

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ПОСТКОВИДНЫХ ПАТОЛОГИЯХ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА



Ходжибеков Марат Худойкулович¹, Мадумарова Зарнигор Шухрат кизи²

1 - Ташкентский государственный медицинский университет, Республика Узбекистан, г. Ташкент;

2 – Андижанский государственный медицинский институт, Республика Узбекистан, г. Андижан

ЧАНОҚ-СОН БЎҒИМИНИНГ ПОСТКОВИД ПАТОЛОГИЯЛАРИДА НУР ДИАГНОСТИКАСИНИ ҚЎЛЛАШНИНГ ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ

Хожибеков Марат Худойкулович¹, Мадумарова Зарнигор Шухрат кизи²

1 - Тошкент давлат тиббиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.;

2 – Андижон давлат тиббиёт институти, Ўзбекистон Республикаси, Андижон ш.

FEATURES OF THE USE OF RADIATION DIAGNOSTICS IN POST-COVID PATHOLOGIES OF THE HIP JOINT

Khojibekov Marat Khudoykulovich¹, Madumarova Zarnigor Shukhrat kizi²

1 - Tashkent State Medical University, Republic of Uzbekistan, Tashkent;

2 – Andijan State Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Andijan

e-mail: info@asmi.uz

Резюме. Мақолада постковид даврида чаноқ-сон бўғими зарарланишларини нур таъхисоти алгоритмларини такомиллаштиришнинг замонавий ёндашувлари кўриб чиқилган. Асосий эътибор сон суяги бошчасининг асептик некрози (ССБАН) ва постковид коксартрозларни эрта аниқлашга қаратилган. Ушбу ҳолат анамнезда тизими эндотелиит, микротромбозлар ҳамда юқори дозали глюкокортикостероидлар (ГКС) билан пульс-терапия ўтказилганлигининг биргаликда учраши билан боғлиқ. Патологик жараённинг турли босқичларида Ficat/Arlet ва Steinberg таснифларига мувофиқ рентгенография, КТ, МРТ ва ультратовуш текшируви (УТТ) маълумотларининг информативлиги батафсил қиёсий таҳлил қилинган. Муаллифларнинг постковид даврда чаноқ-сон бўғими зарарланишлари тузилиши бўйича шахсий статистик маълумотлари тақдим этилган. Постковид ССБАН ва сон суяги бошчасининг транзитор остеопорози ўртасидаги дифференциал таъхис бўлими батафсил ишлаб чиқилган. Эхографиянинг нафақат бирламчи скрининг усули, балки бўғим ичи инъекцион терапиясини ўтказишда навигацион усул сифатидаги юқори аниқликка эга роли ҳам асослаб берилган.

Калим сўзлар: COVID-19, постковид синдроми, чаноқ-сон бўғими, нур таъхисоти, сон суяги бошчасининг асептик некрози, транзитор остеопороз, МРТ, ультратовуш таъхисоти.

Abstract. The article discusses modern approaches to improving radiological diagnosis algorithms for hip joint lesions in the post-COVID period. Primary attention is paid to the early verification of avascular necrosis of the femoral head (AVNHF) and post-COVID osteoarthritis. This phenomenon is driven by a combination of systemic endotheliitis, microthrombosis, and a history of high-dose glucocorticoid (GC) pulse therapy. A detailed comparative analysis of the diagnostic value of radiography, CT, MRI, and ultrasonography (US) at different stages of the pathological process according to the Ficat/Arlet and Steinberg classifications was performed. The authors' own statistical data on the structure of post-COVID hip joint lesions are presented. The differential diagnosis section between post-COVID AVNHF and transient osteoporosis of the femoral head is developed in detail. The role of echography as a highly accurate method not only for primary screening but also for navigation during local injection therapy is substantiated.

Keywords: COVID-19, post-COVID syndrome, hip joint, radiological diagnosis, avascular necrosis of the femoral head, transient osteoporosis, MRI, ultrasound diagnostics.

