

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto585205>

Рассекающий остеохондрит мыщелка бедренной кости у детей. Лечение. Современные тенденции

А.Г. Ельцин, Я.А. Иванов, Д.С. Мининков, Д.А. Гущина

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Москва, Россия

АННОТАЦИЯ

Рассекающий остеохондрит — патологическое состояние, характеризующееся проявлением остеонекроза субхондральной кости, которое впоследствии приводит к отделению хрящевой пластинки от мыщелка бедренной кости. Это серьёзное заболевание, которое может значительно повлиять на качество жизни пациентов. Несмотря на значительное количество исследований, всё ещё существует необходимость в более глубоком понимании этой патологии и разработке эффективных стратегий её диагностики и лечения для достижения оптимальных клинических результатов. Целью данной работы является анализ литературы по рассекающему остеохондриту коленного сустава и обоснование современных методов лечения данного заболевания, а также выяснение предпочтительных вариантов лечения в зависимости от возрастной группы пациентов. Проанализированы литературные источники. Поиск осуществлялся в базах данных РИНЦ, NCBI Pubmed, Medline за последние 10 лет. Рассекающий остеохондрит является заболеванием, требующим современного подхода к лечению. С появлением новых технологий и методик возникли различные варианты терапии, такие как замещение дефекта коллагеновой мембраной, мозаичная хондропластика и т.д. Однако вопрос о предпочтительном выборе метода лечения остаётся актуальным, особенно с учётом возрастных особенностей пациентов. Индивидуальный подход, учитывающий их возраст, стадию повреждения и клинические особенности, является важным аспектом эффективного лечения рассекающего остеохондрита. Необходимы дальнейшие исследования и клинические наблюдения для более точного определения наиболее эффективных стратегий лечения и предупреждения осложнений.

Ключевые слова: болезнь Кёнига; рассекающий остеохондрит; дети; коленный сустав.

Как цитировать:

Ельцин А.Г., Иванов Я.А., Мининков Д.С., Гущина Д.А. Рассекающий остеохондрит мыщелка бедренной кости у детей. Лечение. Современные тенденции // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2023. Т. 30, № 4. С. 501–512. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto585205>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto585205>

Osteochondritis dissecans of the femur in children. Treatment. Modern tendencies

Alexander G. Yeltsin, Iaroslav A. Ivanov, Dmitry S. Mininkov, Daria A. Gushchina

Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

ABSTRACT

Osteochondritis dissecans is a pathological condition characterized by the manifestation of subchondral osteonecrosis, which subsequently leads to the separation of the cartilage plate from the femoral condyle. It is a serious condition that can significantly affect patients' quality of life. Despite a significant amount of research, there is still a need to better understand this pathology and to develop effective diagnostic and treatment strategies to achieve optimal clinical outcomes. The aim of this work was to analyze the literature on osteochondritis dissecans of the knee joint and to substantiate modern treatment methods for this disease, as well as to find out the preferred treatment options depending on the age group of patients. Literature sources were analyzed. The search was carried out in the databases RSCI, NCBI Pubmed, Medline for the last 10 years. Osteochondritis dissecans is a disease requiring a modern approach to treatment. With the advent of new technologies and techniques, various therapeutic options have emerged, such as collagen membrane replacement of the defect, mosaic chondroplasty, etc. However, the question of the preferred treatment method remains relevant, especially in view of the age-related characteristics of patients. An individualized approach, taking into account their age, stage of injury and clinical features, is an important aspect for effective treatment of osteochondritis dissecans. Further research and clinical follow-up are needed to better define the most effective treatment strategies and prevent complications.

Keywords: osteochondritis dissecans; children; knee joint.

To cite this article:

Yeltsin AG, Ivanov IA, Mininkov DS, Gushchina DA. Osteochondritis dissecans of the femur in children. Treatment. Modern tendencies. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2023;30(4):501–512. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto585205>

Received: 20.09.2023

Accepted: 14.11.2023

Published: 05.12.2023

ОБОСНОВАНИЕ

Рассекающий остеохондрит (РО) представляет собой заболевание, характеризующееся остеонекрозом субхондральной кости, что в конечном итоге приводит к отделению хрящевой пластинки от мыщелка бедренной кости. Этот термин был впервые использован Кёнигом в 1887 году [1], а болезнь получила своё название в его честь. Причины возникновения данного заболевания до сих пор плохо изучены, хотя в настоящее время преобладает теория, связанная с частым микротравмированием [2].

Рассекающий остеохондрит является серьёзной проблемой, которая требует дальнейших исследований и разработки эффективных методов лечения. Пациенты с этим заболеванием часто сталкиваются с ограничениями движения и болями в суставе. Однако благодаря современным достижениям в медицине существуют различные подходы к лечению рассекающего остеохондрита. Один из таких подходов — хирургическое вмешательство, включающее замещение дефекта коллагеновой мембраной или применение мозаичной хондропластики. Тем не менее важно учитывать возрастные особенности пациентов при выборе оптимального метода лечения.

Для дальнейшего изучения данного заболевания необходимо проводить более глубокие исследования, включающие анализ большого объёма данных и проведение клинических испытаний. Понимание механизмов возникновения и прогрессии рассекающего остеохондрита позволит разработать новые методы терапии, направленные на улучшение результатов лечения пациентов, страдающих этим заболеванием.

Цель работы — анализ литературы по рассекающему остеохондриту коленного сустава и обоснование современных методов лечения данного заболевания, а также выяснение предпочтительных вариантов лечения в зависимости от возрастной группы пациентов.

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ИСТОЧНИКОВ

Проанализирован ряд литературных источников. Поиск осуществлялся в базах данных РИНЦ, NCBI Pubmed, Medline за последние 10 лет.

Критерии включения публикации в исследование:

- язык статьи: русский, английский;
- тип публикации: литературный обзор, метаанализ, клинический случай.

Критерии исключения публикации из исследования:

- сопутствующие травмы (нестабильность надколенника, разрыв передней крестообразной связки, коллатеральные связки).

ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе представлены результаты исследования литературы по РО коленного сустава. Анализ

литературных источников, проведённый в данном исследовании, посвящён изучению этиопатогенеза и направлен на обоснование современных методов лечения РО и выяснение предпочтительных вариантов терапии в зависимости от возрастной группы пациентов. Подробное описание результатов поможет лучше понять проблему РО и определить оптимальные подходы к его лечению.

Эпидемиология

Диагноз рассекающего остеохондрита ставится пациентам в возрасте от 6 до 19 лет [3]. Это заболевание чаще встречается у лиц мужского пола, особенно у тех, кто занимается спортом [4, 5]. Часто отмечается повреждение медиального мыщелка бедренной кости. Рассекающий остеохондрит может встречаться как у взрослых, так и у детей. Частота встречаемости рассекающего остеохондрита составляет от 15 до 29 случаев на 100 000 человек [6, 7].

Гипотеза микротравмирования

Эта гипотеза остаётся одной из наиболее изученных в настоящее время. Одним из возможных провоцирующих факторов считается импинджмент между высоким межмыщелковым возвышением (плотный контакт) и внутренней поверхностью медиального мыщелка бедренной кости [8]. В результате регулярных и повторяющихся ударных нагрузок возникает локальный остеонекроз. Некоторые исследователи также отмечают связь между дальностью места прикрепления задней крестообразной связки и увеличивающейся тракционной нагрузкой [9, 10].

Гипотеза локального нарушения кровоснабжения

Ишемическая теория возникновения рассекающего остеохондрита появилась в 1953 году [11]. Green и Banks считали, что нарушение кровоснабжения субхондральной кости приводит к развитию болезни Кёнига. Также существуют объяснения теории с позиции тромбо- и жировой эмболии [12–14], однако результаты гистопатологических исследований не подтверждают эту теорию [11]. K. Olstad с соавт. [2] провели исследование рассекающего остеохондрита с использованием компьютерной томографии (КТ). Все 11 случаев, исследованных с помощью КТ и гистологического анализа, подтвердили наличие ишемического остеонекроза.

