

А.М. Зайнагутдинова, Е.Н. Суровцев, Ю.С. Пышкина, А.В. Капишников

АВАСКУЛЯРНЫЙ НЕКРОЗ И ИНФАРКТ КОСТНОГО МОЗГА КАК ПРОЯВЛЕНИЕ ПОСТКОВИДНОГО СИНДРОМА

Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, Самара

Контактное лицо: Юлия Сергеевна Пышкина, e-mail: yu.pyshkina@yandex.ru

РЕФЕРАТ

Цель: Оценить демографические и магнитно-резонансные проявления асептического некроза и инфаркта костного мозга у пациентов до, в период и после пандемии COVID-19 (2019–2023 гг.).

Материал и методы: В исследование было включено 229 пациентов с выявленными при магнитно-резонансной томографии (МРТ) асептическим некрозом и инфарктом костного мозга в период с 2019 по 2023 гг. Средний возраст наблюдаемых составил 50 ± 10 лет. Всем пациентам выполнена МРТ с использованием T_2 -взвешенных изображений (ВИ); T_1 -ВИ; изображений, взвешенных по протонной плотности с подавлением МР-сигнала от жировой ткани (PD-FS), T_2 -ВИ и T_1 -ВИ с подавлением МР-сигнала от жировой ткани. У обследуемых пациентов с диагностированным асептическим остеонекрозом регистрировались следующие МР-признаки: краевой субкортикальный патологический МР-сигнал, сужение суставной щели, выпот в полости сустава, отек костного мозга по периферии зоны некроза; для инфаркта костного мозга: участок патологического МР-сигнала по типу «географической карты», неоднородный повышенный сигнал по T_2 -ВИ и T_1 -ВИ, гиперинтенсивный по STIR, отек костного мозга по его периферии. Произведена статистическая обработка данных.

Результаты: Асептический некроз суставов после пандемии чаще стал развиваться у пациентов мужского пола молодого трудоспособного возраста. Установлено увеличение встречаемости асептического некроза в период с 2019 по 2022 гг. на 10 %, инфаркта костного мозга с 2019 по 2023 гг. – на 3,5 %. Количество двусторонних поражений суставов в 2019 г. было достоверно ($p < 0,05$) ниже, чем в постковидный период, и составляло 8 % от общего числа пациентов с асептическим некрозом и инфарктом костного мозга. Регистрировалось увеличение заболеваемости II и III стадиями в период с 2019 по 2023 гг.

Заключение: Более частое развитие заболевания у наиболее экономически активной группы населения с двусторонним поражением делает необходимым разработку профилактических мер и комплекса мероприятий для реабилитации и организации возможного протезирования у пациентов с целью восстановления качества их жизни и продолжения ими трудовой деятельности.

Ключевые слова: асептический некроз, инфаркт костного мозга, COVID-19, постковидный синдром, магнитно-резонансная томография

Для цитирования: Зайнагутдинова А.М., Суровцев Е.Н., Пышкина Ю.С., Капишников А.В. Аваскулярный некроз и инфаркт костного мозга как проявление постковидного синдрома // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2025. Т. 70. № 4. С. 82–86. DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-4-82-86

A.M. Zainagutdinova, E.N. Surovtsev, Yu.S. Pyshkina, A.V. Kapishnikov

Avascular Necrosis and Bone Marrow Infarction as a Manifestation of Postcovid Syndrome

Samara State Medical University, Samara, Russia

Contact person: Yu.S. Pyshkina, e-mail: yu.pyshkina@yandex.ru

ABSTRACT

Purpose: To assess the demographic and magnetic resonance imaging (MRI) manifestations of aseptic necrosis and bone marrow infarction in patients before, during, and after the COVID-19 pandemic (2019–2023).