Введение. Пандемия COVID-19 оставила после себя масштабную проблему в виде постковидного синдрома (Post-covid syndrome или Long COVID). Среди внегочных проявлений инфек-

ции особого внимания заслуживают поражения костно-суставной системы. Практикующие ортопеды и рентгенологи отмечают лавинообразный рост манифестации быстро прогрессирующих кок-

сартрозов и аваскулярного остеонекроза у лиц трудоспособного возраста, перенесших коронавирусную инфекцию. Данные изменения характеризуются вовлечением как мягкотканых компонентов (синовиальная оболочка, капсула), так и костных структур (головка бедра). В литературе (S. Agarwala и соавт., Bressler MY et al., Lechien JR et al., 2021) описан резкий рост случаев асептического некроза головки бедренной кости (АНГБК), манифестации ревматоидного артрита и прогрессирования коксартроза [1]. До пандемии ежегодная заболеваемость АНГБК составляла около 20 000 человек, однако в период COVID-19 выявляемость увеличилась вдвое. По данным различных авторов, распространенность АНГБК составляет 10–15% от всех патологических нарушений ТБС. Исследователи Zhang et al. (2021) и Sulewski et al. (2022) подчеркивают, что основной причиной такого роста является сочетание прямого вирусного повреждения эндотелия (эндотелиит) и массивной терапии глюкокортикостероидами (ГКС). Даже короткие курсы высоких доз ГКС, по мнению S. Agarwala (2021), сократили время манифестации некроза с обычных 6–12 месяцев до 1,5–3 месяцев после выздоровления [1, 11].

Главная коварность постковидной патологии тазобедренного сустава (ТБС) заключается в стремительном течении: очаги деструкции развиваются в течение 3–6 месяцев после выздоровления, проходя путь от начальной ишемии до субхондрального коллапса кости. Традиционные протоколы, опирающиеся исключительно на стандартную рентгенографию, часто не обеспечивают своевременную визуализацию ранних фаз. Это диктует необходимость совершенствования лучевых алгоритмов и внедрения мультимодальных подходов, включая магнитно-резонансную томографию (МРТ) и высокоразрешающую ультрасонографию (УЗИ).

Особенности патогенеза постковидного АНГБК. Специфика лучевой картины постковидных поражений ТБС уходит корнями в двухкомпонентный этиопатогенез:

Вирусиндуцированный фактор: SARS-CoV-2 поражает эндотелий сосудов, вызывая микроангиопатию, персистирующее воспаление (синдром активации макрофагов) и гиперкоагуляцию. Внутрикостное русло головки бедра, обладающее терминальным типом кровоснабжения, оказывается критически уязвимым к микротромбозам и ишемии.

Ятрогенный фактор: Применение высоких доз ГКС (дексаметазон, метилпреднизолон) при тяжелом течении пневмонии усугубляет остеопороз, нарушает липидный обмен и вызывает жировую эмболию микрососудов кости.

Системы стадирования АНГБК и возможности визуализации. Для точной стратификации процесса и выбора лечебной тактики принципиально важно сопоставлять данные лучевых методов с международными классификациями - Ficat/Arlet и Steinberg (Университет Пенсильвании).

Классификация Ficat & Arlet (модифицированная). Основана на сочетании клинических симптомов, рентгенографии и МРТ:

Стадия 0 (Доклиническая, дорадиологическая): Пациент не предъявляет жалоб. Рентгенограмма, КТ и МРТ в норме. Патология выявляется случайно (например, при биопсии).

Стадия I (Дорентгенологическая): появляются боли в суставе. Рентгенография и КТ не вызывают тревогу (изменений нет). МРТ - позитивна: четко визуализируется отек костного мозга, ишемические изменения на T2-ВИ и STIR.

Стадия II (Ремоделирование): На рентгенограммах и КТ определяются зоны остеопороза, остеосклероза или кистовидной перестройки головки бедра. Контур головки сохранен.