Гипотеза воспалительной природы

Воспалительная природа возникновения остеохондрита была описана ещё Кёнигом [1], однако после гистологического исследования образцов свободных внутрисуставных тел данная гипотеза не подтвердилась [15, 16].

Гипотеза генетических причин возникновения

В вопросах поиска связи между рассекающим остеохондритом и генетическим аспектом можно обратиться к E.L. Stattin с соавт. [17]. В своём исследовании автор выделил ген ACAN, мутации в котором он считает ответственными за появление очагов некроза. Это исследование предоставляет возможность более глубоко понять процессы, лежащие в основе развития рассекающего остеохондрита,

и, возможно, в будущем выяснить природу возникновения данного заболевания.

Исследования генетических аспектов рассекающего остеохондрита важны для углубления знаний об этом состоянии и развития новых подходов к его диагностике и лечению. Дальнейшее изучение гена ACAN и его связи с развитием болезни может помочь в разработке индивидуализированных подходов к пациентам и, возможно, внесёт вклад в предотвращение и лечение рассекающего остеохондрита.

Гипотеза эпифизарной оссификации

Впервые эта теория была описана S. Ribbing [18] в 1954 году. Автор считал, что проблема заключается в анатомии и посттравматических изменениях. В подростковом возрасте добавочное ядро окостенения отделяется от основной кости вместе с хрящевой тканью. Причиной этого является неполноценное коллатеральное соединение между сосудами ядра окостенения и соседними участками. Поэтому травма может послужить пусковым механизмом в этой цепи событий.

Эндокринная гипотеза

Гормональные изменения оказывают влияние на весь организм в целом, а также на костный метаболизм, что может привести к структурным изменениям кости. Mubarak с соавт. [19] первыми попытались найти связь между различными эндокринными нарушениями и рассекающим остеохондритом. В зарубежной литературе есть статья J. Bruns с соавт. [20], в которой авторы обнаружили связь между низким уровнем витамина D₃ и болезнью Кёнига у 21 из 23 пациентов.

Гипотеза дискоидного мениска

В зарубежной литературе хорошо описана связь между дискоидным мениском и развитием рассекающего остеохондрита [21, 22]. Патогенез заключается в том, что толщина этого мениска больше и ведёт к изменению биомеханики коленного сустава и вследствие этого — к увеличению нагрузки на наружный мыщелок бедренной кости. Гипотеза также подтверждается тем фактом, что проявления рассекающего остеохондрита латерального мыщелка не типичны и чаще всего встречаются у пациентов с дискоидным мениском [23].

Гипотеза биомеханических изменений

Биомеханическая гипотеза предполагает, что неравномерное распределение нагрузки на коленный сустав может играть значительную роль в возникновении рассекающего остеохондрита. Это неравномерное распределение нагрузки может быть вызвано различными факторами, такими как аномалии в структуре сустава, дисбаланс мышц и суставных повреждений [24].

Исследования показывают, что повышенная механическая нагрузка на определённые участки коленного сустава может приводить к дегенеративным изменениям в хрящевой ткани и субхондральной кости, что в конечном итоге может способствовать развитию рассекающего остеохондрита [25].

Кроме того, исследования, проведённые Camathias с соавт. [26], подтверждают, что повреждение переднего рога мениска может быть фактором, способствующим развитию рассекающего остеохондрита. Нестабильность переднего мениска, вызванная травмой или другими факторами, способна привести к изменению распределения нагрузки на коленный сустав и, соответственно, к дегенерации суставных тканей.

Таким образом, биомеханическая гипотеза и исследования, проведённые в этой области, указывают на важность нормального распределения нагрузки и стабильности структур коленного сустава для предотвращения развития рассекающего остеохондрита. Понимание этих механизмов может помочь в разработке эффективных методов диагностики и лечения данного заболевания.

Патогенез

Большинство гипотез сводятся к двум патогенетическим процессам: локальной ишемии и субхондральным переломам.

В 1953 году Green и Banks провели гистологическое исследование очагов остеонекроза. Считается, что сохранность хрящевого покрытия обеспечивается поступлением питательных веществ из синовиальной жидкости. Однако только на поздних стадиях развития болезни значительные костные дефекты механически нарушают целостность хрящевого покрытия.

C.J. Campbell с соавт. [27] также поднимали вопрос о том, является ли рассекающий остеохондрит следствием повреждения нормального сустава, вызванного травмой, такой как воздействие необычной силы или прямой удар по суставу, или же возникает в результате каких-то заболеваний. Автор в своей статье описал рассекающий остеохондрит мыщелка бедренной кости как идиопатическое асептическое некротическое повреждение растущего эпифиза бедренной кости.

L. Jans с соавт. в своей работе ставили целью исследовать связь между вариантами окостенения мыщелков бедренной кости и вовлечённостью субхондральной кости при рассекающем остеохондрите. Исследование тканей показало, что вариант оссификации мыщелка бедренной кости не имеет связи с рассекающим остеохондритом [28].

Множество авторов описывают патогенетический механизм, связанный с субхондральными переломами. K.G. Shea с соавт. [29] описали в работе два клинических случая, связанных с микротравмированием, которое привело к стрессовому перелому и последующему развитию рассекающего остеохондрита [30, 31]. Данное исследование показывает вариант развития РО, напрямую связанный с травмой коленного сустава.

Вариант оссификации медиального мыщелка бедренной кости, не связанный с рассекающим остеохондритом

Хорошо известно, что существует 4 варианта оссификации медиального мыщелка бедренной кости [32].

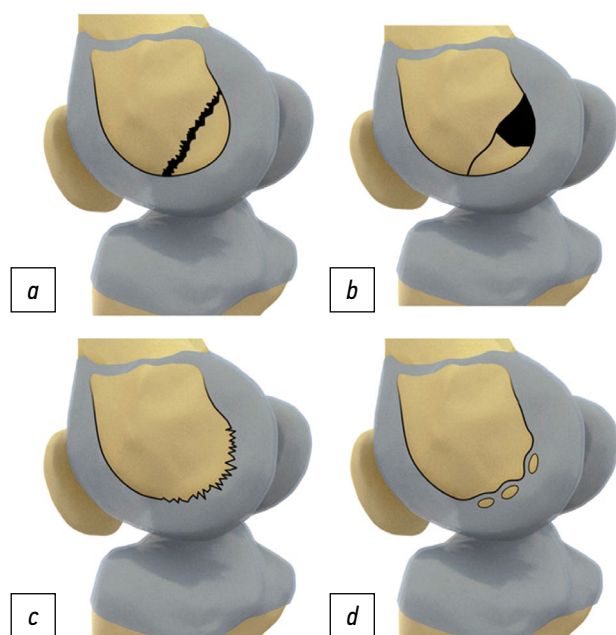


Рис. 1. *a* — вариант мозаичного дефекта, полностью заполненного костью и отделённого от эпифиза сплошной линией, *b* — второй вариант с частично заполненным дефектом, *c* — третий вид не заполнен костью совсем и имеет неровную границу с эпифизом, *d* — четвёртый вариант — отделённые от эпифиза множественные центры оссификации (L. Jans et al., 2012).

Fig. 1. *a* — variant of a mosaic defect, completely filled with bone and separated from the epiphysis by a solid line, *b* — second variant with a partially filled defect, *c* — third type is not filled with bone at all and has an uneven border with the epiphysis, *d* — fourth variant — multiple centers separated from the epiphysis ossification (L. Jans et al., 2012).

К первому виду относится вариант формирования области, полностью заполненной костью и отделённой от эпифиза сплошной линией. Второй вариант отличается от первого лишь частично заполненной зоной (в этом месте ещё не образовалась костная ткань, а имеется хрящевая структура). Третий вид не заполнен костью и имеет неровную границу с эпифизом. Четвёртый вариант представляет собой отделённые от эпифиза множественные центры оссификации (рис. 1).

При анализе магнитно-резонансной томографии (МРТ) эти варианты оссификации являются находками и могут быть неверно определены как очаг рассекающего остеохондрита [33]. Однако они не требуют никакого лечения и проходят по мере роста пациента. Основным расположением этого центра окостенения является задняя треть мыщелка бедренной кости.

