

SURGICAL TREATMENT OF A LOCAL OSTEOCARTILAGINOUS DEFECT OF THE KNEE JOINT

Moscow, Russia

Conclusion. The developed combined chondroplasty method demonstrates high clinical and functional efficacy in the treatment of extensive osteochondral defects of the knee joint, which is critical for young patients with high functional demands. This technology successfully allowing for the restoration of the anatomical architecture of the joint.

DOI: 10.24412/1819-1495-2026-2-82-88

сочетает преимущества классических видов хондропластики, позволяя восстановить анатомическую архитектуру сустава. Несмотря на многообещающие среднесрочные результаты, необходимы дальнейшие долгосрочные исследования.

Ключевые слова: локальный костно-хрящевой дефект; хондропластика; комбинированная костно-хрящевая трансплантация; рассекающий остеохондрит

Despite promising short-term results, further medium-term studies are needed.

Keywords: local osteochondral defect; chondroplasty; combined osteochondral transplantation; osteochondritis dissecans

Причины возникновения локальных костно-хрящевых дефектов коленного сустава включают в себя целый ряд патологий хрящевой ткани и субхондральной кости. Еще в 1887 г. Францем Кенигом были выделены три основные причины появления внутрисуставных тел и костно-хрящевых дефектов: травма коленного сустава с возникновением трансохондрального перелома, остеонекроз с последующей фрагментацией хряща и субхондральной кости, а также спонтанное образование внутрисуставных тел на фоне отсутствия травматического анамнеза [1]. Третий пункт в последующем интерпретировали как рассекающий остеохондрит, или болезнь Кенига [2] — заболевание, которое в основном поражает мужчин в возрасте до 40 лет. Частота диагностирования рассекающего остеохондрита коленного сустава составляет 1,21 случая на 100 тыс. населения в год [3], что эквивалентно примерно 2 % от всех заболеваний и травм данной локализации [4].

Локальные костно-хрящевые дефекты широко распространены среди трудоспособных лиц в возрасте 18–67 лет [5]. Зачастую они имеют бессимптомное течение и выявляются у 63 % населения в целом и у 36 % спортсменов [6, 7]. Посттравматические острые костно-хрящевые дефекты коленного сустава диагностируются в 10–29,6 % случаев [8]. Однако наличие крупных повреждений хряща в области коленного сустава, особенно затрагивающих субхондральную кость, манифестирует выраженным болевым синдромом и приводит к существенному снижению физической активности пациентов молодого возраста.

Хирургическое вмешательство на хрящевой ткани показано пациентам с симптоматическими дефектами с целью купирования болевого синдрома, улучшения функции сустава и отсрочки необходимости в его тотальном эндопротезировании в долгосрочной перспективе [9]. В США ежегодно выполняется более 300 тыс. операций по

восстановлению хряща коленного сустава [5].

Хирургическое лечение локальных костно-хрящевых дефектов данной локализации, в частности выбор оптимального метода пластики у конкретного пациента, представляет сложную задачу для хирургов-ортопедов, поскольку неэффективность вмешательства сопряжена с критическим ограничением активности больного [10]. Классические подходы к регенерации хрящевой ткани, включая методики стимуляции костного мозга (абразивная хондропластика, субхондральная туннелизация и микрофрактурирование), трансплантацию костно-хрящевых аллотрансплантатов, мозаичную аутохондропластику и имплантацию аутологичных хондроцитов, успешно применяются уже несколько десятилетий [11]. Тем не менее существующие на сегодняшний день способы реконструкции суставной поверхности имеют ряд недостатков. Так, методы стимуляции костного мозга неэффективны при восстановлении глубоких костно-хрящевых дефектов мыщелков коленного сустава или при площади повреждения более 2 см². Костно-хрящевая аллопластика до недавнего времени рассматривалась исключительно в качестве «операции отчаяния» в тех случаях, когда другие варианты хондропластики не обеспечивали желаемого клинического эффекта, а основной задачей оставалось максимальное пролонгирование сроков до эндопротезирования сустава.