Material and methods: The study included 229 patients diagnosed with aseptic necrosis and bone marrow infarction using MRI between 2019 and 2023. The average age of the participants was 50 ± 10 years. All patients underwent MRI using T_2 -weighted imaging (WI), T_1 -WI, PD-FS, T_2 -WI, and T_1 -WI with fat suppression. In patients diagnosed with aseptic osteonecrosis, the following MRI signs were recorded: marginal subcortical pathological MRI signal, narrowing of the joint space, joint effusion, bone marrow edema around the necrosis zone. For bone marrow infarction, the following signs were observed: a pathological MRI signal resembling a “geographic map,” heterogeneous increased signal on T_2 -WI and T_1 -WI, hyperintensity on STIR, and bone marrow edema around the periphery. Statistical analysis of the data was performed.

Results: The results of the study showed that aseptic necrosis of the joints developed more frequently in young, working-age individuals after the pandemic. An increase in the number of male patients with these pathologies was also noted. The incidence of aseptic necrosis increased by 10 % between 2019 and 2022, while bone marrow infarction increased by 3.5 % between 2019 and 2023. The number of bilateral joint lesions in 2019 was significantly lower ($p < 0.05$) than in the post-COVID period, accounting for 8 % of the total number of patients with aseptic necrosis and bone marrow infarction. An increase in the prevalence of stages II and III of the disease was observed between 2019 and 2023.

Conclusion: The more frequent development of the disease in the most economically active population group (working-age men) with bilateral lesions necessitates the development of preventive measures and a comprehensive rehabilitation program, including potential prosthetic interventions. These measures aim to restore patients' quality of life and enable them to continue their professional activities.

Keywords: aseptic necrosis, bone marrow infarction, COVID-19, post-COVID syndrome, magnetic resonance imaging

For citation: Zainagutdinova AM, Surovtsev EN, Pyshkina YuS, Kapishnikov AV. Avascular Necrosis and Bone Marrow Infarction as a Manifestation of Postcovid Syndrome. Medical Radiology and Radiation Safety. 2025;70(4):82–86. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2025-70-4-82-86

Введение

Асептический некроз и инфаркт костного мозга – этиологически схожие заболевания, связанные с гибелью костных клеток в определенном участке кости из-за нарушения кровоснабжения, быстро приводящее к развитию вторичного артроза и/или артрита прилежащего сустава [1].

Согласно данным литературы, среди клинических особенностей асептического некроза головки бедренной кости необходимо отметить, что данное заболевание чаще развивается у молодых людей: средний возраст 33–45 лет, соотношение мужчин и женщин 3:1. При отсутствии лечения на ранних стадиях у 80 % пациентов коллапс головки бедренной кости развивается в течение 3–4 лет, что требует эндопротезирования сустава [2]. Более чем в 50 % случаев эндопротезирование выполняется в первые 3 года после постановки диагноза. В то же время асептический некроз головки бедренной кости является фактором риска ранней нестабильности протеза. Показано, что результаты первичного эндопротезирования при асептическом некрозе хуже, чем при идиопатическом коксартрозе: частота ревизий в течение 10–15 лет достигает 40 % [3].

Пандемия COVID-19 трансформировала наше восприятие множества аутоиммунных заболеваний, клинических состояний и осложнений, вызванных новой коронавирусной инфекцией и связанными с ней методами лечения. Это привело к появлению широкого спектра актуальных медицинских вопросов. Данные об аваскулярном некрозе, после комбинированного лечения COVID-19 в начале эпидемии, являются одним из доказательств возникающих проблем [4]. Мировое медицинское сообщество все чаще исследует риски осложнений и кортикостероидной терапии COVID-19 у пациентов, ранее не принимавших стероидные гормоны [5].

