

Редкая локализация аваскулярного некроза при лечении новой коронавирусной инфекции глюкокортикостероидами

А.П. Гончар¹, И.А. Блохин¹, Ю.Ф. Шумская^{1,2}

¹ Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий, Москва, Российская Федерация

² Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Развитие аваскулярного некроза костных структур, индуцированного лечением новой коронавирусной инфекции глюкокортикоидами, является довольно распространённым осложнением терапии, при этом чаще всего встречается поражение головок бедренных костей. Своевременное выявление аваскулярного некроза важно в рамках профилактики развития артритов и других осложнений.

В работе представлен клинический случай пациентки в возрасте 54 лет, госпитализированной по поводу новой коронавирусной инфекции, с жалобами на выраженные боли в обоих коленных суставах через 2 недели от начала болезни. По результатам магнитно-резонансной томографии был выявлен выраженный аваскулярный некроз костей, формирующих коленный сустав, с обеих сторон. Консервативная терапия, включающая приём нестероидных противовоспалительных препаратов и ингибиторов костной резорбции из группы бисфосфонатов, дала выраженный положительный результат. При повторном осмотре через 3 месяца болей нет, сохраняются небольшие ограничения движений в коленных суставах. По данным магнитно-резонансной томографии обоих коленных суставов отмечено значительное уменьшение ранее выявленных изменений.

Побочные эффекты глюкокортикоидов (нарушение толерантности к глюкозе, повышение артериального давления, тахикардия, эрозивно-язвенное поражение желудочно-кишечного тракта, нарушения сна и др.) широко известны, однако остеонекроз костных структур коленных суставов, вызванный приёмом стероидов, редко попадает в поле зрения клиницистов. Приведённый клинический случай подчёркивает комплексный характер патогенеза остеонекроза и демонстрирует широкий спектр осложнений при терапии кортикостероидами.

Ключевые слова: клинический случай; аваскулярный некроз; остеонекроз; коронавирусная инфекция; коленный сустав; магнитно-резонансная томография.

Как цитировать

Гончар А.П., Блохин И.А., Шумская Ю.Ф. Редкая локализация аваскулярного некроза при лечении новой коронавирусной инфекции глюкокортикостероидами // *Digital Diagnostics*. 2022. Т. 3, № 4. С. 000–000. DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

Рукопись получена: 31.08.2022 Рукопись одобрена: 11.11.2022 Опубликовано: 18.11.2022

Rare localization of avascular necrosis during treatment of COVID-19 with glucocorticosteroids

Anna P. Gonchar¹, Ivan A. Blokhin¹, Yuliya F. Shumskaya^{1,2}

¹ Research and Practical Clinical Center for Diagnostics and Telemedicine Technologies, Moscow, Russian Federation

² The First Sechenov Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

The development of bony avascular necrosis induced by glucocorticoid treatment of COVID-19 is a fairly common adverse effect, with femoral head being the most commonly affected. Timely detection of avascular necrosis is important in the prevention of osteoarthritis and other complications.

We present a clinical case of a 54-year-old patient hospitalized for novel coronavirus infection with complaints of severe pain in both knees two weeks after the disease onset. Magnetic resonance imaging revealed pronounced changes in both knees, corresponding to avascular necrosis. Conservative therapy, including non-steroidal anti-inflammatory drugs and bisphosphonate bone resorption inhibitors, produced a pronounced positive result. At follow-up examination 3 months later, there was no pain, but there were still slight restrictions of movement in the knee joints. Magnetic resonance imaging showed a significant decrease in the previously detected changes.

The side effects of glucocorticoids (impaired glucose tolerance, increased blood pressure, tachycardia, gastrointestinal erosive ulcers, sleep disorders, etc.) are widely known, but knee osteonecrosis caused by steroid intake rarely comes to the attention of clinicians. This clinical case emphasizes the complex nature of osteonecrosis pathogenesis and demonstrates a wide range of complications in corticosteroid therapy.

Keywords: case report; avascular necrosis; osteonecrosis; COVID-19; knee joint; magnetic resonance imaging.

To cite this article

Gonchar AP, Blokhin IA, Shumskaya YuF. Rare localization of avascular necrosis during treatment of COVID-19 with glucocorticosteroids. *Digital Diagnostics*. 2022;3(4):000–000.

DOI: <https://doi.org/10.17816/DD110718>

Received: 31.08.2022 Accepted: 11.11.2022 Published: 18.11.2022

АКТУАЛЬНОСТЬ

Новая коронавирусная инфекция, впервые выявленная в декабре 2019 г. в Ухани (Китай), стала причиной глобальной пандемии. В лечении новой коронавирусной инфекции патогенетически обосновано и широко распространено использование глюкокортикостероидов (ГКС) [1]. Однако известно, что не только интенсивное, но даже разовое их использование может спровоцировать развитие аваскулярного некроза [2]. В литературе описано множество клинических случаев аваскулярного некроза головки бедренной кости у пациентов, получавших терапию ГКС [3, 4], однако остеонекрозы других областей, в частности коленных суставов, представлены в единичных случаях [5]. Ранняя диагностика данной патологии крайне важна в рамках профилактики развития артритов и других осложнений [6].