Диагностика

Клинически болезнь обычно проявляется в виде болевого синдрома при нагрузках. Однако рассекающий остеохондрит может протекать бессимптомно и быть случайной находкой при проведении МРТ-/КТ-исследований, которые могли быть назначены из-за травмы коленного сустава. Поздние стадии

заболевания могут проявляться в виде заклиниваний в суставе и сильных болей из-за того, что некротизированный фрагмент отделяется от кости, а затем свободно находится в коленном суставе, что может приводить к явлениям синовита [34, 35].

Это означает, что рассекающий остеохондрит может иметь разнообразные клинические проявления и наблюдается как при проявлении симптомов при нагрузках, так и в случаях, когда заболевание не вызывает явных симптомов и обнаруживается только при проведении специальных исследований.

Рентгенологическое исследование является первым шагом к постановке диагноза. Стандартно рентгенография выполняется в двух проекциях. На основании полученных данных выставляется стадия поражения мыщелка бедренной кости. Всего их выделяется четыре. Первая характеризуется дефектом, контуры которого светлее, чем другие участки мыщелка. Вторая проявляется в виде изолированного участка. Третья определяется зоной, полностью отделившейся от мыщелка. Четвёртая характеризуется свободным внутрисуставным телом [10].

МРТ- и КТ-исследования помогут уточнить масштабы повреждения и помочь в преоперационном планировании. На МРТ очаг гипоинтенсивен в режиме T1 и гетерогенен в режиме T2.

Консервативное лечение

При обнаружении небольшого очага некроза (начальные стадии) как находки предпочтительна тактика разгрузки коленного сустава путём ходьбы при помощи костылей сроком до 3 месяцев, а также ограничения физических нагрузок [36], терапии нестероидными противовоспалительными препаратами [37] и иммобилизации в тугоре/гипсовой лонгете на срок до 4 недель [38].

T.L. Sanders с соавт. [39] проследили отдалённые результаты консервативного лечения пациентов с РО мыщелка бедренной кости в период с 1976 по 2014 г. Согласно результатам, из 86 пациентов у 13 диагностирован деформирующий артроз коленного сустава, из них 7 пациентам (средний возраст 58 лет) выполнялось эндопротезирование коленного сустава. В заключение авторы приходят к выводу, что у пациентов с рассекающим остеохондритом в анамнезе более 35 лет вероятность артроза составляет около 30%. Индекс массы тела более 25 и рассекающий остеохондрит являются высокими факторами риска проявления остеоартроза.

S.H.S. Tan с соавт. [40] провели обзор литературы и метаанализ, целью которого было оценить распространённость и факторы риска развития артроза коленного сустава после РО. В итоге было рассмотрено 9 исследований с участием 496 пациентов. Распространённость артроза после рассекающего остеохондрита составила 0,39 (95% ДИ 0,19–0,59). У пациентов с индексом массы тела более 25 кг/м² имелся значительно повышенный риск

развития артроза. Отделённый фрагмент также способствует повышенному риску развития артроза по сравнению с сохранённым фрагментом. Обнаружена гетерогенность при сравнении рассекающего остеохондрита у детей и взрослых. Размер повреждений влиял на частоту развития артроза: так, при размере повреждений более 4 см² риск составлял 2,29 (95% ДИ 1,24–4,23). Остальные факторы риска, такие как пол пациента, местоположение очага рассекающего остеохондрита и хирургическое/консервативное лечение, не оказывали значительного влияния. В связи с этим имеется повышенный риск развития артроза при высоком индексе массы тела и свободном фрагменте. Возраст пациентов и размер поражения при рассекающем остеохондрите также могут играть роль в развитии артроза, но требуют дополнительных исследований для окончательного подтверждения.

B.J. Ross с соавт. [41] в своём исследовании оценивали влияние пола пациента на результаты лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава путём систематического обзора имеющихся данных. В итоговый анализ было включено 10 работ, общее количество участников которых составляли 691 (73%) мужчина и 260 (27%) женщин. Их средний возраст колебался от 11,3±2,1 до 34,5±10,3 года, а период наблюдения — от 6 месяцев до 16,3 года. В результате проведённого исследования не было обнаружено значимых различий между мужчинами и женщинами в функциональных показателях. Однако в одном из исследований мужчины имели больший шанс успешного неоперативного результата, а в другом — меньший риск развития симптоматической боли в колене после оперативного или неоперативного лечения в среднесрочной перспективе. В остальных исследованиях клинические исходы были сопоставимы между мужчинами и женщинами. Выводы данного обзора показывают, что клинические и функциональные исходы у мужчин и женщин после лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава в целом сравнимы. Результаты указывают на то, что пол пациента не является независимым предиктором исходов после лечения.

L. Andriolo с соавт. [42] провели исследование, цель которого состояла в анализе доказательств потенциала и показаний для нехирургического лечения РО коленного сустава. Были включены отчёты любого уровня доказательств, касающиеся консервативного лечения РО коленного сустава. В результате анализа было выяснено, что ограничение физической активности является благоприятным подходом к консервативному лечению РО коленного сустава, возможно, в сочетании с физиокинезотерапией. Общая частота выздоровления составила 61,4%, однако отмечалась большая вариабельность результатов. Также были выявлены негативные прогностические факторы, такие как большой размер повреждения, более поздние стадии, наличие дискоидного мениска, а также клинические симптомы в виде отёка или блока в суставе.

Оперативное лечение

Остеоперфорации очага некроза

Остеоперфорация очага некроза направлена на его реваскуляризацию. Существует два метода: внесуставная и внутрисуставная остеоперфорация. Внутрисуставная обычно используется, когда очаг пролабирует либо имеется дефект суставного покрытия. Данная процедура выполняется под контролем артроскопа. Обычно используется спица диаметром до 2 мм, которой выполняется просверливание тоннелей в очаге некроза. Внесуставная остеоперфорация выполняется, когда при артроскопической ревизии не наблюдается нарушение суставного хряща. Данная методика выполняется под контролем электронно-оптического преобразователя для визуализации прохождения спицы в мыщелке. Также можно выполнять перфорацию при помощи направителя. В постоперационном периоде проводится иммобилизация сустава на 4–6 недель с последующей разработкой движений в коленном суставе и постепенной нагрузкой [43].

О.Л. Эйсмонт [44] в своей работе проанализировал отдалённые результаты лечения 104 пациентов (72 мужчины и 32 женщины) с различными стадиями рассекающего остеохондрита мыщелков бедра коленного сустава, которым было выполнено 120 малоинвазивных хирургических вмешательств. Для лечения применялись четыре различных метода артроскопически ассистированных глубоких остеоперфораций субхондральной кости: антероградная туннелизация, антероградная туннелизация с пенетрацией, транسخондральная и ретроградная туннелизация. Ближайшие результаты лечения были оценены у всех пациентов через 12 месяцев после операции, отдалённые результаты — у 98 пациентов (94,2%) через 2 года и у 82 пациентов (78,8%) через 9 лет. Анализ отдалённых результатов показал высокую эффективность разработанного хирургического подхода к лечению лиц с рассекающим остеохондритом посредством остеоперфораций субхондральной кости.

Имплантация аутологичных хондроцитов

Процедура забора хрящевой ткани проводится с наименее нагружаемой поверхности мыщелков бедренной кости [45, 46], после чего выполняется подготовка культуры клеток. Обычно трансплантация проводится на 14–21-е сутки с момента первой операции. Выполняется мини-артротомия, затем проводится инъекция культуры хондроцитов в подготовленное ложе. В постоперационном периоде проводится иммобилизация сустава на 8 недель с последующей разработкой движений в коленном суставе и постепенной нагрузкой. J.L. Carey с соавт. [47] в своём исследовании проводили анализ отдалённых результатов после лечения аутологичными хондроцитами сроком до 25 лет. Медиана наблюдения составила 19 лет. Из 61 пациента 62% вернулись к прежнему уровню активности. Отмечается, что только 3% пациентов впоследствии выполнялось эндопротезирование коленного сустава. В заключение авторы рекомендуют выполнение данной процедуры.