Основные причины остеонекроза и инфаркта кости: травма, прием глюкокортикоидов, алкогольная интоксикация, лучевая или химиотерапия, различные коагулопатии (синдром диссеминированного внутрисосудистого расстройства, тромбофилия), системные заболевания (системная красная волчанка, васкулиты), серповидно-клеточная анемия, вирус иммунодефицита человека, гиперлипидемия, болезни печени и печеночная недостаточность, дайвинг и другие гипербарические состояния, беременность и травмы, особенно с нарушением целостности сосудов [6]. В то же время, в генезе так называемого идиопатического остеонекроза головки бедренной кости играют роль коагулопатии и сосудистые факторы, которые являются компонентами патогенеза тромботических осложнений при тяжелых формах COVID-19 [7], что может также спровоцировать и ускорить реализацию генетической предрасположенности к сосудистым расстройствам. Наиболее чувствительным и специфичным методом диагностики асептического некроза и инфаркта костного мозга является магнитно-резонансная томография (МРТ) – это «золотой стандарт» среди неинвазивных методов выявления данных патологий [8].

Цель исследования: Оценить демографические и магнитно-резонансные проявления асептического некроза и инфаркта костного мозга у пациентов до, во время и после пандемии COVID-19 (2019–2023 гг.).

Материал и методы

Одноцентровое, ретроспективное исследование включало 229 пациентов с выявленными при МРТ асептическим некрозом и инфарктом костного мозга в период с 2019 по 2023 гг. Среди них 120 женщин (52 %) и 109 мужчин (48 %). Возраст пациентов колебался в диапазоне от 18 до 85 лет. Средний возраст наблюдаемых составил 50 ± 10 лет (средний возраст женщин – $52,6 \pm 11,4$ лет, средний возраст мужчин – $53,1 \pm 11,9$ лет). Критерии включения пациентов в исследование: пациенты с выявленными при МРТ асептическим некрозом/инфарктом костного мозга, возраст пациентов от 18 лет, информированное добровольное согласие пациента, отсутствие противопоказаний к проведению МРТ. Критерии исключения пациентов из исследования: беременность, отсутствие сотрудничества со стороны пациента. Всем обследуемым проведена МРТ суставов. Исследования были проведены на высокопольном томографе Siemens MAGNETOM Symphony 1,5 Т. Протокол сканирования включал T_2 -взвешенные изображения (ВИ); T_1 -ВИ; изображения, взвешенные по протонной плотности с подавлением МР-сигнала от жировой ткани (PD-FS); T_2 -ВИ и T_1 -ВИ с подавлением МР-сигнала от жировой ткани.

Регистрировались следующие МР-признаки у обследуемых пациентов с диагностированным асептическим остеонекрозом: краевой субкортикальный патологический МР-сигнал (неоднородный по T_2 -ВИ и пониженной интенсивности по T_1 -ВИ), отек костного мозга по его периферии, выпот в полости сустава, сужение суставной щели (рис. 1).

Для инфаркта костного мозга были патогномоничны следующие МР-признаки: участок патологического МР-сигнала по типу «географической карты», неоднородный повышенный сигнал по T_2 -ВИ и T_1 -ВИ, гиперинтенсивный по STIR, отек костного мозга (рис. 2).

Распределение общего количества проведенных МРТ суставов и обследований пациентов с патологией суставов представлено в табл. 1.

В ходе исследования было выяснено, что количество поражений (табл. 2) тазобедренного сустава (рис. 3) из общего числа составило 160 случаев (69,7 %): в частности, левого сустава – 37 (16,1 %), правого – 42 (18,3 %), двухстороннее поражение – 81 (35,3 %); коленного сустава (рис. 3) – 52 (22,7 %), доля левого – 26 (11,3%), правого – 25 (10,9 %), 1 (0,5%) двухстороннее поражение; голеностопного сустава – 12 (5,2 %) в общем, 5 (2,2 %) и 6 (2,6 %) для правой и левой стороны соответственно, двухстороннее поражение – 1 (0,4 %). Плечевой сустав поражался преимущественно левый, что составило 4 (1,7 %) случая, локтевой был поврежден в 1 (0,7 %) случае. При этом выявлено у пациентов только одностороннее поражение и плечевого и локтевого суставов, которое было впервые зарегистрировано в постковидный период, что может свидетельствовать о системном характере заболевания.