В данной статье мы описываем клинический случай аваскулярного некроза костных структур обоих коленных суставов, развившегося на фоне терапии ГКС по поводу коронавирусной инфекции.

ОПИСАНИЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

О пациенте

Женщина, 54 года, с жалобами на выраженный кашель и повышение температуры до 39,5°C на протяжении 6 дней была госпитализирована с новой коронавирусной инфекцией. При проведении компьютерной томографии органов грудной клетки было выявлено поражение более 30% объёма лёгких. Определён положительный результат полимеразной цепной реакции на РНК SARS-CoV-2. Соматический анамнез пациентки не отягощён.

За период госпитализации пациентка получала лечение в следующем объёме: дексаметазон парентерально на протяжении 5 дней в суточной дозе 20 мг с последующим перерывом на 2 дня и возобновлением его применения на протяжении ещё 5 дней в дозе 12 мг, а также антикоагулянтную и антисекреторную терапию.

На 15-й день болезни появились выраженные боли и значительное ограничение объёма движений в коленных суставах, сохраняющиеся в ночное время; пальпация суставов болезненная. На 17-й день болезни в связи с положительной динамикой пациент выписан с рекомендациями по приёму нестероидных противовоспалительных средств ввиду болей в коленных суставах.

Через 1,5 мес после госпитализации в связи с сохраняющимися жалобами на боли в коленных суставах и ограничение движений в них пациентка была направлена на магнитно-резонансную томографию (МРТ) обоих коленных суставов.

Результаты инструментального обследования

По данным МРТ левого коленного сустава: в дистальных отделах диафиза и в мышечках бедренной кости (с вовлечением суставной поверхности), а также в надколеннике определяются зоны патологических изменений, неоднородно гиперинтенсивные на PD-взвешенных (протон-взвешенных) изображениях с подавлением сигнала от жировой ткани, гипо-/изоинтенсивные на T1-взвешенных изображениях (T1-ВИ), неправильной («географической») формы, в центральных отделах которых визуализируются участки с сигнальными характеристиками жёлтого костного мозга (рис. 1). При МР-исследовании правого коленного сустава определяются зоны аналогичных изменений костного мозга обоих мышечков бедренной кости с распространением на дистальный метаэпифиз и суставную поверхность латерального

TEMPLATE: Case Report

мышцелка, а также надколенника. По периферии некоторых зон выявленных патологических изменений на небольшом протяжении визуализируется симптом «двойной линии» (рис. 2).

В связи с имеющимся анамнезом и выявленными изменениями на МРТ был выставлен диагноз «Аваскулярный некроз костей, формирующих коленный сустав, с обеих сторон».

Диагноз, лечение

По результатам МРТ, а также данных анамнеза и клинической картины выставлен диагноз аваскулярного некроза мышцелков бедренной и большеберцовой костей обоих коленных суставов. В связи с этим назначена консервативная терапия (физиотерапия) в следующем объеме: магнитотерапия и фонофорез с применением геля, содержащего нестероидный противовоспалительный компонент, нестероидные противовоспалительные препараты в таблетированной форме ситуационно при боли, препараты витамина D, ингибиторы костной резорбции из группы бисфосфонатов.

На фоне терапии через 3 мес отмечалась выраженная положительная динамика: болевой синдром купирован; сохраняется небольшое ограничение движения в коленных суставах (невозможно выполнить глубокое приседание).

При повторном проведении МРТ обоих коленных суставов определяется положительная динамика: ранее выявленные изменения значительно менее выражены (рис. 3, 4).

ОБСУЖДЕНИЕ

Распространённость остеонекроза среди пациентов с новой коронавирусной инфекцией сильно варьирует — от 5 до 58% [7], при этом чаще отмечается поражение головок бедренных костей, тогда как поражение костных структур коленных суставов и других костей встречается реже.

При остеонекрозе вторичного генеза костных структур коленных суставов, а именно аваскулярном некрозе, чаще всего поражаются оба мышцелка бедренных костей, как и в описанном нами клиническом случае; в свою очередь для первичного остеонекроза характерно поражение только одного из мышцелков [8].

К причинам развития аваскулярного некроза относят лечение ГКС, заболевания почек, гематологические заболевания. Некоторые авторы отмечают влияние препаратов, используемых в лечении коронавирусной инфекции, таких как лопинавир и ритонавир, на развитие остеонекроза [9]. В приведённом нами случае данное патологическое состояние, наиболее вероятно, развилось на фоне лечения коронавирусной инфекции ГКС.