Стадия III (Субхондральный коллапс): Появление рентгенологического симптома «серпа» (crescent sign) - признака субхондрального перелома. Головка начинает уплощаться (рис. 1).

Стадия IV (Вторичный артроз): Выраженная деформация головки бедра, сужение суставной щели, остеофиты вертлужной впадины. Клинически - тяжелый коксартроз.

Система стадирования Steinberg. Расширяет классификацию Ficat/Arlet, детально оценивая степень (площадь) вовлечения головки бедренной кости (А - менее 15%, В - 15–30%, С - более 30% поверхности):

Стадия 0: Нормальные показатели всех лучевых методов.

Стадия I: Рентген и КТ в норме; МРТ показывает изменения. (Разделяется на IA, IB, IC в зависимости от площади очага отека/некроза).

Стадия II: Рентгенологические изменения (склероз/кисты) без деформации головки. (Разделяется по площади на IIA, IIB, IIC).

Стадия III: Субхондральный перелом (симптом «серпа»). Контур уплощен, но суставная щель сохранена.

Стадия IV: Коллапс головки бедренной кости с потерей сферичности (IV A, B, C в зависимости от величины проседания суставной поверхности).

Стадия V: Вовлечение вертлужной впадины (сужение щели).

Стадия VI: Терминальный дегенеративный коксартроз с выраженной деструкцией.

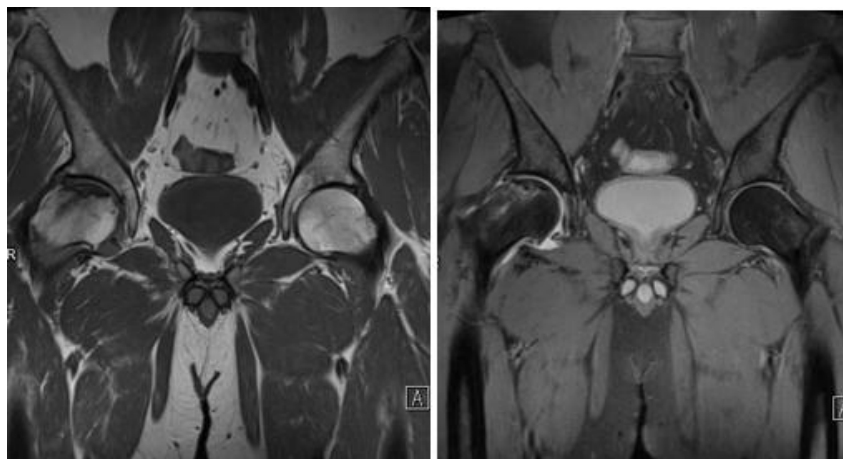


Рис. 1. МРТ тазобедренных суставов. На фоне умеренного отека костного мозга по суставной поверхности головки бедренной кости (преимущественно в наружных отделах) субхондрально определяется зона остеонекроза с четкими неровными «географическими» контурами, отделенная от неизмененных участков кости ободком (грануляционная ткань). Головка бедренной кости в передне-верхних отделах деформирована за счет формирования импрессионного субхондрального перелома

