. 2012; 9 (1): 397–404.

2. Тупикина Н.В., Касян Г.Р., Гвоздев М.Ю., Баринаева М.Н., Пушкарь Д.Ю. Недержание мочи при напряжении после хирургического лечения пролапса тазовых органов. Эксперимен-

тальная и клиническая урология. 2014; 2: 98-102.

3. Баринаева М.Н., Солопова А.Е., Гвоздев М.Ю., Годунов Б.Н., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография при стрессовом недержании мочи. Акушерство, гинекология, репродуктология. 2015; 9 (1): 43-52.

References

1. Tasali N., Cubuk R., Sinanoğlu O., Sahin K., Saydam B. MRI in Stress Urinary Incontinence Endovaginal MRI With an Intracavitary Coil and Dynamic Pelvic MRI. Urology Journal. 2012; 9 (1): 397-404.

2. Tupikina N.V., Kasyan G.R., Gvozdev M.Yu., Barinova M.N., Pushkar' D.Yu. Stress incontinence after surgery for pelvic organ prolapse. Experimental and clinical urology. 2014; 2: 98-102 (in Russian).

3. Barinova M.N., Solopova A.E., Gvozdev M.Yu., Godunov B.N., Ternovoy S.K. Magnetic Resonance Imaging for Stress Urinary Incontinence. Obstetrics, gynecology, reproductology. 2015; 9 (1): 43-52 (in Russian).

Оформление книг, монографий, сборников:

Юдин Л.А., Кондрашин С.А. Лучевая диагностика заболеваний слюнных желез. Москва, Видар, 1995. 120 с.

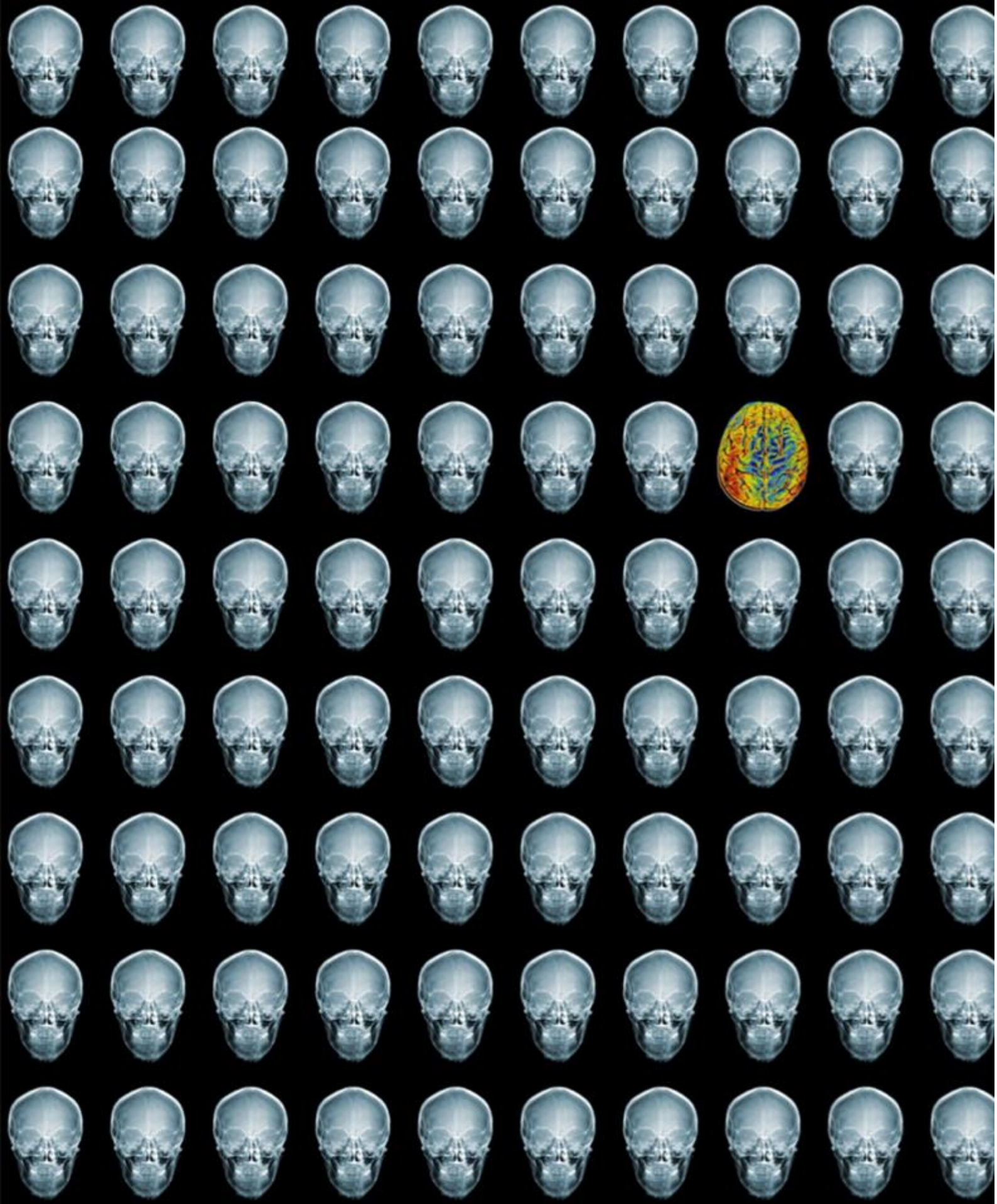
Yudin L.A., Kondrashin S.A. Radiology of the salivary glands diseases. Moscow, Vidar, 1995. 120 p. (in Russian).

Оформление статьи с DOI:

McHugh K., Disini L. Commentary: for the children's sake, avoid non-contrast CT. Cancer Imaging. 2011; 1 (11): 16-18. DOI: 10.1102/1470-7330.2011.0003

Оформление интернет-ресурса:

Chronic respiratory disease (2015). Available at: http://www.who.int/respiratory/other/Pulmonary_hypertension/ru/ (accessed 7 February 2014) (in Russian).



REJR

Том 13. №4. 2023 год.