Являясь важным в лечении новой коронавирусной инфекции препаратом, ГКС является независимым фактором риска развития аваскулярного некроза. При этом патогенез развития остеонекроза у таких пациентов до конца не ясен: помимо терапии ГКС, самостоятельными причинами могут являться сосудистые тромбозы, гипертрофия адипоцитов, жировая эмболия, гиперкоагулопатия, эндотелиальная деструкция, агрегация лейкоцитов [7, 10]. Тем не менее клинических примеров развития остеонекроза вследствие вышеуказанных факторов в литературе не встретилось [7, 9].

На данный момент нет однозначного мнения относительно длительности применения ГКС и определения дозировки, повышающей риск развития остеонекроза. Тем не менее ряд исследований указывает на важность контроля кумулятивной дозы ГКС как важного фактора развития патологии [11]. Так, в ряде исследований определено, что остеонекроз костных структур коленного сустава развивается при кумулятивной дозе преднизолона, варьирующей от 1,012 до 6,562 г [12, 13], тогда как в других

TEMPLATE: Case Report

клинических случаях кумулятивная доза преднизолона находилась в пределах 0,9–1,413 г со средним значением 1,156 г [14]. В описанном нами клиническом случае использовался дексаметазон в дозировке 20 мг/сут с последующим снижением до 12 мг.

S.R. Agarwala и соавт. [14] описывают случаи развития аваскулярного некроза после применения метилпреднизолона на протяжении 15 дней с развитием болей в коленях на 25-й день болезни, с поражением обоих мыщелков и надколенника по данным МРТ, у женщины 20 лет, а также появлением болей в обоих тазобедренных суставах и правом коленном суставе у юноши 16 лет через 4 мес после перенесённой новой коронавирусной инфекции с терапией метилпреднизолоном и дексаметазоном на протяжении 19 дней. В приведённом нами клиническом случае на протяжении 10 дней использовался дексаметазон с перерывом на 2 дня, при этом через 15 дней от начала болезни (9-й день от начала терапии ГКС) появились первые жалобы на боли в коленных суставах, что схоже с клиническим примером первого из вышеуказанных пациентов, хотя возраст нашей пациентки значительно отличался.

Другой клинический случай описывает развитие аваскулярного некроза правого коленного сустава у женщины 78 лет с имеющимися в анамнезе данными двустороннего гонартроза, более выраженного слева, а также сопутствующими сердечно-сосудистыми заболеваниями, ожирением [15]. Терапия включала антибактериальные препараты, гидроксихлорохин, противовирусные препараты (лопинавир, ритонавир) и оксигенотерапию. Через 2 нед после выписки пациентка отмечала усиление болей в правом коленном суставе. В это же время в связи с появлением бронхоспазма на протяжении 9 дней проводилась терапия ГКС. Через 7 дней после этого развился локальный отёк правого коленного сустава. По данным МРТ отмечались признаки остеонекроза медиального мыщелка правой бедренной кости. В данном случае нельзя говорить однозначно только о влиянии ГКС на развитие аваскулярного некроза: наличие сопутствующих заболеваний также относится к факторам риска развития остеонекроза. Тем не менее короткий период времени между коронавирусной инфекцией и развитием аваскулярного некроза позволяет предположить влияние приёма ГКС. В приведённом нами клиническом случае у пациентки отсутствовали иные факторы риска развития аваскулярного некроза, кроме приёма ГКС, тем не менее, как и в приведённом примере, отмечалось довольно быстрое развитие артралгии на фоне терапии ГКС.

С другой стороны, результаты исследования A. Sulewski и соавт. [16] указывают на отсутствие данных о прямом влиянии ГКС на развитие остеонекроза. Данная работа включала анализ 10 пациентов с подтверждённой коронавирусной инфекцией и признаками аваскулярного некроза. Возраст пациентов составлял в среднем 61 год. Несмотря на то, что только 4 из 10 пациентов проводили терапию, включающую использование ГКС, у каждого из них в среднем через 14 дней от начала болезни развились признаки аваскулярного некроза. Схожие данные получены W. Li и соавт. [17] в проведённом метаанализе, по результатам которого подтверждается теория мультифакторного патогенеза аваскулярного некроза у пациентов с новой коронавирусной инфекцией. К возможным факторам развития аваскулярного некроза у таких пациентов авторы относят дефицит ангиотензинпревращающего фермента 2, который может вызвать костную деструкцию, а также развитие сосудистых тромбозов, как и в случае механизма развития остеонекроза при лечении ГКС. Таким образом, нет однозначного мнения об этиологии и механизме развития аваскулярного некроза у пациентов с новой коронавирусной инфекцией.