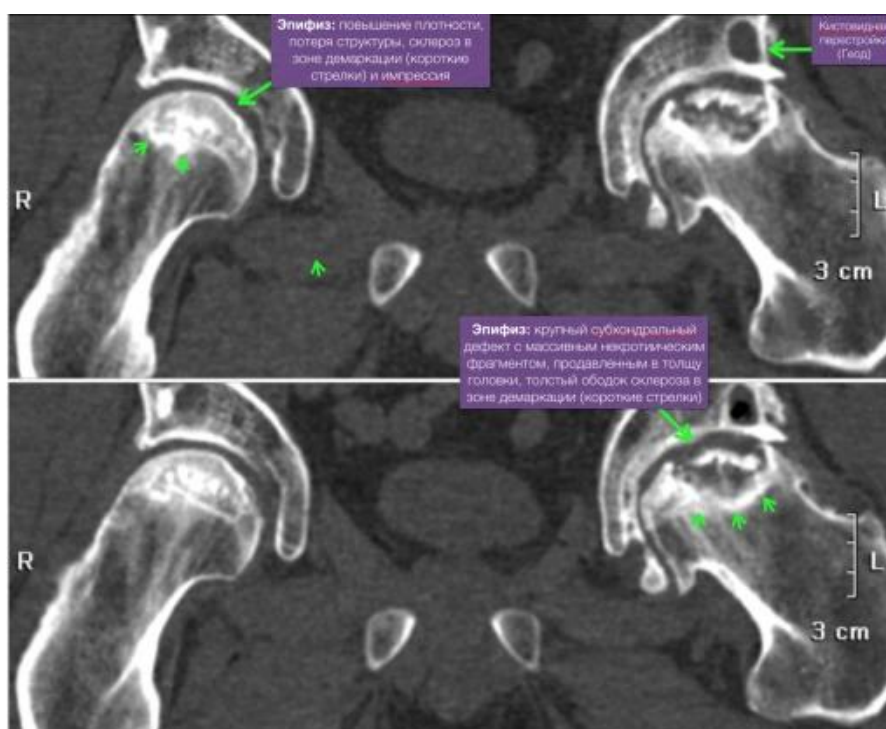


Рис. 2. Эпифиз справа - повышение плотности, потеря структуры, склероз в зоне демаркации (короткие стрелки), и импрессия. Эпифиз слева: крупный субхондральный дефект с массивным некротическим фрагментом, продавленным в толщу головки, толстый ободок склероза в зоне демаркации (короткие стрелки). Субхондральная зона левой вертлужной впадины: кистовидная перестройка

Цель исследования заключается в усовершенствовании лучевой диагностики постковидных патологий тазобедренного сустава.

Материалы и методы исследования. Для оценки эффективности лучевых методов и структуры выявляемой патологии нами было проведено комплексное обследование пациентов, перенесших COVID-19 средней и тяжелой степени (с применением ГКС в анамнезе) и обратившихся с жалобами на артралгии ТБС.

В исследуемую группу вошли 124 пациента (248 суставов) в возрасте от 32 до 68 лет. Всем

пациентам выполнялся мультимодальный диагностический комплекс: цифровая рентгенография, МРТ (1,5 Тл), а также высокоразрешающее ультразвуковое сканирование (УЗИ) на аппаратах экспертного класса.

Комплексное ультразвуковое исследование включало в себя обзорное сканирование тазобедренного сустава в режиме серой шкалы, изучение формы и контура головки бедренной кости, определение наличия выпота, измерение параметров суставной капсулы, толщины гипоэхогенного

слоя гиалинового хряща, изучение состояния мышц, связок и костей, прилежащих к суставу.

Результаты исследования. Распределение пациентов проводилось по стадиям процесса (согласно МРТ и классификации Steinberg) [6, 8]: стадия I (МРТ-позитивная, рентген-негативная): 28,2% случаев (35 пациентов), где основным признаком - изолированный субхондральный отек костного мозга на STIR и T2-ВИ; стадия II (Рентгенологические признаки склероза и кист): 41,1% случаев (51 пациент); стадия III-IV (Субхондральный коллапс и деформация головки): 30,7% случаев (38 пациентов) (рис. 2).

Основная диагностическая чувствительность первичных методов на ранних стадиях (I-II стадии по Steinberg): Рентгенография: продемонстрировала крайне низкую чувствительность на I стадии - 0%. На II стадии чувствительность составила 42,3% (пропускались минимальные зоны склероза и мелкие субхондральные кисты). Общие рентгенологические признаки (сужение суставного пространства, остеопиты) манифестировали преимущественно на поздних стадиях. МРТ: показала абсолютную чувствительность - 100% на I и II стадиях патологического процесса, верифицируя изменения сосудистого русла и трабекулярной кости в первые недели манифестации болей. Ультразвуковое исследование (УЗИ): выявило косвенные и прямые признаки суставной патологии у 84,6% пациентов I-II стадий (рис. 3).