Следует отметить, что превалирующая площадь дефекта при данной патологии характеризуется значительными размерами (превышающими 2 см²), что клинически сопровождается развитием выраженного болевого синдрома. Наиболее предпочтительными методами, используемыми в современной хирургии, являются мозаичная хондропластика и технология матрикс-индуцированного аутохондрогенеза (AMIC). Несмотря на хорошие результаты применения мозаичной

хондропластики, она ограничена наличием достаточного объема донорского материала, забираемого с ненагружаемых поверхностей мыщелков бедренной кости. Значительная площадь поражения и глубина инвазии процесса (объем вовлеченной субхондральной кости) могут продиктовать необходимость увеличения количества ауто-трансплантатов, вплоть до их забора из контрлатерального сустава. Это неизбежно влечет за собой увеличение травматичности и продолжительности оперативного вмешательства, а также рост интра- и послеоперационных рисков (перелом кости в донорской зоне, пролонгирование сроков и усложнение программы медицинской реабилитации).

Технология AMIC демонстрирует устойчивые положительные результаты в долгосрочной перспективе, однако характеризуется рядом ограничений. К ним относятся невозможность полного восстановления конгруэнтности суставных поверхностей вследствие утраты объема тканей после санации дефекта, а также формирование фиброзно-хрящевой ткани вместо полноценного гиалинового хряща [12]. Кроме того, данная технология малоэффективна для восстановления глубоких костно-хрящевых дефектов [13], а определение допустимых границ площади поражения, поддающихся коррекции с помощью этой методики, требует проведения дополнительных клинических исследований.

В настоящей статье представлен комбинированный способ оперативного лечения локальных костно-хрящевых дефектов коленного сустава, нивелирующий недостатки существующих методик и продемонстрировавший благоприятные исходы в процессе послеоперационного клинического наблюдения.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ

Клиническое наблюдение описано с соблюдением этических норм Хельсинкской декларации Всемирной ме-

дицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» и правил надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice, GCP). От пациента получено добровольное информированное согласие на публикацию в открытой печати его деперсонализированных медицинских данных.

Пациент К., 38 лет, в ноябре 2023 г. обратился в отделение травматологии ГКБ № 1 им. Н.И. Пирогова с жалобами на боль и ограничение движений в левом коленном суставе в виде дефицита разгибания на 20°. Интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) составила 4 балла. Функциональное состояние сустава оценено по специализированным шкалам: WOMAC — 40 баллов, Lysholm (LKSS) — 77 баллов, IKDC — 36,8 балла. Из анамнеза известно, что в возрасте 17 лет пациенту был диагностирован рассекающий остеохондрит левой нижней конечности данной локализации.

С целью определения площади поражения мыщелка бедренной кости для последующего планирования этапов и объема оперативного вмешательства выполнена магнитно-резонансная томография (МРТ) на томографе с индукцией магнитного поля 3 Тл (рис. 1). Площадь дефекта составила 6,0 см², что соответствовало крупному костно-хрящевому повреждению и ограничивало возможность применения стандартных методик хондропластики. В передних отделах сустава был также обнаружен свободно лежащий фрагмент хряща и субхондральной кости сопоставимых размеров. Оценка точной глубины повреждения с помощью мультиспиральной компьютерной томографии не проводилась в связи с отказом пациента от исследования по месту жительства. Тем не менее, согласно данным МРТ в режиме T1, глубина дефекта составила 7 мм, что являлось прямым показанием к проведению костной аутопластики.

На основании жалоб, локального статуса и данных МРТ у пациента подтвержден диагноз: «Рассекающий остеохондрит (болезнь Кенига) медиального мыщелка левой бедренной кости, хроническая стадия». Пациенту рекомендовано оперативное лечение в объеме комбинированной костно-хрящевой аутопластики.