Как в приведённом нами клиническом случае, так и в рассматриваемых работах зарубежных авторов лечение аваскулярного некроза проводится преимущественно консервативно и в первую очередь направлено на купирование болевого синдрома, замедление прогрессирования остеонекроза, а также профилактику переломов и артритов. При этом общепринятой схемы терапевтического лечения не описано [18]. В свою очередь, ряд исследователей подтверждает, что использование комбинированной

TEMPLATE: Case Report

терапии с бисфосфонатами эффективно для лечения остеонекроза, в том числе на ранних стадиях его развития, что подтверждается приведённым нами клиническим случаем [19, 20].

Таким образом, раннее выявление пациентов с повышенным риском развития аваскулярного некроза при новой коронавирусной инфекции является крайне важным в рамках профилактики развития артритов и других осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нами описан клинический случай выявленного посредством МРТ двустороннего аваскулярного некроза костей, формирующих коленный сустав, на фоне приёма ГКС при COVID-19. Побочные эффекты применения ГКС, такие как нарушение толерантности к глюкозе, повышение артериального давления, тахикардия, эрозивно-язвенное поражение желудочно-кишечного тракта, нарушения сна, широко известны. Однако аваскулярный некроз костных структур коленных суставов, вызванный ГКС, редко попадает в поле зрения клиницистов. Приведённый случай не только подчёркивает комплексный характер патогенеза остеонекроза, но и демонстрирует широкий спектр осложнений при терапии ГКС.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении поисково-аналитической работы.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: А.П. Гончар — концепция и дизайн работы; А.П. Гончар — сбор и анализ данных; Ю.Ф. Шумская — интерпретация данных; И.А. Блохин — утверждение финальной версии статьи.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациента на публикацию медицинских данных в журнале Digital Diagnostics.

Благодарности. Авторы выражают признательность Виктории Александровне Матковой за оказанную помощь в подготовке публикации.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This article was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. A.P. Gonchar - concept and design of the paper; A.P. Gonchar - data collection and analysis; Yu.F. Shumskaya - data interpretation; I.A. Blokhin - approval of the final version of the paper.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript in Digital Diagnostics Journal.

Acknowledgments. The authors are thankful to Victoria Alexandrovna Matkova for her contribution to the publication.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные методические рекомендации «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19)». Версия 3 (3 марта 2020 г.) (утв. Министерством здравоохранения РФ). Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73647088/>. Дата обращения: 15.07.2022.
2. Ali R.S., Al-Sudani H., Tan I.J. Osteonecrosis of bilateral distal femurs in a pregnant patient following antenatal betamethasone // *Cureus*. 2022. Vol. 14, N 3. P. e22735. doi: 10.7759/cureus.22735
3. Zhang S., Wang C., Shi L., Xue Q. Beware of steroid-induced avascular necrosis of the femoral head in the treatment of COVID-19-experience and lessons from the SARS epidemic // *Drug Des Devel Ther*. 2021. Vol. 15. P. 983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
4. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19' // *BMJ Case Rep*. 2021. Vol. 14, N 7. P. e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
5. Takao M., Sugano N., Nishii T., et al. Spontaneous regression of steroid-related osteonecrosis of the knee // *Clin Orthop Relat Res*. 2006. Vol. 452. P. 210–215. doi: 10.1097/01.blo.0000229278.51323.08
6. Hines J.T., Jo W.L., Cui Q., et al. Osteonecrosis of the femoral head: an updated review of arco on pathogenesis, staging and treatment // *J Korean Med Sci*. 2021. Vol. 36, N 24. P. e177. doi: 10.3346/jkms.2021.36.e177
7. Disser N.P., De Micheli A.J., Schonk M.M., et al. Musculoskeletal consequences of COVID-19 // *J Bone Joint Surg Am*. 2020. Vol. 102, N 14. P. 1197–1204. doi: 10.2106/JBJS.20.00847
8. Karim A.R., Cherian J.J., Jauregui J.J., et al. Osteonecrosis of the knee: review // *Ann Transl Med*. 2015. Vol. 3, N 1. P. 6. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13
9. Patel M.S., Gutman M.J., Abboud J.A. Orthopaedic considerations following COVID-19: lessons from the 2003 SARS outbreak // *JBJS Rev*. 2020. Vol. 8, N 7. P. e2000052. doi: 10.2106/JBJS.RVW.20.00052
10. Kerachian M.A., Séguin C., Harvey E.J. Glucocorticoids in osteonecrosis of the femoral head: a new understanding of the mechanisms of action // *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2009. Vol. 114, N 3-5. P. 121–128. doi: 10.1016/j.jsbmb.2009.02.007
11. Chan K.L., Mok C.C. Glucocorticoid-induced avascular bone necrosis: diagnosis and management // *Open Orthop J*. 2012. Vol. 6. P. 449–457. doi: 10.2174/1874325001206010449
12. Powell C., Chang C., Naguwa S.M., et al. Steroid induced osteonecrosis: an analysis of steroid dosing risk // *Autoimmun Rev*. 2010. Vol. 9, N 11. P. 721–743. doi: 10.1016/j.autrev.2010.06.007
13. Takeda H., Nishise S., Fujishima S., et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle in a patient with ulcerative colitis: report of a case // *Clin J Gastroenterol*. 2008. Vol. 1, N 3. P. 93–96. doi: 10.1007/s12328-008-0015-2
14. Agarwala S.R., Vijayvargiya M., Sawant T. Secondary osteonecrosis of the knee as a part of long COVID-19 syndrome: a case series // *BMJ Case Rep*. 2022. Vol. 15, N 3. P. e248583. doi: 10.1136/bcr-2021-248583
15. Angulo-Ardoy M., Ureña-Aguilera Á. Knee osteonecrosis after COVID-19 // *Fam Pract*. 2021. Vol. 38, Suppl 1. P. i45–i47. doi: 10.1093/fampra/cmab063
16. Sulewski A., Sieroń D., Szyluk K., et al. Avascular necrosis bone complication after active COVID-19 infection: preliminary results // *Medicina (Kaunas)*. 2021. Vol. 57, N 12. P. 1311. doi: 10.3390/medicina57121311
17. Li W., Huang Z., Tan B., et al. General recommendation for assessment and management on the risk of glucocorticoid-induced osteonecrosis in patients with COVID-19 // *J Orthop Translat*. 2021. Vol. 31. P. 1–9. doi: 10.1016/j.jot.2021.09.005
18. Mont M.A., Baumgarten K.M., Rifai A., et al. Atraumatic osteonecrosis of the knee // *J Bone Joint Surg Am*. 2000. Vol. 82, N 9. P. 1279–1290. doi: 10.2106/00004623-200009000-