Гибридная костно-хрящевая трансплантация

Данная методика разработана Г.Д. Лазишвили в 2017 г. [48]. Процедура операции заключается в дебридменте очага остеонекроза с последующей установкой спонгиозных аутотрансплантатов, взятых из боковых отделов мыщелков бедренной или большеберцовой кости и имплантацией коллагеновой матрицы [49]. Оперативное лечение проводилось у пациентов взрослого возраста. Операция показана при дефектах хрящевого покрытия площадью 5–7 см². Исследование отдалённых результатов лечения сроком до 2 лет проведено у 27 пациентов. Анализ исхода оперативного лечения показал, что у 22 больных отмечены хорошие результаты лечения, у 4 — удовлетворительные, и у одного пациента отмечено осложнение в виде несостоятельности аутотрансплантата.

Мозаичная хондропластика дефекта

Мозаичная костно-хрящевая аутопластика при рассекающем остеохондрите мыщелка бедренной кости используется при IV стадии заболевания [50]. Впервые методика описана в 1998 г. [51]. В отечественной литературе первые упоминания можно встретить в 2002 [52] и 2003 гг. [53]. Оперативная техника похожа на предыдущую. Забор трансплантата проводится с малонагружаемых поверхностей мыщелков бедренной кости с хрящевым покрытием, после чего проводится установка забранного костно-хрящевого стержня в подготовленную область зоны некроза.

Н. Mohamed с соавт. [54] провели исследование, целью которого были изучение результатов мозаичной хондропластики и оценка возможных осложнений. Было выполнено систематическое обзорное исследование, включающее 14 оригинальных статей, опубликованных с января 2014 по июнь 2019 г. Результаты показали, что наиболее часто для оценки результатов лечения применялась шкала KOOS. Кроме того, были использованы шкалы IKDC и HSS, которые также показали положительные изменения после операции. Отмечается, что 54 пациента имели осложнения (включая несостоятельность трансплантата у 16 лиц), требующие повторных вмешательств. В целом, исходя из долгосрочного наблюдения, мозаичная пластика может быть рассмотрена как безопасный и эффективный метод лечения нестабильного РО колена у взрослых пациентов.

Имплантация костно-хрящевого аллотрансплантата

Технически процедура ничем не отличается от вышеописанных методик, за исключением установки аллотрансплантата [55, 56]. Е. J. Cotter с соавт. проводили исследование данной методики у 38 пациентов [57], 31 из которых были удовлетворены результатами лечения. В заключение авторы рекомендуют данное оперативное лечение у пациентов, достигших костной зрелости.

Резюме

В данной работе мы проанализировали результаты лечения пациентов с рассекающим остеохондритом колена,

оценив различные методы лечения, включая оперативные и консервативные подходы. РО является значимой проблемой, которая способна серьёзно влиять на долгосрочный прогноз заболевания у молодых пациентов.

Оперативное лечение РО колена может включать различные процедуры, такие как остеоперфорация очага некроза, гибридная костно-хрящевая трансплантация, мозаичная хондропластика дефекта, имплантация костно-хрящевого аллотрансплантата [58–62]. Результаты показали высокую эффективность оперативного лечения с использованием этих методов.

Однако важно отметить, что консервативные подходы также имеют своё место в лечении РО колена. На основе показаний пациентам может выполняться неоперативное лечение, которое включает ограничение физической активности, физиокинезотерапию, укрепление мышц, физиотерапию, разгрузку конечности, ограничение нагрузки и иммобилизацию.

Проблема рассекающего остеохондрита в целом является серьёзной и требует дальнейшего исследования. РО может вызывать болезненность, отёк и возможное образование свободных тел в коленном суставе, а также блокады сустава. Ранняя диагностика и адекватное лечение РО колена являются ключевыми для предотвращения прогрессирования заболевания и снижения числа возможных осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассекающий остеохондрит является серьёзным патологическим состоянием, которое затрагивает субхондральную кость колена у детей, подростков и молодых взрослых. Это заболевание может привести к различным негативным последствиям. Лечение имеет важное значение для предотвращения прогрессирования и улучшения качества жизни пациентов. В целом ведение РО должно быть основано на комплексном подходе, учитывающем клинические особенности пациента и стадию заболевания. Предоставление оптимального лечения, сочетающего оперативные и консервативные методы, является важным аспектом для достижения наилучших результатов терапии у пациентов с рассекающим остеохондритом коленного сустава. В свете последних исследований и развития технологий будущее лечение предоставляет возможность разработки новых инновационных подходов. Они могут включать использование биологических материалов и клеточных технологий, а также развитие интегрированных мультимодальных подходов к лечению. В итоге более глубокое понимание проблемы рассекающего остеохондрита, его причин и оптимальных стратегий терапии имеет важное значение для улучшения результатов лечения и жизни пациентов. Дальнейшие исследования и совместная работа между специалистами различных направлений медицины позволят разработать более эффективные способы терапии.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

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).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Konig F. The classic: on loose bodies in the joint. 1887 // *Clin Orthop Relat Res*. 2013. Vol. 471, № 4. P. 1107–15. doi: 10.1007/s11999-013-2824-y
2. Olstad K., Shea K.G., Cannamela P.C., Polousky J.D., Ekman S., Ytreshus B., Carlson C.S. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee is a result of failure of the blood supply to growth cartilage and osteochondrosis // *Osteoarthritis and cartilage*. 2018. Vol. 26, № 12. P. 1691–1698. doi: 10.1016/j.joca.2018.06.019
3. Kessler J.I., Nikizad H., Shea K.G., Jacobs Jr J.C., Bechuk J.D., Weiss J.M. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents // *Am J Sports Med*. 2014. Vol. 42, № 2. P. 320–6. doi: 10.1177/0363546513510390
4. Hefti F., Beguiristain J., Krauspe R., Moller-Madsen B., Riccio V., Tschauer C., et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society // *J Pediatr Orthop Part B*. 1999. Vol. 8, № 4. P. 231–45.
5. Andriolo L., Crawford D.C., Reale D., Zaffagnini S., Candrian C., Cavicchioli A., Filardo G. Osteochondritis dissecans of the knee: etiology and pathogenetic mechanisms. A systematic review // *Cartilage*. 2020. Vol. 11, № 3. P. 273–90. doi: 10.1177/1947603518786557
6. Pareek A., Sanders T.L., Wu I.T., Larson D.R., Saris D.B.F., Krych A.J. Incidence of symptomatic osteochondritis dissecans lesions of the knee: a population-based study in Olmsted County // *Osteoarthritis Cartilage*. 2017. Vol. 25, № 10. P. 1663–71. doi: 10.1016/j.joca.2017.07.005
7. Crawford D.C., Safran M.R. Osteochondritis dissecans of the knee // *J Am Acad Orthop Surg*. 2006. Vol. 14, № 2. P. 90–100. doi: 10.5435/00124635-200602000-00004
8. Wechter J.F., Sikka R.S., Alwan M., Nelson B.J., Tompkins M. Proximal tibial morphology and its correlation with osteochondritis dissecans of the knee // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015. Vol. 23, № 12. P. 3717–22. doi: 10.1007/s00167-014-3289-6
9. Cahuzac J.P., Mansat C., Clement J.L., Pasquie M., Gaubert J. The natural history of osteochondritis dissecans of the knee in children // *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 1988. Vol. 74 (suppl 2). P. 121–4.
10. Герасименко М.А., Белецкий А.В., Чернявский К.С., Жук Е.В. Болезнь Кёнига коленного сустава у детей: клиника, диагностика, лечение // *Медицинский журнал*. 2007. № 2. С. 28–30.
11. Green W.T., Banks H.H. Osteochondritis dissecans in children // *J Bone Joint Surg Am*. 1953. Vol. 35-A, № 1. P. 26–47; passim.

ADDITIONAL INFO

Author 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.