Вмешательство выполнено в плановом порядке 30.11.2023 г. После предоперационной подготовки в условиях спинальной анестезии (положение пациента на спине) после обработки операционного поля растворами антисептиков и наложения пневматического жгута на нижнюю треть бедра произведена медиальная артротомия левого коленного сустава. При ревизии суставной поверхности медиального мыщелка бедренной кости верифицирована зона поражения. Установлено, что фактический размер дефекта превысил расчетные параметры предоперационного планирования, что является стандартной клинической ситуацией, так как истинная площадь хондромалиции закономерно превышает зону костной деструкции (рис. 2). Произведена ревизия свободно лежащего костно-хрящевого фрагмента. Выполнена

радикальная санация зоны повреждения в пределах жизнеспособных тканей с формированием краев дефекта овальной формы площадью 7,6 см². Измененная хрящевая ткань была иссечена, а жизнеспособные фрагменты хряща сохранены для последующего использования при пластике.

На следующем этапе с помощью полых фрез поэтапно резецировали некротизированную кость до появления на дне дефекта капель крови и костного мозга. С ненагружаемой поверхности латерального мыщелка левой бедренной кости и медиального мыщелка левой большеберцовой кости осуществлен забор четырех цилиндрических костных аутотрансплантатов. Донорские дефекты заполнены измельченной лиофилизированной костью, а для предотвращения ее миграции поверх нанесен равномерный

Рисунок 1

МРТ левого коленного сустава перед операцией (красной стрелкой отмечен свободнолежащий фрагмент хряща и субхондральной кости в передних отделах левого коленного сустава)

Figure 1

MRI of the left knee joint before surgery (the red arrow marks a free-lying fragment of cartilage and subchondral bone in the anterior sections of the left knee joint)

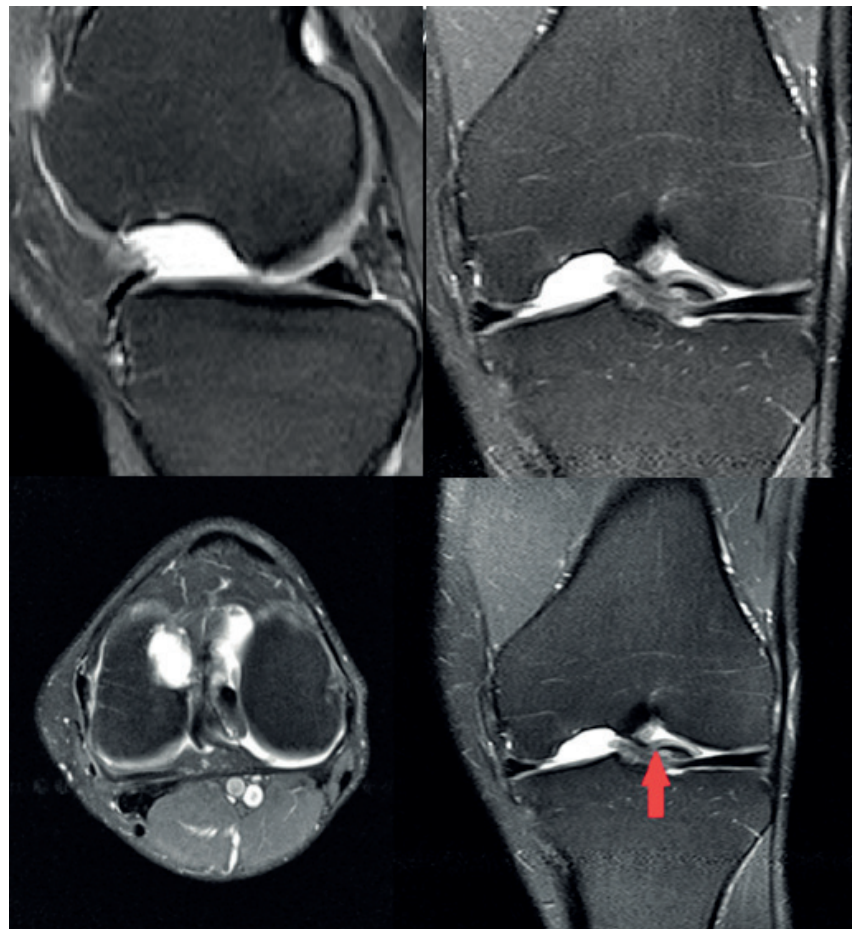
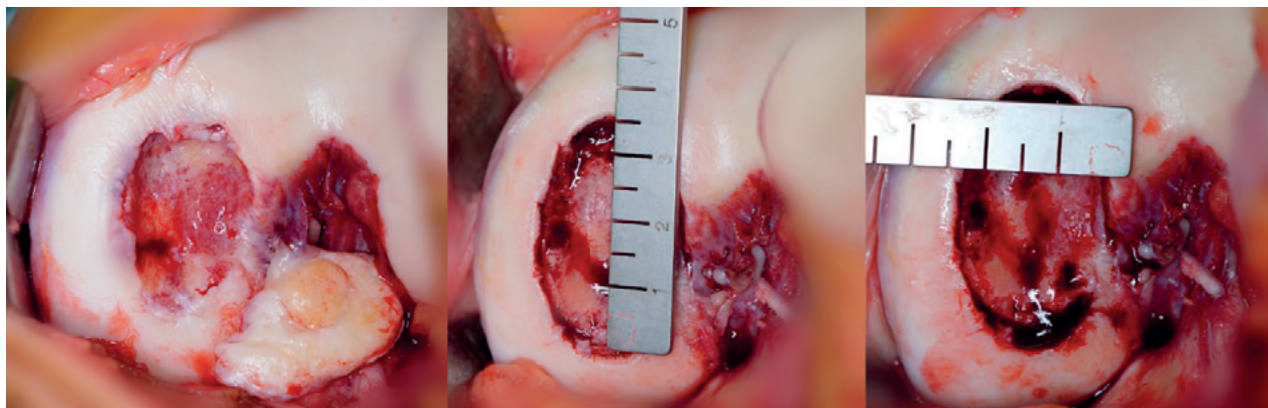