Увеличилась частота (табл. 3) асептического некроза с 5,7 % (2019–2020 гг.) до 11,4 % (2022–2023 гг.) и инфаркта костного мозга с 0,4 % (2019–2020 гг.) до 1,6 % (2022–2023 гг.).

Количество двусторонних поражений суставов в 2019 г. было достоверно ниже ($p \leq 0,05$) чем в постковидный период и составляло 8 % от общего числа пациентов с асептическим некрозом и инфарктом костного мозга, в дальнейшем их число увеличивалось с каждым годом:

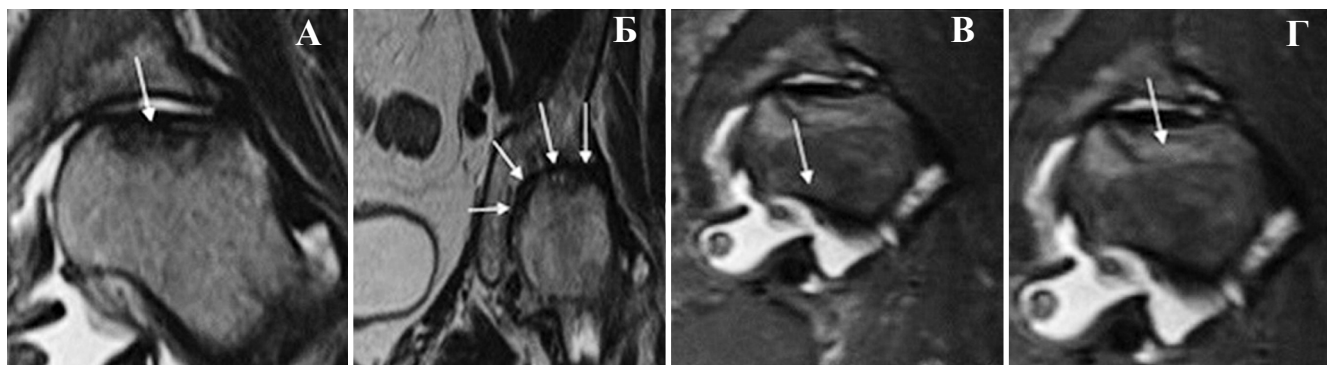


Рис. 1. МРТ тазобедренных суставов, T₁-ВИ, мультипланарное исследование. Магнитно-резонансные признаки асептического остеонекроза: краевой субкортикальный патологический MR-сигнал (стрелка) (А); сужение суставной щели (стрелка) (Б); выпот в полости сустава (стрелка) (В); отек костного мозга по периферии (стрелка) (Г)

Fig. 1. MRI of hip joints, T₁-WI, multiplanar examination. Magnetic resonance signs of aseptic osteonecrosis: marginal subcortical pathological MR signal (arrow) (A); narrowing of the articular fissure (arrow) (B); effusion in the joint cavity (arrow) (B); bone marrow edema along the periphery (arrow) (Г)

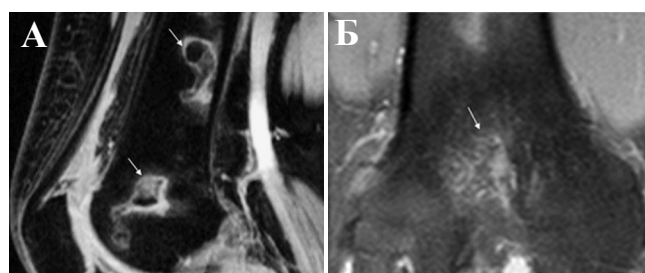


Рис. 2. МРТ тазобедренных суставов, STIR, мультипланарное исследование. Магнитно-резонансные признаки инфаркта костного мозга: участок патологического MR-сигнала по типу «географической карты» (стрелки) (А); отек костного мозга (стрелки) (Б)

Fig. 2. MRI of hip joints, STIR, multiplanar examination. Magnetic resonance signs of bone marrow infarction: a section of the pathological MR signal of the «geographical map» type (arrows) (A); bone marrow edema (arrows) (Б)