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

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

12. Axhausen G. Die Aetiologie der Kohler'schen Erkrankung der Metatarsalköpfchen // *Beitr Klin Chir*. 1922. № 126. P. 451–476.
13. Rieger H. Zur Pathogenese von Gelenkmausen // *Munchener Medizinische Wochenschrift*. 1920. № 67. P. 719–720.
14. Fractures and joint injuries / ed. by S.R. Watson-Jones. 4th edition. Vol. 1. Edinburgh (United Kingdom), London: E & S Livingston; 1952.
15. Barrie H.J. Hypertrophy and laminar calcification of cartilage in loose bodies as probable evidence of an ossification abnormality // *The Journal of pathology*. 1980. Vol. 132, № 2. P. 161–168. doi: 10.1002/path.1711320206
16. Barrie H.J. Hypothesis — a diagram of the form and origin of loose bodies in osteochondritis dissecans // *Journal of rheumatology*. 1984. Vol. 11, № 4. P. 512–513.
17. Stattin E.L., Wiklund F., Lindblom K., Önnarfjord P., Jonsson B.A., Tegner Y., et al. A missense mutation in the aggrecan C-type lectin domain disrupts extracellular matrix interactions and causes dominant familial osteochondritis dissecans // *The American Journal of Human Genetics*. 2010. Vol. 86, № 2. P. 126–137. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.12.018
18. Ribbing S. The Hereditary Multiple Epiphyseal Disturbance and its Consequences for the Aetiology of Local, Malacias — Particularly the Osteochondrosis Dissecans // *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1954. Vol. 24, № 1–4. P. 286–299. doi: 10.3109/17453675408988571
19. Mubarak S.J., Carroll N.C. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee: etiology // *Clin Orthop Relat Res*. 1981. № 157. P. 200–11.
20. Bruns J., Werner M., Soyka M. Is vitamin D insufficiency or deficiency related to the development of osteochondritis dissecans? // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014. Vol. 24, № 5. P. 1575–9. doi: 10.1007/s00167-014-3413-7
21. Mine T., Ihara K., Kawamura H., Date R., Chagawa K. Unusual appearance of an osteochondral lesion accompanying medial meniscus injury // *Arthrosc Tech*. 2014. Vol. 3, № 1. P. e111–e114. doi: 10.1016/j.eats.2013.09.003
22. Maruyama Y., Kaneko K., Baba T. A case of osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and patellofemoral joint surface occurring in the same knee // *Eur Orthop Traumatol*. 2014. Vol. 5, № 2. P. 171–4. doi: 10.1007/s12570-013-0227-x
23. Deie M., Ochi M., Sumen Y., Kawasaki K., Adachi N., Yasunaga Y., et al. Relationship between osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and lateral menisci types // *J Pediatr Orthop*. 2006. Vol. 26, № 1. P. 79–82. doi: 10.1097/01.bpo.0000191554.34197.f

24. Hashimoto Y., Yoshida G., Tomihara T., Matsuura T., Satake S., Kaneda K., et al. Bilateral osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following bilateral total removal of lateral discoid meniscus: a case report // *Arch Orthop Trauma Surg.* 2008. Vol. 128, № 11. P. 1265–8. doi: 10.1007/s00402-007-0499-0
25. Bramer J.A., Maas M., Dallinga R.J., te Slaa R.L., Vergroesen D.A. Increased external tibial torsion and osteochondritis dissecans of the knee // *Clin Orthop Relat Res.* 2004. № 422. P. 175–9. doi: 10.1097/01.blo.0000126310.02631.f2
26. Camathias C., Hirschmann M.T., Vavken P., Rutz E., Brunner R., Gaston M.S. Meniscal suturing versus screw fixation for treatment of osteochondritis dissecans: clinical and magnetic resonance imaging results // *Arthroscopy.* 2014. Vol. 30, № 10. P. 1269–79. doi: 10.1016/j.arthro.2014.05.010
27. Campbell C.J., Ranawat C.S. Osteochondritis dissecans: the question of etiology // *J Trauma.* 1966. Vol. 6, № 2. P. 201–21.
28. Jans L., Jaremko J., Ditchfield M., De Coninck T., Huyse W., Moon A., et al. Ossification variants of the femoral condyles are not associated with osteochondritis dissecans // *Eur J Radiol.* 2012. Vol. 81, № 11. P. 3384–9. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.01.009
29. Shea K.G., Jacobs J.C. Jr, Grimm N.L., Pfeiffer R.P. Osteochondritis dissecans development after bone contusion of the knee in the skeletally immature: a case series // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2013. Vol. 21, № 2. P. 403–7. doi: 10.1007/s00167-012-1983-9
30. Chow R.M., Guzman M.S., Dao Q. Intercondylar notch width as a risk factor for medial femoral condyle osteochondritis dissecans in skeletally immature patients // *J Pediatr Orthop.* 2016. Vol. 36, № 6. P. 640–4. doi: 10.1097/BPO.0000000000000511
31. Hughes J.A., Cook J.V., Churchill M.A., Warren M.E. Juvenile osteochondritis dissecans: a 5-year review of the natural history using clinical and MRI evaluation // *Pediatr Radiol.* 2003. Vol. 33, № 6. P. 410–7. doi: 10.1007/s00247-003-0876-y
32. Jans L., Jaremko J., Ditchfield M., De Coninck T., Huyse W., Moon A., Verstraete K. Ossification variants of the femoral condyles are not associated with osteochondritis dissecans // *European Journal of Radiology.* 2012. Vol. 81, № 11. P. 3384–3389. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.01.009
33. Jans L.B., Jaremko J.L., Ditchfield M., Huyse W.C., Verstraete K.L. MRI differentiates femoral condylar ossification evolution from osteochondritis dissecans. A new sign // *European Radiology.* 2011. Vol. 21, № 6. P. 1170–1179. doi: 10.1007/s00330-011-2058-x
34. Lefort G., Moyon B., Beaufils P., De Billy B., Breda R., Cadilhac C., et al. L'ostéochondrite disséquante des condyles fémoraux: analyse de 892 cas // *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur.* 2006. Vol. 92, № 5. P. 97–141.
35. Accadbled F., Vial J., de Gauzy J.S. Osteochondritis dissecans of the knee // *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research.* 2018. Vol. 104, № 1. P. S97–S105. doi: 10.1016/j.otsr.2017.02.016
36. Masquijo J., Kothari A. Juvenile osteochondritis dissecans (JOCD) of the knee: current concepts review // *EFORT open reviews.* 2019. Vol. 4, № 5. P. 201–212. doi: 10.1302/2058-5241.4.180079
37. Tepolt F.A., Kalish L.A., Heyworth B.E., Kocher M.S. Nonoperative treatment of stable juvenile osteochondritis dissecans of the knee: effectiveness of unloader bracing // *Journal of Pediatric Orthopaedics B.* 2020. Vol. 29, № 1. P. 81–89. doi: 10.1097/BPB.0000000000000617
38. LeBrun D.G., DeFrancesco C.J., Fabricant P.D., Lawrence J.T. Cost-effectiveness analysis of nonoperative management versus early drilling for stable osteochondritis dissecans lesions of the knee in skeletally immature patients // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2021. Vol. 37, № 2. P. 624–634. doi: 10.1016/j.arthro.2020.09.020
39. Sanders T.L., Pareek A., Johnson N.R., Carey J.L., Maak T.G., Stuart M.J., Krych A.J. Nonoperative management of osteochondritis dissecans of the knee: progression to osteoarthritis and arthroplasty at mean 13-year follow-up // *Orthopaedic journal of sports medicine.* 2017. Vol. 5, № 7. P. 2325967117704644. doi: 10.1177/2325967117704644
40. Tan S.H.S., Tan B.S.W., Tham W.Y.W., et al. The incidence and risk factors of osteoarthritis following osteochondritis dissecans of the knees: a systematic review and meta-analysis // *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2021. Vol. 29, № 9. P. 3096–3104. doi: 10.1007/s00167-020-06365-y
41. Ross B.J., Hermanns C.A., Xu S., Baker J., Vopat B., Miskimin C., Mulcahey M.K. Males and females exhibit comparable outcomes following treatment of osteochondritis dissecans lesions of the knee: a systematic review // *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery.* 2022. Vol. 38, № 10. P. 2919–2929. doi: 10.1016/j.arthro.2022.03.015
42. Andriolo L., Candrian C., Papio T., Cavicchioli A., Perdida F., Filardo G. Osteochondritis dissecans of the knee-conservative treatment strategies: a systematic review // *Cartilage.* 2019. Vol. 10, № 3. P. 267–77. doi: 10.1177/1947603518758435
43. Меркулов В.Н., Авакян А.П., Ельцин А.Г., Мининков Д.С. Рассекающий остеохондрит мыщелков бедренной кости у детей и подростков // *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2012. Т. 19, № 2. С. 48–55. doi: 10.17816/vto20120248-55
44. Эйсмонт О.Л. Отдалённые результаты лечения рассекающего остеохондрита мыщелков бедра с применением остеоперфораций субхондральной кости // *Журнал Гродненского государственного медицинского университета.* 2020. Т. 18, № 5. С. 532–537. doi: 10.25298/2221-8785-2020-18-5-532-537
45. Brittberg M., Lindahl A., Nilsson A., Ohlsson C., Isaksson O., Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation // *New england journal of medicine.* 1994. Vol. 331, № 14. P. 889–895. doi: 10.1056/NEJM199410063311401
46. Peterson L., Minas T., Brittberg M., Lindahl A. Treatment of osteochondritis dissecans of the knee with autologous chondrocyte transplantation: results at two to ten years // *JBJS.* 2003. Vol. 85-A (suppl 2). P. 17–24. doi: 10.2106/00004623-200300002-00003
47. Carey J.L., Shea K.G., Lindahl A., Vasiladis H.S., Lindahl C., Peterson L. Autologous chondrocyte implantation as treatment for unsalvageable osteochondritis dissecans: 10- to 25-year follow-up // *The American journal of sports medicine.* 2020. Vol. 48, № 5. P. 1134–1140. doi: 10.1177/0363546520908588
48. Лазишвили Г.Д., Егиазарян К.А., Ратьев А.П., Гордиенко Д.И., Буг-Гусаим А.Б., и др. Гибридная костно-хрящевая трансплантация — инновационная технология для хирургического лечения обширных костно-хрящевых дефектов коленного сустава // *Хирургическая практика.* 2020. № 4. С. 10–17. doi: 10.38181/issn2223-2427.2019.4.10-17
49. Патент РФ на изобретение № 2692228/21.06.19. Егиазарян К.А., Лазишвили Г.Д., Гордиенко Д.И., Храменкова И.В., Шпак М.А. Способ хирургического лечения костно-хрящевых дефектов мыщелков бедренной кости. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2692228C1_20190621?ysclid=lozuoczf4s560836704