Рисунок 2

Костно-хрящевой дефект левого коленного сустава. Выполнена санация зоны дефекта хряща, сформированы границы дефекта в форме овала

Figure 2

Osteochondral defect of the left knee joint. The cartilage defect zone was rehabilitated, and the defect boundaries were formed in the shape of an oval



слой костного воска. Донорские костные столбики обработаны костными кусачками и методом press-fit поэтапно имплантированы в область дефекта медиального мыщелка бедренной кости таким образом, чтобы их торцевые поверхности располагались на 2 мм ниже уровня субхондральной кости. При интраоперационной оценке столбики были стабильны и полностью заполняли объем дефекта.

После имплантации все костные трансплантаты и подлежащее ложе подвергли туннелизации с помощью спицы диаметром 2,4 мм с формированием по 1–2 каналов в каждом цилиндре. Глубина рассверливания превышала длину имплантированных столбиков на 15 мм для достижения интактных васкуляризированных слоев костной ткани (рис. 3). Данная манипуляция была направлена на стимуляцию миграции мезенхимальных стволовых клеток костного мозга в зону реконструкции.

На следующем этапе хрящ, полученный с удаленного ранее остеохон-

дрального фрагмента, измельчали. Полученные микротрансплантаты диаметром 3–4 мм равномерно укладывали поверх имплантированных цилиндрических костных аутоотрансплантатов, полностью перекрывая область дефекта. На заключительном этапе выполняли моделирование и имплантацию коллагеновой мембраны поверх измельченной хрящевой ткани с ее фиксацией к краям интактного гиалинового хряща рассасывающимися атравматичными швами нитью 6/0 (рис. 4). Таким образом обеспечивалась стабильная герметизация зоны реконструкции по периметру посредством шовного материала, а с базальной стороны — подложкой из фрагментированного хряща. Данный подход также способствовал стабилизации кровяного сгустка, содержащего мигрировавшие мезенхимальные стволовые клетки.