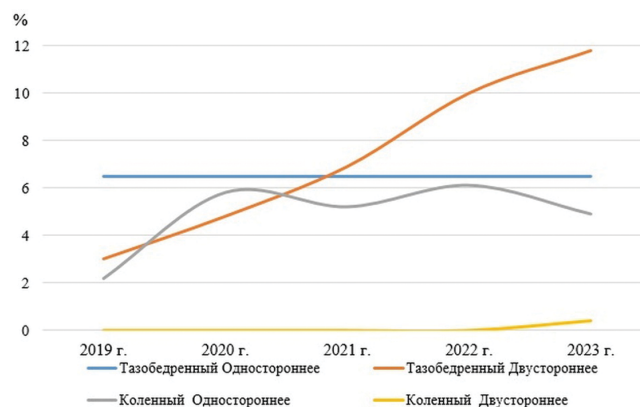


Рис. 3. Доля поражения (асептического некроза) тазобедренных и коленных суставов (% от общего количества исследований пациентов)
Fig. 3. The proportion of lesions (aseptic necrosis) of the hip and knee joints (% of the total number of patient studies)

Таблица 1

Доля случаев выявленной патологии суставов у пациентов среди общего количества выполненных исследований, по годам

The proportion of cases of detected joint pathology in patients among the total number of studies performed, by year

Годы	2019 г.		2020 г.		2021 г.		2022 г.		2023 г.	
Количество	Общее кол-во исследований	С патологией сустава n (%)	Общее кол-во исследований	С патологией сустава n (%)	Общее кол-во исследований	С патологией сустава n (%)	Общее кол-во исследований	С патологией сустава n (%)	Общее кол-во исследований	С патологией сустава n (%)
Локализация										
Коленный сустав	828	7 (0,9)	810	9 (1,1)	973	12 (1,2)	1351	14 (1)	1144	10 (0,9)
Тазобедренные суставы	227	21 (9,3)	239	25 (10,5)	284	29 (10,2)	419	40 (9,6)	475	45 (9,5)
Плечевой сустав	195	0 (0)	213	2 (0,9)	230	1 (0,4)	285	1 (0,4)	243	0 (0)
Голеностопный сустав	67	3 (4,5)	82	0 (0)	89	3 (3,4)	125	2 (1,6)	138	4 (2,9)
Локтевой сустав	20	0 (0)	24	0 (0)	28	0 (0)	44	1 (2,3)	46	0 (0)
Всего	1337	31 (14,7)	1368	36 (12,5)	1604	45 (15,2)	2224	58 (14,9)	2046	59 (13,3)

Таблица 2

Доля поражения (асептического некроза) суставов

The proportion of joint damage (aseptic necrosis)

Сустав	Сторона поражения	Годы				
		2019	2020	2021	2022	2023
Тазобедренный (%)	Одностороннее	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	Двустороннее	3	4,8	6,9	10	11,8
Коленный (%)	Одностороннее	2,2	5,8	5,2	6,1	4,9
	Двустороннее	0	0	0	0	0,4
Голеностопный (%)	Одностороннее	1,8	0,4	1,8	0,8	1,3
	Двустороннее	0	0,4	0,8	0,8	1,3
Плечевой (%)	Одностороннее	0,4	0	0	0	0,8
Локтевой (%)	Одностороннее	0	0	0	0,7	0

Таблица 3

Динамика изменений частоты встречаемости асептического некроза и инфаркта костного мозга

Dynamics of changes in the frequency of aseptic necrosis and bone marrow infarction

Патология	Годы				
	2019	2020	2021	2022	2023
Асептический некроз (%)	13,5	15,6	18,7	23,1	22,6
Инфаркт костного мозга (%)	0,4	0	0,4	2,2	3,9