50. Шевцов В.И., Карасёва Т.Ю., Карасёв А.Г. Хондропластика при лечении пациента с болезнью Кёнига (первый опыт) // Гений ортопедии. 2006. № 2. С. 100–102.
51. Hangody L., Kish G., Kárpáti Z., Udvarhelyi I., Szigeti I., Bély M. Mosaicplasty for the treatment of articular cartilage defects: application in clinical practice // Orthopedics. 1998. Vol. 21, № 7. P. 751–6. doi: 10.3928/0147-7447-19980701-04
52. Маланин Д.А. Пластика полнослойных дефектов гиалинового хряща в коленном суставе: экспериментальные и клинические аспекты репаративного хондрогенеза: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Волгоград, 2002. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/record/01002307324?ysclid=lozv4nsjjn746979552>
53. Антипов А.В. Артроскопическое замещение дефектов суставной поверхности костно-хрящевыми трансплантатами при рассекающем остеохондрите (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис. ... канд. мед. наук. Курган, 2003. Режим доступа: <https://search.rsl.ru/record/01002321781?ysclid=lozv7oat9m60670050>
54. Mohamed H., Besar M.M., Zayed M.E. Systemic review of management of knee osteochondritis dissecans by mosaicplasty // Al-Azhar Medical Journal. 2021. Vol. 50, № 3. P. 1683–92.
55. Frank R.M., Lee S., Levy D., et al. Osteochondral allograft transplantation of the knee // Am J Sports Med. 2017. Vol. 45. P. 864–874.
56. McCulloch P.C., Kang R.W., Sobhy M.H., Hayden J.K., Cole B.J. Prospective evaluation of prolonged fresh osteochondral allograft transplantation of the femoral condyle: Minimum 2-year follow-up // Am J Sports Med. 2007. Vol. 35, № 3. P. 411–420. doi: 10.1177/0363546506295178
57. Cotter E.J., Frank R.M., Wang K.C., Totlis T., Poland S., Meyer M.A., Cole B.J. Clinical outcomes of osteochondral allograft transplantation for secondary treatment of osteochondritis dissecans of the knee in skeletally mature patients // Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery. 2018. Vol. 34, № 4. P. 1105–1112. doi: 10.1016/j.arthro.2017.10.043
58. Bourebaba L., Röcken M., Marycz K. Osteochondritis dissecans (OCD) in Horses — Molecular Background of its Pathogenesis and Perspectives for Progenitor Stem Cell Therapy // Stem Cell Rev and Rep. 2019. Vol. 15, № 3. P. 374–390. doi: 10.1007/s12015-019-09875-6
59. Russo A., Coco V., Zaffagnini S. The effect of autologous adipose derived mesenchymal stem cell therapy on juvenile osteochondritis dissecans of the patella: a case study // Journal of Surgical Case Reports. 2020. Vol. 2020, Issue 8. P. rjaa274. doi: 10.1093/jscr/rjaa274
60. Logli A.L., Bernard C.D., O'Driscoll S.W., et al. Osteochondritis dissecans lesions of the capitellum in overhead athletes: a review of current evidence and proposed treatment algorithm // Curr Rev Musculoskelet Med. 2019. Vol. 12, № 1. P. 1–12. doi: 10.1007/s12178-019-09528-8
61. Vapniarsky N., Moncada L., Garrity C., et al. Tissue Engineering of Canine Cartilage from Surgically Debrided Osteochondritis Dissecans Fragments // Ann Biomed Eng. 2022. Vol. 50, № 1. P. 56–77. doi: 10.1007/s10439-021-02897-7
62. Ai C., Lee Y.H., Tan X.H., Tan S.H., Hui J.H., Goh J.C. Osteochondral tissue engineering: perspectives for clinical application and preclinical development // Journal of Orthopaedic Translation. 2021. Vol. 30. P. 93–102. doi: 10.1016/j.jot.2021.07.008

