

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1006>

Обзорная статья



Технологии стимуляции репаративных процессов у детей с рассекающим остеохондритом коленного сустава. Обзор литературы

Е.Г. Плигина^{1,2}, Л.Г. Керимова², И.А. Буркин², И.С. Ковалюнас^{1,2}

¹ Научно-исследовательский клинический институт педиатрии и детской хирургии им. акад. Ю.Е. Вельтищева Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия;

² Детская городская клиническая больница № 9 им. Г.Н. Сперанского, Москва, Россия

Аннотация

Рассекающий остеохондрит коленного сустава, болезнь Кенига, — заболевание коленного сустава, результирующее нарушением конгруэнтности суставных поверхностей и остеоартрозом. Частота встречаемости заболевания достигает 15 % в структуре патологии коленного сустава у детей. Сравнительная эффективность различных методов лечения детей с болезнью Кенига, от консервативной терапии до ортобиологических технологий, — актуальный предмет дискуссий специалистов.

Оценена эффективность современных методов лечения детей с болезнью Кенига и установлены ведущие тенденции использования биотехнологии для дальнейших экспериментальных и клинических исследований.

Поиск литературы проведен в электронных базах PubMed, Web of Science, Scopus, MEDLINE, eLibrary, РИНЦ, Cyberleninka. Анализу подвергнуты 2300 ссылок, просмотрено 283 статьи, отобрано в обзор 90 публикаций по ортопедии и биотехнологии.

Показания к консервативному лечению у детей с болезнью Кенига в настоящее время ограничены I–II стадией процесса. Хирургические методы занимают доминирующее положение при необходимости купирования боли и стимуляции регенерации патологического очага. Однако отдаленные результаты терапии свидетельствуют о замещении зоны некроза грубоволокнистой соединительной тканью, значительно уступающей гиалиновому хрящу по биомеханическим характеристикам, что определяет высокий риск развития остеоартроза. Активно развивающееся направление ортобиологии позволяет с использованием собственных тканей пациента активировать процессы репаративной регенерации с купированием клинических проявлений и благоприятными непосредственными результатами.

В соответствии с установленными тенденциями развития регенераторной медицины, фокус внимания исследователей смещен в плоскость ортобиологических технологий, обеспечивающих высокую долю благоприятных непосредственных результатов вмешательств. Однако ограниченное количество публикаций и отсутствие отдаленных результатов терапии не соответствуют критериям доказательности эффективности технологий.

Ключевые слова: болезнь Кенига; рассекающий остеохондрит; коленный сустав; суставной хрящ; ортобиология; ортопедия; дети.

Как цитировать

Плигина Е.Г., Керимова Л.Г., Буркин И.А., Ковалюнас И.С. Технологии стимуляции репаративных процессов у детей с рассекающим остеохондритом коленного сустава. Обзор литературы // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2022. Т. 12, № 2. С. 187–200. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1006>

DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1006>

Review Article

Technologies for stimulation of the reparative processes in children with knee osteochondritis dissecans: A review

Elena G. Pligina^{1,2}, Leila G. Kerimova², Igor A. Burkin², Igor S. Kovalunas^{1,2}¹ Veltishchev Research Clinical Institute for Pediatrics and Pediatric Surgery, Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russia;² G.N. Speransky Children's Hospital, Moscow, Russia

Abstract

Dissecting osteochondritis of the knee joint, Koenig's disease is a disease of the knee joint that result in articular surface and osteoarthritis congruence. The disease incidence reaches 15% in the pathological knee joint structure in children. The comparative effectiveness of various treatment methods for children with Koenig's disease, from conservative therapy to orthobiological technologies, is a topical subject of discussion among specialists.

The effectiveness of modern treatment methods for children with Koenig's disease has been evaluated and is the leading trend in the use of biotechnology for further experimental and clinical studies.

The literature search was conducted in the electronic databases of PubMed, Web of Science, Scopus, MEDLINE, eLibrary, RSCI, and Cyberleninka, whereas 2300 references were analyzed, 283 articles were viewed, and 90 publications on orthopedics and biotechnology were selected for the review.

Indications for conservative treatment in children with Koenig's disease are currently limited to stages I–II of the process. Surgical methods occupy a dominant position when pain relief and pathological focus regeneration stimulation are necessary. However, the long-term results of therapy indicate the replacement of the necrosis zone with coarse fibrous connective tissue, which is significantly inferior to hyaline cartilage in terms of biomechanical characteristics, which determines a high risk of developing osteoarthritis. The actively developing direction of orthobiology allows the use of a patient's tissues to activate the processes of reparative regeneration with the relief of clinical manifestations and favorable immediate results.