При анализе выявленных сонографических и доплерографических диагностических критериев стадий патологического процесса, формы

головки бедра при постковидном (ПК) остеоартрозе (ОА) тазобедренного сустава (ТБС) у взрослых: при 1 степени сохранялась сферичность головки (96%), но при 2 степени отмечалось видоизменение в виде умеренного уплощения (42 % случаев) и значительного уплощения при 3 степени составляло 96% (рис. 3).



Рис. 3. Сонограмма тазобедренного сустава при постковидном коксартрозе (значительно уплощенная форма головки)

Дифференциальная диагностика: Постковидный АНГБК против транзиторного остеопороза ТБС. Одной из наиболее сложных и клинически значимых задач при совершенствовании лучевой диагностики является дифференциация раннего (МРТ-позитивного) постковидного АНГБК от транзиторного остеопороза тазобедренного сустава (ТОТБС), также известного как синдром преходящего отека костного мозга.

Таблица 1. Основные дифференциально-диагностические МРТ-критерии

МРТ-признак	Постковидный АНГБК (Ранняя стадия)	Транзиторный остеопороз (ТОТБС)
Характер отека костного мозга	Ограниченный, локализуется субхондрально в передне-верхнем сегменте головки бедренной кости.	Диффузный, обширный. Захватывает всю головку, шею бедра и распространяется на межвертельную область.
Очаговые изменения (Фокальный дефект)	Присутствуют всегда. Визуализируется четко очерченный некротический сегмент.	Отсутствуют. Фокальные дефекты костной ткани не определяются.
Симптом «двойной линии» (T2-ВИ)	Патогномоничен. Внутренняя гиперинтенсивная полоса (грануляционная ткань) и внешняя гипоинтенсивная (склероз).	Отсутствует. Изменения носят однородный и размытый характер.
Субхондральные изменения (Fracture line)	Субхондральный перелом (симптом «серпа») имеет ровный контур, вогнутый (конкавный) по отношению к суставной поверхности.	Если выявляется микротрещина (низкой Intense на T1), она субхондрально выпуклая (конвексная) и прерывистая.
Симптом «щажения» (Sparing sign)	Не характерен. Некроз поражает наиболее нагружаемые зоны.	Характерен (до 87,7% случаев). Абсолютная сохранность самых глубоких медиальных отделов головки.
Динамика изменений	Прогрессирование процесса с исходом в коллапс головки бедренной кости.	Полное спонтанное разрешение отека и нормализация МР-сигнала через несколько месяцев.

Таблица 2. Достоверность верификации сонографических признаков при постковидных патологиях

Выявляемый сонографический признак	Частота выявления (абс. число суставов)	Процентная доля (%)
Внутрисуставной синовиальный выпот (расширение передней выемки)	198	79.8%
Локальная синовиальная гиперплазия / утолщение капсулы	164	66.1%
Краевые остеофиты и деформация контура сочленения	178	71.7%
Васкуляризация синовиальной оболочки (по данным ЭД / ЦДК)	92	37.1%

Оба этих состояния могут дебютировать в рамках «Long COVID» после перенесенной инфекции и ГКС-терапии, проявляясь выраженным болевым синдромом и хромотой. Однако, если АНГБК имеет необратимый, прогрессирующий характер и требует раннего хирургического вмешательства (органосохраняющая декомпрессия или эндопротезирование), то ТОТБС является доброкачественным, самоограничивающимся заболеванием, которое полностью регрессирует на фоне консервативной терапии и разгрузки сустава через 6–12 месяцев. Поскольку рентгенография на ранних этапах неинформативна для обоих состояний (при ТОТБС диффузная остеопения появляется лишь спустя 4–8 недель), дифференциальный диагноз целиком базируется на МРТ-семиотике (табл. 1) [7, 8, 9].