REFERENCES

1. König F. The classic: on loose bodies in the joint. 1887. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(4):1107–15. doi: 10.1007/s11999-013-2824-y
2. Olstad K, Shea KG, Cannamela PC, Polousky JD, Ekman S, Ytrehus B, Carlson CS. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee is a result of failure of the blood supply to growth cartilage and osteochondrosis. *Osteoarthritis and cartilage.* 2018;26(12):1691–1698. doi: 10.1016/j.joca.2018.06.019
3. Kessler JI, Nikizad H, Shea KG, Jacobs Jr JC, Bechuk JD, Weiss JM. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. *Am J Sports Med.* 2014;42(2):320–6. doi: 10.1177/0363546513510390
4. Hefti F, Beguiristain J, Krauspe R, Moller-Madsen B, Riccio V, Tschauner C, et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop Part B.* 1999;8(4):231–45.
5. Andriolo L, Crawford DC, Reale D, Zaffagnini S, Candrian C, Cavicchioli A, Filardo G. Osteochondritis dissecans of the knee: etiology and pathogenetic mechanisms. A systematic review. *Cartilage.* 2020;11(3):273–90. doi: 10.1177/1947603518786557
6. Pareek A, Sanders TL, Wu IT, Larson DR, Saris DBF, Krych AJ. Incidence of symptomatic osteochondritis dissecans lesions of the knee: a population-based study in Olmsted County. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25(10):1663–71. doi: 10.1016/j.joca.2017.07.005
7. Crawford DC, Safran MR. Osteochondritis dissecans of the knee. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(2):90–100. doi: 10.5435/00124635-200602000-00004
8. Wechter JF, Sikka RS, Alwan M, Nelson BJ, Tompkins M. Proximal tibial morphology and its correlation with osteochondritis dissecans of the knee. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(12):3717–22. doi: 10.1007/s00167-014-3289-6
9. Cahuzac JP, Mansat C, Clement JL, Pasquie M, Gaubert J. The natural history of osteochondritis dissecans of the knee in children. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1988;74(suppl 2):121–4.
10. Gerasimenko MA, Beletskii AV, Chernyavskii KS, Zhuk EV. König's disease of the knee joint in children: clinical picture, diagnosis, treatment. *Meditinskii zhurnal.* 2007;(2):28–30. (In Russ).
11. Green WT, Banks HH. Osteochondritis dissecans in children. *J Bone Joint Surg Am.* 1953;35-A(1):26–47; passim.
12. Axhausen G. Die Aetiologie der Kohler'schen Erkrankung der Metatarsalköpfchen. *Beitr Klin Chir.* 1922;(126):451–476. (In German).
13. Rieger H. Zur Pathogenese von Gelenkmausen. *Munchener Medizinische Wochenschrift.* 1920;(67):719–720. (In German).
14. Watson-Jones SR, editor. *Fractures and joint injuries.* 4th edition. Vol. 1. Edinburgh (United Kingdom), London: E & S Livingston; 1952.
15. Barrie HJ. Hypertrophy and laminar calcification of cartilage in loose bodies as probable evidence of an ossification abnormality. *The Journal of pathology.* 1980;132(2):161–168. doi: 10.1002/path.1711320206
16. Barrie HJ. Hypothesis — a diagram of the form and origin of loose bodies in osteochondritis dissecans. *Journal of rheumatology.* 1984;11(4):512–513.
17. Stattin EL, Wiklund F, Lindblom K, Önnarfjord P, Jonsson BA, Tegner Y, et al. A missense mutation in the aggrecan C-type lectin domain disrupts extracellular matrix interactions and causes

- dominant familial osteochondritis dissecans. *The American Journal of Human Genetics*. 2010;86(2):126–137. doi: 10.1016/j.ajhg.2009.12.018
18. Ribbing S. The Hereditary Multiple Epiphyseal Disturbance and its Consequences for the Aetogenesis of Local, Malacjas-Particularly the Osteochondrosis Dissecans. *Acta Orthopaedica Scandinavica*. 1954;24(1–4):286–299. doi: 10.3109/17453675408988571
19. Mubarak SJ, Carroll NC. Juvenile osteochondritis dissecans of the knee: etiology. *Clin Orthop Relat Res*. 1981;(157):200–11.
20. Bruns J, Werner M, Soyka M. Is vitamin D insufficiency or deficiency related to the development of osteochondritis dissecans? *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2014;24(5):1575–9. doi: 10.1007/s00167-014-3413-7
21. Mine T, Ihara K, Kawamura H, Date R, Chagawa K. Unusual appearance of an osteochondral lesion accompanying medial meniscus injury. *Arthrosc Tech*. 2014;3(1):e111–e114. doi: 10.1016/j.eats.2013.09.003
22. Maruyama Y, Kaneko K, Baba T. A case of osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and patellofemoral joint surface occurring in the same knee. *Eur Orthop Traumatol*. 2014;5(2):171–4. doi: 10.1007/s12570-013-0227-x
23. Deie M, Ochi M, Sumen Y, Kawasaki K, Adachi N, Yasunaga Y, et al. Relationship between osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle and lateral menisci types. *J Pediatr Orthop*. 2006;26(1):79–82. doi: 10.1097/01.bpo.0000191554.34197.fd
24. Hashimoto Y, Yoshida G, Tomihara T, Matsuura T, Satake S, Kaneda K, et al. Bilateral osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle following bilateral total removal of lateral discoid meniscus: a case report. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2008;128(11):1265–8. doi: 10.1007/s00402-007-0499-0
25. Bramer JA, Maas M, Dallinga RJ, te Slaa RL, Vergroesen DA. Increased external tibial torsion and osteochondritis dissecans of the knee. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(422):175–9. doi: 10.1097/01.blo.0000126310.02631.f2
26. Camathias C, Hirschmann MT, Vavken P, Rutz E, Brunner R, Gaston MS. Meniscal suturing versus screw fixation for treatment of osteochondritis dissecans: clinical and magnetic resonance imaging results. *Arthroscopy*. 2014;30(10):1269–79. doi: 10.1016/j.arthro.2014.05.010
27. Campbell CJ, Ranawat CS. Osteochondritis dissecans: the question of etiology. *J Trauma*. 1966;6(2):201–21.
28. Jans L, Jaremko J, Ditchfield M, De Coninck T, Huyse W, Moon A, et al. Ossification variants of the femoral condyles are not associated with osteochondritis dissecans. *Eur J Radiol*. 2012;81(11):3384–9. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.01.009
29. Shea KG, Jacobs JC Jr, Grimm NL, Pfeiffer RP. Osteochondritis dissecans development after bone contusion of the knee in the skeletally immature: a case series. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(2):403–7. doi: 10.1007/s00167-012-1983-9
30. Chow RM, Guzman MS, Dao Q. Intercondylar notch width as a risk factor for medial femoral condyle osteochondritis dissecans in skeletally immature patients. *J Pediatr Orthop*. 2016;36(6):640–4. doi: 10.1097/BPO.0000000000000511
31. Hughes JA, Cook JV, Churchill MA, Warren ME. Juvenile osteochondritis dissecans: a 5-year review of the natural history using clinical and MRI evaluation. *Pediatr Radiol*. 2003;33(6):410–7. doi: 10.1007/s00247-003-0876-y
32. Jans L, Jaremko J, Ditchfield M, De Coninck T, Huyse W, Moon A, Verstraete K. Ossification variants of the femoral condyles are not associated with osteochondritis dissecans. *European Journal of Radiology*. 2012;81(11):3384–3389. doi: 10.1016/j.ejrad.2012.01.009
33. Jans LB, Jaremko JL, Ditchfield M, Huyse WC, Verstraete KL. MRI differentiates femoral condylar ossification evolution from osteochondritis dissecans. A new sign. *European Radiology*. 2011;21(6):1170–1179. doi: 10.1007/s00330-011-2058-x
34. Lefort G, Moyen B, Beauvais P, De Billy B, Breda R, Cadilhac C, et al. L'ostéochondrite disséquante des condyles fémoraux: analyse de 892 cas. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Réparatrice de l'Appareil Moteur*. 2006;92(5):97–141.
35. Accadbled F, Vial J, de Gauzy JS. Osteochondritis dissecans of the knee. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;104(1):S97–S105. doi: 10.1016/j.otsr.2017.02.016
36. Masquijo J, Kothari A. Juvenile osteochondritis dissecans (J OCD) of the knee: current concepts review. *EFORT open reviews*. 2019;4(5):201–212. doi: 10.1302/2058-5241.4.180079
37. Tepolt FA, Kalish LA, Heyworth BE, Kocher MS. Nonoperative treatment of stable juvenile osteochondritis dissecans of the knee: effectiveness of unloader bracing. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*. 2020;29(1):81–89. doi: 10.1097/BPB.0000000000000617
38. LeBrun DG, DeFrancesco CJ, Fabricant PD, Lawrence JT. Cost-effectiveness analysis of nonoperative management versus early drilling for stable osteochondritis dissecans lesions of the knee in skeletally immature patients. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2021;37(2):624–634. doi: 10.1016/j.arthro.2020.09.020
39. Sanders TL, Pareek A, Johnson NR, Carey JL, Maak TG, Stuart MJ, Krych AJ. Nonoperative management of osteochondritis dissecans of the knee: progression to osteoarthritis and arthroplasty at mean 13-year follow-up. *Orthopaedic journal of sports medicine*. 2017;5(7):2325967117704644. doi: 10.1177/2325967117704644
40. Tan SHS, Tan BSW, Tham WYW, et al. The incidence and risk factors of osteoarthritis following osteochondritis dissecans of the knees: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2021;29(9):3096–3104. doi: 10.1007/s00167-020-06365-y
41. Ross BJ, Hermanns CA, Xu S, Baker J, Vopat B, Miskimin C, Mulcahey MK. Males and females exhibit comparable outcomes following treatment of osteochondritis dissecans lesions of the knee: a systematic review. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2022;38(10):2919–2929. doi: 10.1016/j.arthro.2022.03.015
42. Andriolo L, Candrian C, Papio T, Cavicchioli A, Perdida F, Filardo G. Osteochondritis dissecans of the knee-conservative treatment strategies: a systematic review. *Cartilage*. 2019;10(3):267–77. doi: 10.1177/1947603518758435
43. Merkulov VN, Avakian AP, Yeltsin AG, Mininkov DS. Dissecting osteochondritis of femoral condyles in children and adolescents. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2012;19(2):48–55. (In Russ). doi: 10.17816/vto20120248-55
44. Eismont OL. Long-term results of treatment of dissecting osteochondritis of the femoral condyles with the use of osteoperforations of the subchondral bone. *Journal of Grodno State Medical University*. 2020;18(5):532–537. (In Russ). doi: 10.25298/2221-8785-2020-18-5-532-537
45. Brittberg M, Lindahl A, Nilsson A, Ohlsson C, Isaksson O, Peterson L. Treatment of deep cartilage defects in the knee with autologous chondrocyte transplantation. *New england journal of medicine*. 1994;331(14):889–895. doi: 10.1056/NEJM199410063311401