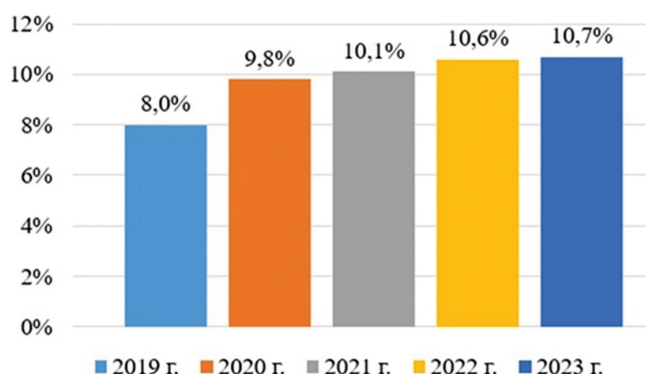


Рис. 4. Динамика изменений встречаемости двусторонних поражений
Fig. 4. Dynamics of changes in the occurrence of bilateral lesions

на 1,8 % в 2020 г., на 2,1 % в 2021 г., на 2,6 % в 2022 г. и на 2,7 % в 2023 г. (рис. 4).

Был выявлен рост и односторонних повреждений на 0,5 %, 1,7 %, 3,1 % в соответствующих годах и снижение количества в 2023 г. на 2 % по сравнению с 2022 г. Зарегистрировано увеличение пациентов мужского пола с патологией суставов с 18 (7,9 %) случаев (2019 г.) до 33 (14,4 %) в 2023 г. Доля пациентов женского пола также увеличилась, но осталась меньше мужской и составила 26 (11,4 %) эпизодов в 2023 г.

Асептическим некрозом или инфарктом костного мозга в 2019 г. были поражены суставы у 21 (9,2 %) пациента до 50 лет, в то время как количество пациентов старше 50 составляло 10 (4,3 %). Выявлено увеличение случаев заболевания обследуемых до 50 лет с 21 (9,2 %) случая в 2019 г. до 35 (15,3 %) в 2023 г., а также пациентов старшего возраста с 10 (4,4 %) до 24 (10,5 %) соответственно (табл. 4).

Таблица 4

Распределение пациентов по возрасту в период 2019–2023 гг.
Distribution of patients by age in the period 2019–2023

Возраст \ Годы	2019	2020	2021	2022	2023
18–25	2	1	4	0	2
25–35	6	5	8	6	8
35–45	10	7	8	10	13
45–55	7	8	5	8	14
55–65	5	8	16	22	10
65–75	2	4	6	12	10
75–85	0	2	3	0	2

Отмечается увеличение распространенности II и III стадий асептического некроза в 2022–2023 гг. по сравнению с 2019–2021 гг.: в 2019 г. заболеваемость II и III стадиями асептического некроза регистрировалась в 8 (3,5 %) и 20 (8,7 %) случаях, в 2022–2023 гг. эти цифры достигли 25 (10,9 %) и 43 (18,8 %) случаев соответственно. Встречаемость I и IV стадий осталась неизменной – около 2 (0,9 %) и 4 (1,7 %) (рис. 5).

Представлен клинический случай пациентки 53 лет с асептическим некрозом головок бедренных костей в динамике с интервалом в 6 месяцев (рис. 6). На контрольном исследовании отмечается «стихание» процесса в виде уменьшения зон отека костного мозга.

Обсуждение

Нами было высказано предположение о возможном влиянии пандемии на результаты МРТ-исследования суставов у пациентов с асептическим некрозом и ин-

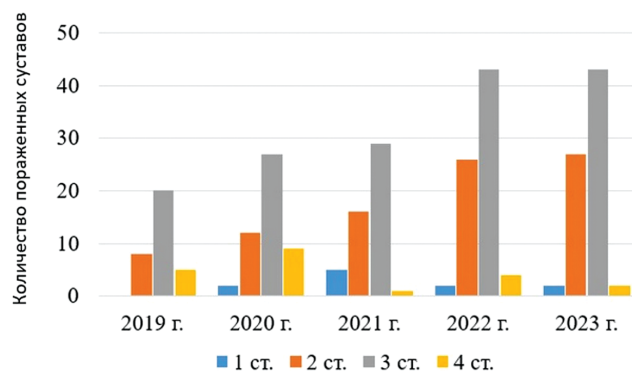


Рис. 5. Распространенность асептического некроза по стадиям с 2019 по 2023 гг.