00008

19. Agarwala S., Sharoff L., Jagani N. Effect of zoledronic acid and alendronate on bone edema and pain in spontaneous osteonecrosis of the knee: a new paradigm in the medical management // *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020. Vol. 55, N 5. P. 543–550. doi: 10.1016/j.rboe.2017.12.008
20. Jureus J., Lindstrand A., Geijer M., et al. Treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK) by a bisphosphonate // *Acta Orthop*. 2012. Vol. 83, N 5. P. 511–514. doi: 10.3109/17453674.2012.729184

REFERENCES

1. Temporary guidelines "Prevention, diagnosis and treatment of new coronavirus infection (COVID-19)". Version 3 (March 3, 2020) (approved by the Ministry of Health of the Russian Federation). (In Russ). Available from: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/73647088/>. Accessed: 15.07.2022.
2. Ali RS, Al-Sudani H, Tan IJ. Osteonecrosis of bilateral distal femurs in a pregnant patient following antenatal betamethasone. *Cureus*. 2022;14(3):e22735. doi: 10.7759/cureus.22735
3. Zhang S, Wang C, Shi L, Xue Q. Beware of steroid-induced avascular necrosis of the femoral head in the treatment of COVID-19-experience and lessons from the SARS epidemic. *Drug Des Devel Ther*. 2021;15:983–995. doi: 10.2147/DDDT.S298691
4. Agarwala SR, Vijayvargiya M, Pandey P. Avascular necrosis as a part of 'long COVID-19'. *BMJ Case Rep*. 2021;14(7):e242101. doi: 10.1136/bcr-2021-242101
5. Takao M, Sugano N, Nishii T, et al. Spontaneous regression of steroid-related osteonecrosis of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;452:210–215. doi: 10.1097/01.blo.0000229278.51323.08
6. Hines JT, Jo WL, Cui Q, et al. Osteonecrosis of the femoral head: an updated review of arco on pathogenesis, staging and treatment. *J Korean Med Sci*. 2021;36(24):e177. doi: 10.3346/jkms.2021.36.e177
7. Disser NP, De Micheli AJ, Schonk MM, et al. Musculoskeletal consequences of COVID-19. *J Bone Joint Surg Am*. 2020;102(14):1197–1204. doi: 10.2106/JBJS.20.00847
8. Karim AR, Cherian JJ, Jauregui JJ, et al. Osteonecrosis of the knee: review. *Ann Transl Med*. 2015;3(1):6. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2014.11.13
9. Patel MS, Gutman MJ, Abboud JA. Orthopaedic considerations following COVID-19: lessons from the 2003 SARS outbreak. *JBJS Rev*. 2020;8(7):e2000052. doi: 10.2106/JBJS.RVW.20.00052
10. Kerachian MA, Séguin C, Harvey EJ. Glucocorticoids in osteonecrosis of the femoral head: a new understanding of the mechanisms of action. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2009;114(3-5):121–128. doi: 10.1016/j.jsbmb.2009.02.007
11. Chan KL, Mok CC. Glucocorticoid-induced avascular bone necrosis: diagnosis and management. *Open Orthop J*. 2012;6:449–457. doi: 10.2174/1874325001206010449
12. Powell C, Chang C, Naguwa SM, et al. Steroid induced osteonecrosis: an analysis of steroid dosing risk. *Autoimmun Rev*. 2010;9(11):721–743. doi: 10.1016/j.autrev.2010.06.007
13. Takeda H, Nishise S, Fujishima S, et al. Osteonecrosis of the lateral femoral condyle in a patient with ulcerative colitis: report of a case. *Clin J Gastroenterol*. 2008;1(3):93–96. doi: 10.1007/s12328-008-0015-2
14. Agarwala SR, Vijayvargiya M, Sawant T. Secondary osteonecrosis of the knee as a part of long COVID-19 syndrome: a case series. *BMJ Case Rep*. 2022;15(3):e248583. doi: 10.1136/bcr-2021-248583
15. Angulo-Ardoy M, Ureña-Aguilera Á. Knee osteonecrosis after COVID-19. *Fam Pract*. 2021;38(Suppl 1):i45–i47. doi: 10.1093/fampra/cmab063
16. Sulewski A, Sieroń D, Szyluk K, et al. Avascular necrosis bone complication after