Рану послойно ушивали наглухо, накладывали асептические повязки. Левый коленный сустав фиксировали в положении полного разгибания с по-

Рисунок 3

Туннелизация имплантированных цилиндрических спонгиозных аутоотрансплантатов

Figure 3

Tunneling of implanted cylindrical spongiouse autografts



мощью шарнирного ортеза в заблокированном режиме.

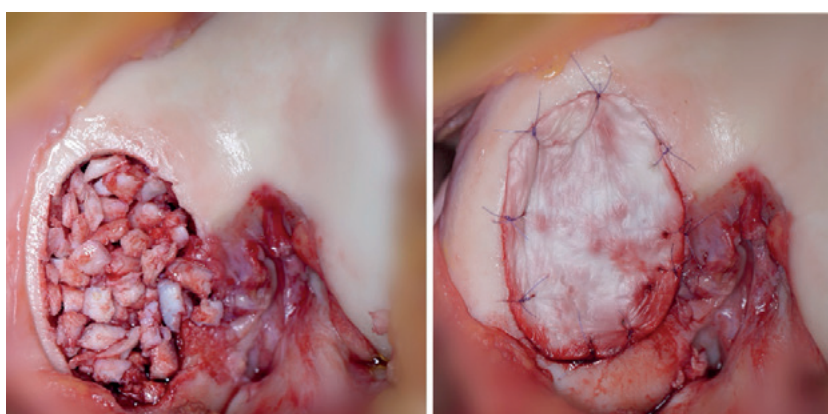
В послеоперационном периоде проводилось консервативное лечение и лечебная физкультура. Со вторых суток пациент приступил к разработке

Рисунок 4

Частицы измельченного хряща диаметром 3–4 мм уложены поверх имплантированных аутоотрансплантатов над всей областью дефекта, имплантирована коллагеновая матрица

Figure 4

Particles of crushed cartilage with a diameter of 3–4 mm are stacked on top of the implanted autografts over the entire area of the defect, and a collagen matrix is implanted



движений в левом коленном суставе. Больной был выписан из стационара на 4-е сутки. Со второго дня и на протяжении двух месяцев разрешалась ходьба на костылях без опоры на оперированную нижнюю конечность.

После выписки пациент проходил амбулаторную реабилитацию в течение 6 недель. Однако на контрольном осмотре через 2 месяца после вмешательства был выявлен дефицит сгибания в суставе, составивший 25°, в связи с чем рекомендовано выполнение артроскопического артролиза. По данным контрольной МРТ в зоне пластики визуализировалась двухслойная хрящеподобная структура (рис. 5).

Оперативное вмешательство в объеме артролиза левого коленного сустава выполнено 05.03.2024 г., рубцовые ткани иссечены с помощью шейвера и коблатора. При ревизии области хондропластики зона трансплантации была полностью покрыта регенератом. При пальпации последнего артроскопическим щупом верифицирована плотноэластическая консистенция ткани и ее полная интеграция с окружающим интактным хрящом (рис. 6). На основании данных эндоскопической визуализации исход хондропластики расценен как благоприятный. Полный объем движений в суставе восстановился через 2 недели после повторной операции.

На контрольном осмотре через 12 месяцев после первичного вмешательства по данным МРТ выявлены полная перестройка и интеграция пересаженных костных столбиков, а также формирование равномерного слоя хрящеподобной ткани в проекции медиального мыщелка (рис. 7). Интенсивность болевого синдрома значительно снизилась по сравнению с исходными показателями и составила по ВАШ 1 балл. Движения

в оперированном суставе восстановлены в полном объеме (рис. 8). К моменту финального осмотра зафиксирована выраженная положительная динамика: функциональные показатели коленного сустава достигли 12 баллов по шкале WOMAC, 92 баллов по Lysholm (LKSS) и 83,9 балла по IKDC. Результаты лечения оцениваются как отличные. Это особенно значимо с учетом исходного размера костно-хрящевого дефекта, а также того факта, что максимальные 95–100 баллов по шкале Lysholm достигаются не всеми здоровыми лицами.