Роль и особенности метода ультразвуковой диагностики (УЗИ). Несмотря на то, что МРТ остается «золотым стандартом» верификации внутрикостных изменений, роль ультрасонографии в комплексном усовершенствовании лучевой диагностики коксартрозов и постковидного синдрома существенно недооценена. Согласно нашим данным, УЗИ обладает неоспоримыми преимуществами: доступностью, отсутствием лучевой нагрузки, возможностью многоплоскостной и динамической оценки структур в реальном времени.

Методология сканирования постковидного ТБС. Для достижения максимальной информативности нами применялся стандартизированный протокол обследования передней поверхности сустава:

Положение пациента: на спине, пятки вместе, бедро ротировано наружу (для снижения капсульного напряжения и открытия акустического окна).

Оборудование: низкочастотные конвексные или специализированные линейные датчики (5–3,5 МГц) для адекватного проникновения ультразвукового луча в глубокие ткани сустава.

Анатомические ориентиры: датчик позиционируется по наклонной продольной плоскости над шейкой бедра. Головка бедра служит главным

маркером. Сканирование позволяет визуализировать переднюю синовиальную выемку, суставную капсулу (от вертлужной впадины до места фиксации), фиброзно-хрящевую губу (гиперэхогенная треугольная структура) и подвздошно-поясничную мышцу (m. iliopsoas).

На основе этого, частоту выявления специфических мягкотканых и структурных изменений при ультразвуковом сканировании у пациентов исследуемой группы осветили с помощью таблицы 2.

Таким образом, ключевыми сонографическими признаками при постковидной патологии являлись: Синовиальный выпот и пролиферация: УЗИ позволяет регистрировать даже минимальный внутрисуставной выпот (что физикально определить невозможно из-за глубины сустава) путем точного измерения расстояния между шейкой бедра и суставной капсулой. Деструкция хряща и остеофиты: ранние краевые остеофиты визуализируются в виде четких кортикальных выступов. Локальная гиперемия (доплерография): Использование энергетического и цветового доплера с прецизионными настройками (минимальная частота повторения импульсов, выверенный размер цветовой рамки) позволяет визуализировать усиление синовиального кровотока при активном постковидном синовите.

Заключение. Совершенствование лучевой диагностики постковидной патологии тазобедренного сустава должно строиться на активном мультимодальном подходе. МРТ должна выступать первичным скрининговым методом при подозрении на АНГБК у пациентов из групп риска (тяжелый COVID-19, ГКС-терапия в анамнезе) для выявления процесса на I (дорентгенологической) стадии по классификации Steinberg/Ficat. Ультрасонография (УЗИ) является незаменимым, экономически эффективным и высокоточным инструментом мониторинга мягкотканых компонентов (выпот, синовит, капсула), а также обязательным стандартом навигации при проведении локальной инъекционной терапии, минимизирующим риски и повышающим эффективность реабилитации пациентов.

Литература:

1. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19' // BMJ Case Reports. – 2021. – Vol. 14, № 7. – Art. e242101. DOI: 10.1136/bcr-2021-242101. В исходном варианте были неверно указаны название статьи и Indian Journal of Orthopaedics.
2. Agarwala S., Vijayvargiya M., Upadhyay A. Transient Osteoporosis of Hip as a Part of "Long COVID-19": A Case Series // Journal of Orthopaedic Case Reports. – 2024. – Vol. 14, № 11. – P. 220–224. DOI: 10.13107/jocr.2024.v14.i11.4974.
3. Annapareddy A., Mulpur P., Jayakumar T., Boddada S., Mahajan A., Prasad V.B.N., Reddy A.V.G. Outcomes of Hip Avascular Necrosis Following COVID-19 Infection: A Retrospective Analysis of 212 Hips With Minimum Two-Year Follow-Up // Cureus. – 2025. – Vol. 17, № 7. – Art. e87230. DOI: 10.7759/cureus.87230. В исходном списке были ошибочно указаны авторы Kumar A., Sharma M., Gupta R. и номер статьи e36350.
4. Ficat R.P., Arlet J. Functional investigation of bone under normal conditions // In: Ischemia and Necrosis of Bone / ed. D.S. Hungerford. – Baltimore: Williams & Wilkins, 1980. – P. 29–52. Это глава книги, а не статья в Clinical Orthopaedics and Related Research, как было указано в исходном варианте.
5. Madumarova Z.Sh., Xodjibekov M.Kh. Ultrasound Diagnostics of the Hip Joint Diseases // European Scholar Journal. – 2024. – Vol. 5, № 2. – P. 1–3. В исходном варианте были неверно указаны название журнала (European Science Journal) и страницы 77–83.
6. Mukhrumbaeva K.Z., Ismailova M.X., Xaydarova G.B. Ultrasound Diagnostics of Hip Joint Dysplasia in Children: A Comparative Analysis with X-Ray Imaging // Web of Medicine: Journal of Medicine, Practice and Nursing. – 2024. – Vol. 2, № 10. – P. 64–69. В исходной записи отсутствовал соавтор Ismailova M.X., а журнал и страницы были указаны неверно.
7. Schmidt W.A., Hauer R.W., Banzer D., Bohl-Bühler M., Braun J., Mellerowicz H., Sattler H., Backhaus M. Technik und Stellenwert der Arthrosonographie in der rheumatologischen Diagnostik. 2: Ultraschalldiagnostik der Hüftregion // Zeitschrift für Rheumatologie. – 2002. DOI:

10.1007/s003930200028. Это публикация, соответствующая PMID 12056297. В исходном списке она была ошибочно оформлена как работа Backhaus M. et al. в Rheumatology (Oxford), Vol. 41, P. 620–629.

8. Steinberg M.E., Hayken G.D., Steinberg D.R. A quantitative system for staging avascular necrosis // The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume. – 1995. – Vol. 77-B, № 1. – P. 34–41. DOI: 10.1302/0301-620X.77B1.7822393.

9. Zhang W., Doherty M. EULAR recommendations for knee and hip osteoarthritis: a critique of the methodology // British Journal of Sports Medicine. – 2006. – Vol. 40, № 8. – P. 664–669. DOI: 10.1136/bjsm.2004.016840. В исходном варианте ошибочно был указан 2013 год.

10. Хофер М. Ультразвуковая диагностика. Базовый курс / пер. с нем.; под ред. А.Н. Зубарева. – М.: Медицинская литература, 2003. – 104 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ В ПОСТКОВИДНЫХ ПАТОЛОГИЯХ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Ходжибеков М.Х., Мадумарова З.Ш.

Резюме. В статье рассматриваются современные подходы к совершенствованию алгоритмов лучевой диагностики поражений тазобедренного сустава (ТБС) в постковидном периоде. Основное внимание уделено раннему выявлению асептического некроза головки бедренной кости (АНГБК) и постковидных коксартрозов. Данный феномен обусловлен сочетанием системного эндотелиита, микротромбозов и массивной пульс-терапии глюкокортикостероидами (ГКС) в анамнезе. Проведен детальный сравнительный анализ информативности рентгенографии, КТ, МРТ и ультрасонографии (УЗИ) на разных этапах патологического процесса согласно классификациям Ficat/Arlet и Steinberg. Представлены собственные статистические данные исследования структуры постковидных поражений ТБС, а также обоснована роль эхографии как высокоточного метода не только первичного скрининга, но и навигации при проведении локальной инъекционной терапии.

Ключевые слова: COVID-19, постковидный синдром, тазобедренный сустав, лучевая диагностика, асептический некроз головки бедренной кости, коксартроз, МРТ, ультразвуковая диагностика.