The focus of attention of researchers has shifted to the plane of orthobiological technologies following the established trends in regenerative medicine development, which provide a high proportion of favorable immediate interventional results. However, the limited number of publications and the lack of long-term results of therapy do not meet the criteria for demonstrative effectiveness of technologies.

Keywords: Koenig's disease; osteochondritis dissecans; knee joint; articular cartilage; orthobiology; orthopedics; children.

To cite this article:

Pligina EG, Kerimova LG, Burkin IA, Kovalunas IS. Technologies for stimulation of the reparative processes in children with knee osteochondritis dissecans: A review. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesia and Intensive Care*. 2022;12(2):187–200. DOI: <https://doi.org/10.17816/psaic1006>

Received: 11.10.2021

Accepted: 23.05.2022

Published: 30.06.2022

Рассекающий остеохондрит коленного сустава, болезнь Кенига, — различные названия полиэтилогичного заболевания коленного сустава, исходом которого при отсутствии своевременного и обоснованного лечения становятся нарушение конгруэнтности суставных поверхностей и ранний остеоартроз.

В генезе страдания авторы рассматривают локальный ишемический некроз субхондральной кости, хроническую микротравматизацию, нарушение процесса энхондральной оссификации, генетические факторы и расстройства [1–13].

Частота встречаемости данного заболевания в популяции, по данным различных публикаций, варьирует от 9,5 до 29,0 на 100 тыс. населения [6, 8, 13, 14]. Особую остроту проблема приобретает в детском возрасте — распространенность данной патологии составляет до 15,0 % в структуре заболеваний коленного сустава у детей. Мальчики страдают чаще девочек, при этом гендерное соотношение меняется с возрастом пациентов. Двукратное численное превосходство мальчиков в группе больных 6–11 лет возрастает до четырехкратного у детей старшего школьного возраста [2, 6, 8, 13, 15, 16].

Наиболее частая (до 85 %) локализация патологического процесса — медиальный мыщелок бедренной кости (преимущественно латеральный аспект). Поражение латерального мыщелка встречается в 17 % случаев. В 7 и 1 % наблюдений очаг располагается в надколеннике и межмыщелковой вырезке соответственно. Частота билатерального рассекающего остеохондрита по литературным данным существенно различается и варьирует в диапазоне от 2,7 до 30 % [6, 8, 9, 14, 16, 17].

Известны различные классификации болезни, основанные на данных рентгенографии, магнитно-резонансной томографии и артроскопии. Авторами широко используемой классификации, устанавливающей последовательную стадийность патологического процесса, характеризующейся очевидной тактической значимостью, являются A.L. Berndt и M. Harty [18]. В соответствии с результатами рентгенологических исследований авторы выделяют 4 стадии течения болезни, определяющие объем и содержание терапевтических мероприятий, прогнозирование осложнений и исхода патологического процесса. Выявление ограниченных участков компрессии субхондральной кости соответствует I стадии, на II стадии происходит частичное отделение остеохондрального фрагмента от ложа. Полное отделение указанного фрагмента при нахождении его в ложе описывается как III стадия процесса. Формирование свободного костно-хрящевого фрагмента характеризует IV стадию болезни.

Клинические проявления при болезни Кенига многообразны, определяются стадией патологического процесса и локализацией аваскулярного очага. Безусловно, следует учитывать возраст пациента и фактический уровень его двигательной активности, в частности занятия спортом. При этом патогномичных симптомов заболевания

нет. На ранних стадиях болезнь манифестирует болями в области сустава, поздние клинические проявления характеризуются непостоянным симптомокомплексом, включая синовит, явления «блока» сустава, ограничения объема движений, в различных сочетаниях [2, 6–9, 11, 12, 14, 16, 17].

Актуальный спектр лечебных технологий при болезни Кенига чрезвычайно широк — от физиотерапии до радикальных внутрисуставных хирургических вмешательств. Существенным ограничением перспектив широкого использования сугубо консервативной терапии, в соответствии с современными представлениями о качестве жизни пациентов и взрослых членов их семей, служит длительное исключение функциональной нагрузки на конечность и иммобилизация сустава. Хирургические технологии при лечении данной патологии направлены на активацию репаративных процессов в патологическом очаге, восстановление конгруэнтности суставной поверхности, либо купирование внутрисуставных осложнений на поздних стадиях заболевания. Спектр оперативных вмешательств представлен туннелизацией, микропереломами, ауто- или аллотрансплантацией костно-хрящевых блоков [1–7, 9, 11, 13, 14, 16, 17, 19–22]. Необходимо признать очевидную механистичность большинства представленных оперативно-технических подходов, недостаточно коррелирующих с известными этиопатогенетическими аспектами заболевания.