Fig. 5. Prevalence of aseptic necrosis by stage from 2019 to 2023

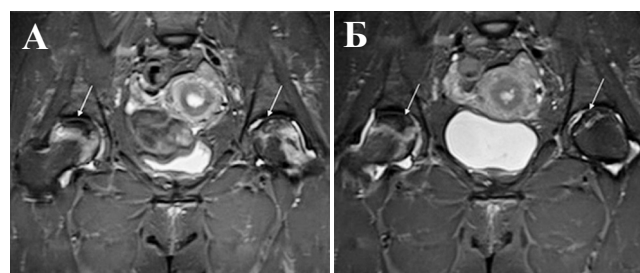


Рис. 6. МРТ-изображение тазобедренных суставов пациентки М., 53 лет в динамике (T₂-ВИ, STIR, коронарная проекция): первичное исследование (стрелки – некроз головок бедренных костей) (А); контрольное исследование – через 6 мес (стрелки – некроз головок бедренных костей) (Б)

Fig. 6. Dynamic MR image of the hip joints of patient M., 53 years old (T₂-WI, STIR, coronary projection): primary examination (arrows – necrosis of the femoral heads) (A); control examination – after 6 months (arrows – necrosis of the femoral heads) (B)

фарктом костного мозга. По данным литературы, инфекция SARS-CoV-2 связана с повреждением эндотелия, а при сочетании стероидной терапии начинают формироваться микротромбы, которые могут вызвать остеонекроз [9]. COVID-19 вызывает системное воспаление, приводящее к притоку цитокинов, препятствующих пролиферации и дифференцировке остеобластов [10]. Более того, провоспалительные белки вызывают васкулит, гиперкоагуляцию и некроз костей, результатом чего может стать аваскулярный некроз и инфаркт костного мозга. Аваскулярный некроз можно обнаружить в основном после длительной терапии с применением высоких доз стероидов, вероятно, из-за сочетания жировой эмболии, липидных нарушений и дефектов коагуляции [11].

Выводы

В ходе исследования выявлено более частое развитие заболевания у мужчин трудоспособного возраста с 18 (7,9 %) пациентов в 2019 г. до 33 (14,4 %) в 2023 г. Наблюдается тенденция к более частому возникновению двустороннего поражения суставов. Данные изменения мы связывали с нарушениями кровоснабжения, вызванными вирусом SARS-CoV-2 и его лечением.

Более частое развитие заболевания среди экономически активной группы населения с двусторонним поражением требует разработки профилактических мер и комплексного подхода к реабилитации и организации возможного протезирования суставов. Цель этих мероприятий – восстановление качества жизни пациентов и обеспечение возможности продолжения трудовой деятельности.

Тщательный мониторинг пациентов, получающих стероиды, особенно в более высоких кумулятивных дозах, имеет решающее значение для раннего выявления и своевременного назначения терапии асептического некроза и инфаркта костного мозга. Необходимы даль-