ОБСУЖДЕНИЕ

Восстановление обширных локальных костно-хрящевых дефектов после травм или на фоне рассекающего остеохондрита коленного сустава является сложной и до конца не решенной проблемой. Хотя в настоящее время существуют ориентировочные алгоритмы принятия решений для выполнения различных видов хондропластики, классические методики не позволяют прогнозировать восстанавливать конгруэнтность суставных поверхностей и функцию конечности при повреждении площадью более 4 см² [12, 14]. Такие подходы, как аллопластика, несмотря на показания при крупных дефектах, не решают проблему полностью и не рассматриваются в качестве безусловной альтернативы одномоментному эндопротезированию [12].

Представленный клинический случай демонстрирует успешный пример применения комбинированной технологии хондропластики. Одним из ключевых аспектов методики является использование фрагментированного аутологичного хряща в качестве механической опоры для центральной зоны коллагеновой мембраны. Это

Рисунок 5

МРТ через 2 месяца после операции. Имеется двухслойная хрящеподобная структура

Figure 5

MRI scan 2 months after surgery. There is a two-layered cartilage-like structure



Рисунок 6

Артроскопия левого коленного сустава. Зона трансплантации покрыта хрящеподобной тканью, выявлена двухслойная структура

Figure 6

Arthroscopy of the left knee joint. The transplantation area is covered with cartilage-like tissue, a two-layered structure was revealed

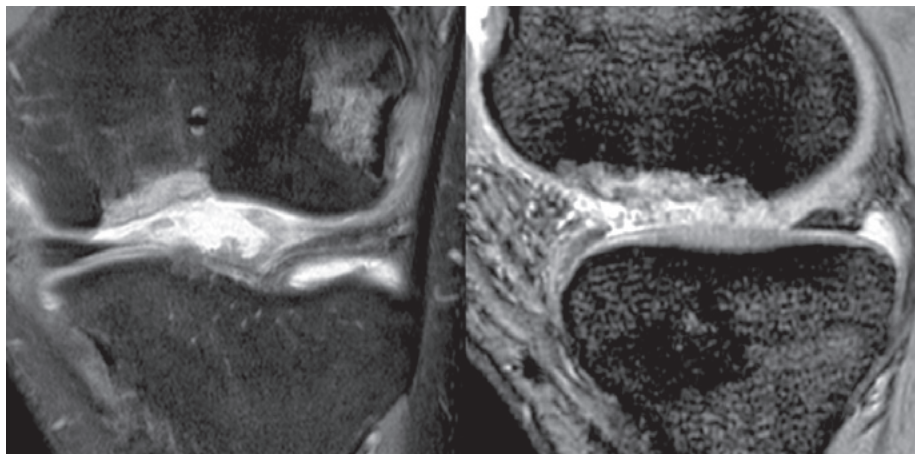


Рисунок 7

МРТ через год после операции

Figure 7

MRI scan one year after surgery



позволяет сохранить конгруэнтность сустава, восстановить анатомическую кривизну мыщелков бедренной кости, избежать формирования «кратерообразных» деформаций, а также обеспечить ремоделирование мембраны не только от периферии к центру, но и со стороны базального слоя. По нашему мнению, измельченный хрящ служит субстратом для образования глубокой зоны регенерата, формирующего двухслойную структуру хрящеподобной ткани, и выступает естественным биомеханическим каркасом для коллагеновой матрицы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Локальные костно-хрящевые дефекты коленного сустава, включая расщепляющий остеохондрит (болезнь Кенига), представляют значительную проблему для пациентов молодого, трудоспособного возраста, приводя к выраженному болевому синдрому, ограничению движений и снижению качества жизни. Классические методы хондропластики малоэффективны при лечении обширных и глубоких повреждений, что обуславливает необходимость разработки новых хирургических подходов.