46. Peterson L, Minas T, Brittberg M, Lindahl A. Treatment of osteochondritis dissecans of the knee with autologous chondrocyte transplantation: results at two to ten years. *JBJS*. 2003;85-A(suppl 2):17–24. doi: 10.2106/00004623-200300002-00003
47. Carey JL, Shea KG, Lindahl A, Vasiliadis HS, Lindahl C, Peterson L. Autologous chondrocyte implantation as treatment for unsalvageable osteochondritis dissecans: 10- to 25-year follow-up. *The American journal of sports medicine*. 2020;48(5):1134–1140. doi: 10.1177/0363546520908588
48. Lazishvili GD, Egiazyryan KA, Ratyev AP, Gordienko DI, Bug-Gusaim AB, et al. Hybrid bone-cartilage transplantation is an innovative technology for surgical treatment of extensive bone — cartilage defects of the knee joint. *Surgical practice*. 2020;(4):10–17. (In Russ). doi: 10.38181/issn2223-2427.2019.4.10-17
49. Patent RUS № № 2692228/21.06.19. Egiazyryan KA, Lazishvili GD, Gordienko DI, Khramenkova IV, Shpak MA. *Method of surgical treatment of bone-cartilaginous defects of femoral condyles*. Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2692228C1_20190621?ysclid=lozuoczf4s560836704 (In Russ).
50. Shevtsov VI, Karaseva TYu, Karasev AG. Chondroplasty in treatment of a patient with König disease (early experience). *Genij Ortopedii*. 2006;(2):100–102.
51. Hangody L, Kish G, Kárpáti Z, Udvarhelyi I, Szigeti I, Bély M. Mosaicplasty for the treatment of articular cartilage defects: application in clinical practice. *Orthopedics*. 1998;21(7):751–6. doi: 10.3928/0147-7447-19980701-04
52. Malanin DA. *Plasty of full-layer defects of hyaline cartilage in the knee joint: experimental and clinical aspects of reparative chondrogenesis* [dissertation]. Volgograd; 2002. Available from: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002307324?ysclid=lozv4nsjin746979552> (In Russ).
53. Antipov AV. *Arthroscopic replacement of articular surface defects with bone-cartilage grafts in dissecting osteochondritis (experimental clinical study)* [dissertation]. Kurgan; 2003. Available from: <https://search.rsl.ru/ru/record/01002321781?ysclid=lozv7oat9m60670050> (In Russ).
54. Mohamed H, Besar MM, Zayed ME. Systemic review of management of knee osteochondritis dissecans by mosaicplasty. *Al-Azhar Medical Journal*. 2021;50(3):1683–92.
55. Frank RM, Lee S, Levy D, et al. Osteochondral allograft transplantation of the knee. *Am J Sports Med*. 2017;45:864–874.
56. McCulloch PC, Kang RW, Sobhy MH, Hayden JK, Cole BJ. Prospective evaluation of prolonged fresh osteochondral allograft transplantation of the femoral condyle: Minimum 2-year follow-up. *Am J Sports Med*. 2007;35(3):411–420. doi: 10.1177/0363546506295178
57. Cotter EJ, Frank RM, Wang KC, Totlis T, Poland S, Meyer MA, Cole BJ. Clinical outcomes of osteochondral allograft transplantation for secondary treatment of osteochondritis dissecans of the knee in skeletally mature patients. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2018;34(4):1105–1112. doi: 10.1016/j.arthro.2017.10.043
58. Bourebaba L, Röcken M, Marycz K. Osteochondritis dissecans (OCD) in Horses — Molecular Background of its Pathogenesis and Perspectives for Progenitor Stem Cell Therapy. *Stem Cell Rev and Rep*. 2019;15(3):374–390. doi: 10.1007/s12015-019-09875-6
59. Russo A, Coco V, Zaffagnini S. The effect of autologous adipose derived mesenchymal stem cell therapy on juvenile osteochondritis dissecans of the patella: a case study. *Journal of Surgical Case Reports*. 2020;2020(8):rjaa274. doi: 10.1093/jscr/rjaa274
60. Logli AL, Bernard CD, O'Driscoll SW, et al. Osteochondritis dissecans lesions of the capitellum in overhead athletes: a review of current evidence and proposed treatment algorithm. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2019;12(1):1–12. doi: 10.1007/s12178-019-09528-8
61. Vapniarsky N, Moncada L, Garrity C., et al. Tissue Engineering of Canine Cartilage from Surgically Debrided Osteochondritis Dissecans Fragments. *Ann Biomed Eng*. 2022;50(1):56–77. doi: 10.1007/s10439-021-02897-7
62. Ai C, Lee YH, Tan XH, Tan SH, Hui JH, Goh JC. Osteochondral tissue engineering: perspectives for clinical application and preclinical development. *Journal of Orthopaedic Translation*. 2021;30:93–102. doi: 10.1016/j.jot.2021.07.008

ОБ АВТОРАХ

* **Иванов Ярослав Александрович**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10;
ORCID: 0000-0002-6352-2784;
eLibrary SPIN: 5575-4630;
e-mail: docyaroslav@gmail.com

Ельцин Александр Геннадьевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-7736-9493;
eLibrary SPIN: 6411-2484;
e-mail: Agyeltsin@mail.ru

Мининков Дмитрий Сергеевич, канд. мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9490-6932;
eLibrary SPIN: 1494-3179;
e-mail: 4504311@mail.ru

Гущина Дарья Александровна;
ORCID: 0000-0003-1877-3557;
e-mail: gushchina-DA@yandex.ru

AUTHORS' INFO

* **Iaroslav A. Ivanov**, MD, Cand. Sci. (Med.);
address: 10 Priorova str., 127299, Moscow, Russia;
ORCID: 0000-0002-6352-2784;
eLibrary SPIN: 5575-4630;
e-mail: docyaroslav@gmail.com

Alexander G. Yeltsin, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-7736-9493;
eLibrary SPIN: 6411-2484;
e-mail: Agyeltsin@mail.ru

Dmitry S. Mininkov, MD, Cand. Sci. (Med.);
ORCID: 0000-0002-9490-6932;
eLibrary SPIN: 1494-3179;
e-mail: 4504311@mail.ru

Daria A. Gushchina;
ORCID: 0000-0003-1877-3557;
e-mail: gushchina-DA@yandex.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author