нейшие исследования с участием более крупных групп и долгосрочное наблюдение для лучшего понимания причинно-следственных связей и оптимальных стратегий лечения данных заболеваний в контексте COVID-19 и стероидной терапии.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Vande Berg B.C., Malghem J., Lecouvet F.E., Noel H., Maldague B. MR Imaging of Bone Infarction and Epiphyseal Osteonecrosis. *J Belge Radiol.* 1997;80;5:243-50.
2. Торгашин А.Н., Родионова С.С., Шумский А.А., Макаров М.А., Торгашина А.В., Ахтымов И.Ф., Коваленко А.Н., Загородний Н.В., Миронов С.П. Лечение асептического некроза головки бедренной кости. Клинические рекомендации // Научно-практическая ревматология. 2020. Т.58. №6. С. 637-645 [Torgashin A.N., Rodionova S.S., Shumskiy A.A., Makarov M.A., Torgashina A.V., Akhtyamov I.F., Kovalenko A.N., Zagorodniy N.V., Mironov S.P. Treatment of Aseptic Necrosis of the Femoral Head. Clinical Guidelines. *Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya* = Scientific and Practical Rheumatology. 2020;58;6:637-645 (In Russ.)]. doi: 10.47360/1995-4484-2020-637-645.
3. Панин М.А., Загородний Н.В., Карчевный Н.Н., Садков И.А., Петросян А.С., Закирова А.Р. Современный взгляд на патогенез нетравматического остеонекроза // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н.Приорова. 2017. №2. С. 69-75 [Panin M.A., Zagorodniy N.V., Karchebnyy N.N., Sadkov I.A., Petrosyan A.S., Zakirova A.R. Modern View on the Pathogenesis of Non-Traumatic Osteonecrosis. *Vestnik Travmatologii i Ortopedii Im. N.N.Priorova* = Bulletin of Traumatology and Orthopedics Named after N.N.Priorov. 2017;2:69-75 (In Russ.)]. doi: 10.17816/vto201724269-75.
4. Inneh A., Martinez K., Elizee J., Ganguli M., Turan A. COVID-19-Related Bilateral Avascular Necrosis of the Femoral Head. *Cureus.* 2023;15;8:e44034. doi: 10.7759/cureus.44034.
5. Darraz S., Omar M., Lachkar A., Abdeljaouad N., Yacoubi H. Aseptic Osteonecrosis of the Femoral Head: The Effect of Corticosteroid Therapy and Long COVID Syndrome. *Cureus.* 2024;16;2:e54327. doi: 10.7759/cureus.54327.
6. Murugesan L., Sivakumar N., Ramamoorthy L., Farooq U. COVID-19-Associated Bilateral Avascular Necrosis of Femoral Head in a Young Male Without Corticosteroid Exposure: a Case Report. *Cureus.* 2024;16;4:e57525. doi: 10.7759/cureus.57525.
7. Ji H.L., Zhao R., Matalon S., Matthay M.A. Elevated Plasmin(ogen) as a Common Risk Factor for COVID-19 Susceptibility. *Physiol Rev.* 2020;100;3:1065-1075. doi: 10.1152/physrev.00013.2020.
8. Chen Y., Miao Y., Liu K., Xue F., Zhu B., Zhang C., Li G. Evolutionary Course of the Femoral Head Osteonecrosis: Histopathological – Radiologic Characteristics and Clinical Staging Systems. *J Orthop Translat.* 2021;32:28-40. doi: 10.1016/j.jot.2021.07.004.
9. Parikh S., Gomez O., Davis T., Lyon Z., Corces A. Avascular Necrosis as a Sequela of COVID-19: a Case Series. *Cureus.* 2023;15;2:e35368. doi: 10.7759/cureus.35368.
10. Velchov V., Georgiev P., Tserovski S., Tsenkov T., Alexiev V. Corticosteroid-Associated Avascular Necrosis of the Femoral Head in Patients with Severe COVID-19: a Single-Center Study. *Med Sci Monit.* 2023;29:e940965. doi: 10.12659/MSM.940965.
11. Sakellariou E., Argyropoulou E., Karampinas P., Galanis A., Varsamos I., Giannatos V., Vasiliadis E., Kaspiris A., Vlamis J., Pneumatos S. A Comprehensive Review of COVID-19-Infection- and Steroid-Treatment-Associated Bone Avascular Necrosis: a Multi-Study Analysis. *Diagnostics (Basel).* 2024;14;3:247. doi: 10.3390/diagnostics14030247.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Участие авторов. Статья подготовлена с равным участием авторов.

Поступила: 20.03.2025. **Принята к публикации:** 25.04.2025.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Financing. The study had no sponsorship.

Contribution. Article was prepared with equal participation of the authors.

Article received: 20.03.2025. **Accepted for publication:** 25.04.2025.