TEMPLATE: Case Report

active COVID-19 infection: preliminary results. *Medicina (Kaunas)*. 2021;57(12):1311. doi: 10.3390/medicina57121311

17. Li W, Huang Z, Tan B, et al. General recommendation for assessment and management on the risk of glucocorticoid-induced osteonecrosis in patients with COVID-19. *J Orthop Translat*. 2021;31:1–9. doi: 10.1016/j.jot.2021.09.005

18. Mont MA, Baumgarten KM, Rifai A, et al. Atraumatic osteonecrosis of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2000;82(9):1279–1290. doi: 10.2106/00004623-200009000-00008

19. Agarwala S, Sharoff L, Jagani N. Effect of zoledronic acid and alendronate on bone edema and pain in spontaneous osteonecrosis of the knee: a new paradigm in the medical management. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020;55(5):543–550. doi: 10.1016/j.rboe.2017.12.008

20. Jureus J, Lindstrand A, Geijer M, et al. Treatment of spontaneous osteonecrosis of the knee (SPONK) by a bisphosphonate. *Acta Orthop*. 2012;83(5):511–514. doi: 10.3109/17453674.2012.729184

ОБ АВТОРАХ	AUTHORS' INFO
* Гончар Анна Павловна; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru; адрес: Россия, 127051, Москва, ул. Петровка, д. 24, стр. 1; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5161-6540 ; eLibrary SPIN: 3513-9531; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru	* Anna P. Gonchar; address: 24-1 Petrovka street, 127051 Moscow, Russia; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5161-6540 ; eLibrary SPIN: 3513-9531; e-mail: a.gonchar@npcmr.ru
Блохин Иван Андреевич; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2681-9378 ; eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru	Ivan A. Blokhin; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2681-9378 ; eLibrary SPIN: 3306-1387; e-mail: i.blokhin@npcmr.ru
Шумская Юлия Федоровка; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8521-4045 ; eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru	Yuliya F. Shumskaya; ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8521-4045 ; eLibrary SPIN: 3164-5518; e-mail: yu.shumskaia@npcmr.ru
* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author	