Предложенный комбинированный метод костно-хрящевой трансплантации продемонстрировал отличные отдаленные результаты при лечении крупного дефекта, обеспечив формирование двухслойной хрящеподобной структуры, стабильную интеграцию костных аутооттрансплантатов, купирование болевого синдрома и полное восстановление функции сустава. При-

Рисунок 8

Объем движений в левом коленном суставе через год после хондропластики

Figure 8

The volume of movement in the left knee joint one year after chondroplasty



менение данного способа позволило избежать одномоментного эндопротезирования у пациента молодого возраста. Контрольная артроскопия подтвердила состоятельность и перспективность разработанной технологии, особенно в условиях невозможности использования стандартных техник. Однако требуются дальнейшие исследования, направленные на оптимизацию методики и ее сравнение с другими видами хондропластики при различных типах повреждений.

Комбинированная костно-хрящевая трансплантация может стать эффек-

тивной альтернативой при лечении обширных костно-хрящевых дефектов, позволяя отсрочить эндопротезирование и сохранить высокую функцию коленного сустава у молодых пациентов.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

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

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Ellermann J, Johnson CP, Wang L, Macalena JA, Nelson BJ, LaPrade RF. Insights into the epiphyseal cartilage origin and subsequent osseous manifestation of juvenile osteochondritis dissecans with a modified clinical MR imaging protocol: a pilot study. *Radiology*. 2017; 282(3): 798-806. DOI: 10.1148/radiol.2016160071
2. Tarakanov VN, Zverkova VA. Principles of surgical treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint. *Alley of Science*. 2017; (7): 327-342. Russian (Тараканов В. Н., Зверькова В. А. Принципы хирургического лечения Расщепляющего остеохондрита коленного сустава // Аллея науки. 2017. №7. С. 327-342.)
3. Weiss JM, Shea KG, Jacobs JC Jr, Cannamela PC, Becker I, Portman M, et al. Incidence of osteochondritis dissecans in adults. *Am J Sports Med*. 2018;46(7):1592-1595. DOI: 10.1177/0363546518764676.
4. Davies-Tuck ML, Wluka AE, Wang Y, Teichtahl AJ, Jones G, Ding C, et al. The natural history of cartilage defects in people with knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008 Mar;16(3):337-342. DOI: 10.1016/j.joca.2007.07.005.
5. Widuchowski W, Widuchowski J, Trzaska T. Articular cartilage defects: study of 25,124 knee arthroscopies. *Knee*. 2007; 14(3): 177-182. DOI: 10.1016/j.knee.2007.02.001
6. Perera JR, Gikas PD, Bentley G. The present state of treatments for articular cartilage defects in the knee. *Ann R Coll Surg Engl*. 2012; 94(6): 381-387. DOI: 10.1308/003588412X13171221592573
7. Flanigan DC, Harris JD, Trinh TQ, Siston RA, Brophy RH. Prevalence of chondral defects in athletes' knees: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc*. 2010; 42(10): 1795-1801. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181d9eea0
8. Lazishvili GD, Egiazaryan KA, Nikishin DV, Voroncov AA, Shpak MA, Klinov DV, et al. Experimental substantiation of the use of collagen membranes for the reconstruction of full-thickness defects in hyaline cartilage. *Surgical practice*. 2020; 41 (1): 45-52. Russian (Лазышвили Г. Д., Егиазарян К. А., Никишин Д. В., Воронцов А. А., Шпак М. А., Клинов Д. В. и др. Экспериментальное обоснование применения коллагеновых мембран для реконструкции полнослойных дефектов гиалинового хряща // Хирургическая прак-

тика. 2020. Т. 41, № 1. С. 45-52.) DOI: 10.38181/2223-2427-2020-1-45-52

9. Farr J, Gomoll AH. 2016 barriers to cartilage restoration. J Clin Orthop trauma. 2016; 7(3): 183-186. DOI: 10.1016/j.jcot.2016.05.001
10. Kelly SR, Mustafa L, Al-Kharabsheh Y, DeFroda SF, Nuelle CW. All-arthroscopic bone grafting and primary fixation of a medial femoral condyle osteochondritis dissecans lesion. Arthrosc Tech. 2023; 12(10): 1721-1725. DOI: 10.1016/j.jeats.2023.05.021
11. Gomoll AH, Filardo G, de Girolamo L, Espregueira-Mendes J, Marcacci M, Rodkey WG, et al. Surgical treatment for early osteoarthritis. Part I: cartilage repair procedures. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2012; 20(3): 450-466. DOI: 10.1007/s00167-011-1780-x
12. Hinckel BB, Thomas D, Vellios EE, Hancock KJ, Calcei JG, Sherman SL, et al. Algorithm for treatment of focal cartilage defects of the knee:

classic and new procedures. Cartilage. 2021; 13(1): 473-495. DOI: 10.1177/1947603521993219

13. Egiazyryan KA, Lazishvili GD, Khramenkova IV, Shpak MA, Badriev DA. Knee osteochondritis desiccans: surgery algorithm. Bulletin of Russian State Medical University. 2018; (2): 77-83. Russian (Егиазарян К. А., Лазишвили Г. Д., Храменкова И. В., Шпак М. А., Бадриев Д. А. Алгоритм хирургического лечения больных с рассекающим остеохондритом коленного сустава // Вестник Российского государственного медицинского университета. 2018. № 2. С. 77-83.) DOI: 10.24075/brsmu.2018.020
14. Richter DL, Schenck RC Jr, Wascher DC, Treme G. Knee Articular Cartilage Repair and Restoration Techniques: A Review of the Literature. Sports Health. 2016 Mar-Apr;8(2):153-60. DOI: 10.1177/1941738115611350

Сведения об авторах:

Егиазарян Карен Альбертович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет); ул. Островитянова, д. 1, стр. 6, г. Москва, Россия, 117513. <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Лазишвили Гурам Давидович — д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет); ул. Островитянова, д. 1, стр. 6, г. Москва, Россия, 117513. <https://orcid.org/0000-0002-3375-9879>

Бадриев Денис Айдарович (автор для переписки) — ассистент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет); ул. Островитянова, д. 1, стр. 6, г. Москва, Россия, 117513. <https://orcid.org/0000-0003-3497-5933>. E-mail: ill1dan@mail.ru

Тамазян Вартан Олегович — к.м.н., доцент кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет); ул. Островитянова, д. 1, стр. 6, г. Москва, Россия, 117513. <https://orcid.org/0000-0003-3499-3875>

Колодин Константин Сергеевич — студент 6-го курса ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет); ул. Островитянова, д. 1, стр. 6, г. Москва, Россия, 117513. <https://orcid.org/0009-0006-1406-0583>

Статья поступила в редакцию 11.01.2026

Рецензирование пройдено 05.03.2026

Подписано в печать 30.05.2026

Information about authors:

Egiazyryan Karen Albertovich — MD, PhD, professor, chief of department of traumatology, orthopedics and military field surgery, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University); Ostrovityanova St., 1, build. 6, Moscow, Russia, 117513. <https://orcid.org/0000-0002-6680-9334>

Lazishvili Guram Davidovich — MD, PhD, professor, department of traumatology, orthopedics, and military field surgery, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University); Ostrovityanova St., 1, build. 6, Moscow, Russia, 117513. <https://orcid.org/0000-0002-3375-9879>

Badriev Denis Aidarovich (author for correspondence) — assistant, department of traumatology, orthopedics, and military field surgery, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University); Ostrovityanova St., 1, build. 6, Moscow, Russia, 117513. <https://orcid.org/0000-0003-3497-5933>. E-mail: ill1dan@mail.ru

Tamazyan Vartan Olegovich — candidate of medical sciences, associate professor, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University); Ostrovityanova St., 1, build. 6, Moscow, Russia, 117513. <https://orcid.org/0000-0003-3499-3875>

Kolodin Konstantin Sergeevich — 6th-year student, Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University); Ostrovityanova St., 1, build. 6, Moscow, Russia, 117513. <https://orcid.org/0009-0006-1406-0583>

Received 11.01.2026

Review completed 05.03.2026

Passed for printing 30.05.2026