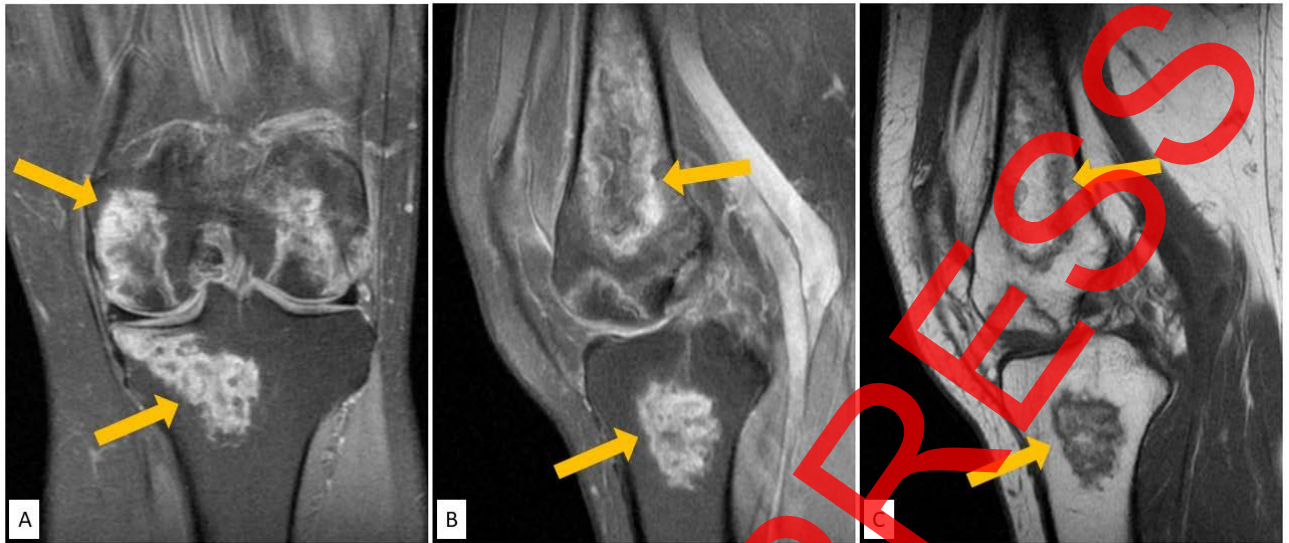


Рис. 1. Первичная магнитно-резонансная томография левого коленного сустава: PD-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в корональной (a) и сагиттальной плоскостях (b), T1-ВИ в сагиттальной плоскости (c). Стрелки указывают на зоны отёка костного мозга в виде неоднородного, неправильной формы («географической») МР-сигнала мышечков бедренной и большеберцовой костей.

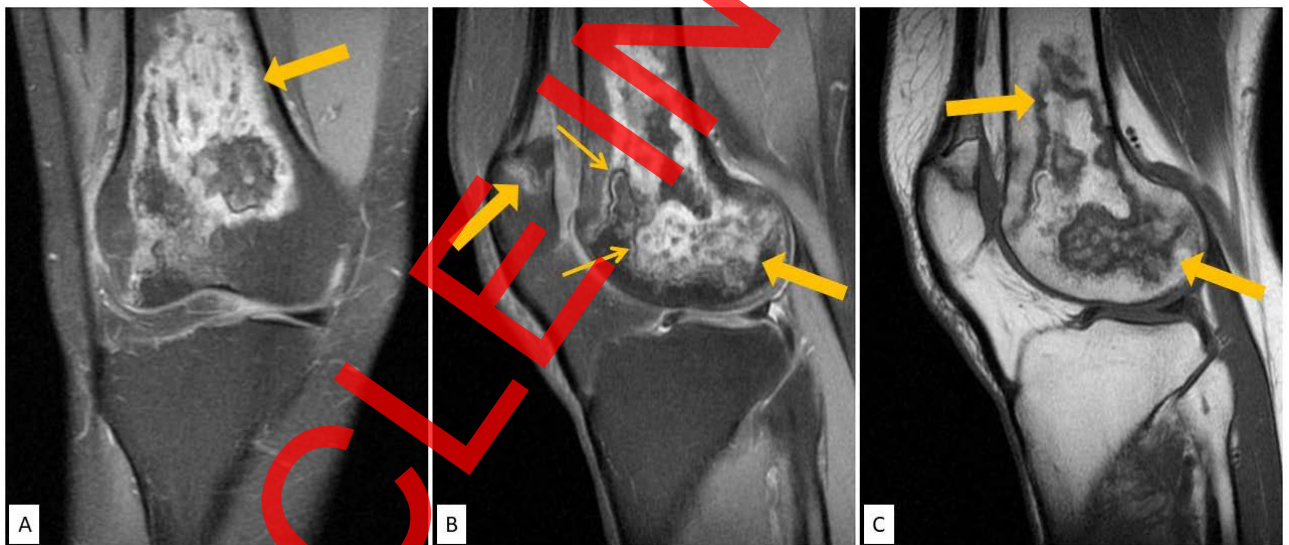


Рис. 2. Первичная магнитно-резонансная томография правого коленного сустава; PD-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в корональной (a) и сагиттальной плоскостях (b), T1-ВИ в сагиттальной плоскости (c). Толстые стрелки указывают на зоны отёка костного мозга в виде неоднородного, неправильной формы («географической») МР-сигнала мышечков бедренной кости, надколенника; тонкие стрелки — на симптом «двойной линии» в виде внутренней гиперинтенсивной (грануляционная ткань) и внешней гипоинтенсивной (остеосклероз) линий на PD-ВИ.

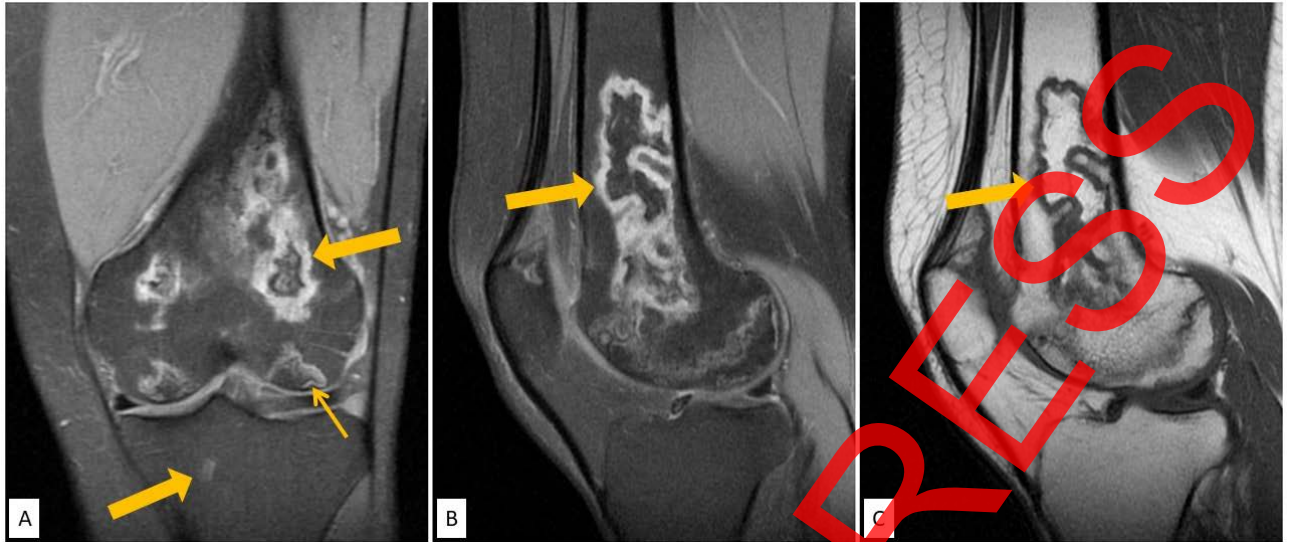


Рис. 3. повторная магнитно-резонансная томография левого коленного сустава: PD-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в корональной (a) и сагиттальной плоскостях (b), T1-ВИ в сагиттальной плоскости (c). Толстые стрелки указывают на зоны отёка костного мозга в виде неоднородного, неправильной формы («географической») МР-сигнала мыщелков бедренной кости, надколенника; тонкая стрелка указывает на симптом «двойной линии» в виде внутренней гиперинтенсивной (грануляционная ткань) и внешней гипоинтенсивной (остеосклероз) линий на PD-ВИ.

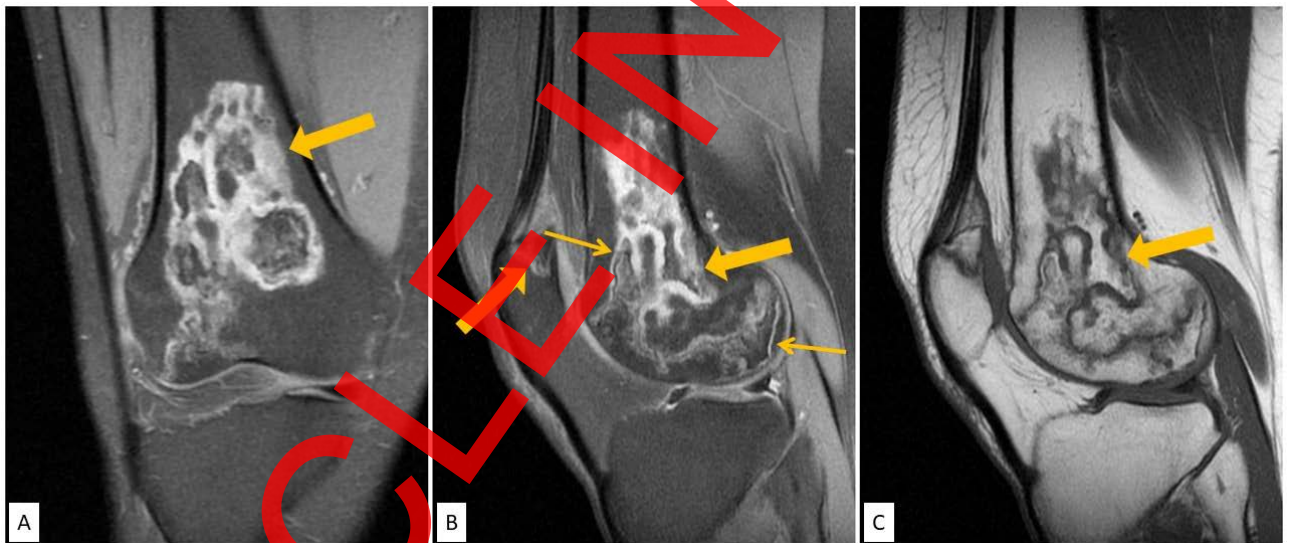


Рис. 4. Повторная магнитно-резонансная томография правого коленного сустава: PD-ВИ с подавлением сигнала от жировой ткани в корональной (a) и сагиттальной плоскостях (b), T1-ВИ в сагиттальной плоскости (c). Толстые стрелки указывают на зоны отёка костного мозга в виде неоднородного, неправильной формы («географической») МР-сигнала мыщелков бедренной кости, надколенника; тонкие стрелки — на симптом «двойной линии» в виде внутренней гиперинтенсивной (грануляционная ткань) и внешней гипоинтенсивной (остеосклероз) линий на PD-ВИ.