Терапевтическая парадигма при дегенеративно-дистрофических заболеваниях суставных поверхностей в последние годы смещена в плоскость ортобиологических технологий. Фокус внимания исследователей и клиницистов сосредоточен на внутрисуставном введении обогащенной тромбоцитами аутоплазмы (PRP, ACP), стромально-васкулярной фракции жировой ткани (SVF), концентрата костного мозга (BMAC), а также комбинации традиционного оперативного и биологического способов лечения. Иллюстрацией данного подхода является технология матрикс-индуцированного хондролиза [23–39]. Особую актуальность данные технологии приобретают в детском и подростковом возрасте, учитывая высокий потенциал репаративной регенерации у этой возрастной категории пациентов с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленного сустава.

Необходимо учитывать, что объективная сравнительная оценка эффективности различных терапевтических подходов существенно ограничена отсутствием данных многоцентровых исследований, информативных технологий прогнозирования течения и исходов патологического процесса, базирующихся на анализе отдаленных результатов лечения.

Таким образом, актуальность проблемы лечения пациентов с болезнью Кенига в детском возрасте определяется высокой частотой распространенности патологии в популяции, тяжестью медицинских и социальных последствий заболевания, определяющих ограничения

жизнедеятельности, необходимость повторных оперативных вмешательств, включая эндопротезирование, а также отсутствием когортной информации об эффективности и безопасности различных терапевтических технологий должного уровня доказательности.

Цель исследования — оценить эффективность современных методов лечения детей с болезнью Кенига и установить ведущие тенденции использования биотехнологии для дальнейших экспериментальных и клинических исследований.

Поиск литературы проведен в электронных базах данных PubMed, Web of Science, Scopus, MEDLINE, eLibrary, РИНЦ, Cyberleninka, Центральная научная медицинская библиотека (Сеченовский Университет), по библиографии ключевых статей. Критерии включения: систематические обзоры, метаанализы, мультицентровые исследования, контролируемые и неконтролируемые когортные исследования детей с рассекающим остеохондритом коленного сустава. Поиск проводили на двух языках (русском и английском) по ключевым словам. Всего проанализировано 2300 ссылок, просмотрено 283 статьи, отобрано в обзор 90 публикаций по ортопедии, биотехнологии.

Актуальные лечебные технологии при болезни Кенига детерминируются, прежде всего, возрастом больных и стадией развития патологического процесса, а также предшествующей социальной и физической активностью детей, предпочтениями пациентов и их родителей, либо иных законных представителей интересов ребенка.

Консервативное лечение, применяющееся на I и II стадиях заболевания, в настоящее время имеет ограниченное применение в детском возрасте, так как связано с длительной иммобилизацией сустава, ограничением двигательной активности, невозможностью реализации социальных функций в соответствии с возрастом больного, его культурной, спортивной и профессиональной ориентацией. Необходимо учитывать высокую частоту встречаемости болезни у детей, вовлеченных в спорт высоких достижений [6, 8, 13–15, 40, 41].

Были найдены публикации об эффективном применении электростимуляции в комплексном лечении детей с рассекающим остеохондритом. При этом эффективность технологии авторы оценивали в пределах 50–60 % клинических наблюдений [8, 28].

Хирургические методы лечения при рассекающем остеохондрите коленного сустава в настоящее время разделяются на паллиативные, репаративные и восстановительные (реконструктивные) [17]. Не претендуя на ревизию терминов, а тем более совершенствование представленной классификации, авторы настоящего обзора считают необходимым указать, что дефиниция «паллиативная медицинская помощь» в нормативных документах используется в контексте системы мероприятий, направленных на улучшение качества жизни пациентов с неизлечимыми, тяжело протекающими, угрожающими жизни заболеваниями. По нашему мнению, представленный

перечень лечебных технологий следует дополнить обобщенным понятием «ортобиология».

К паллиативным методам авторы публикации относят удаление свободного костно-хрящевого фрагмента, лаваж сустава и дебридмент. Данный способ лечения обеспечивает быстрое купирование симптомов заболевания в виде «блока» сустава, болей и синовита (гемартроза) [7–9, 16, 17], однако отдаленные результаты (обследование в среднем через 7 лет) свидетельствуют о развитии очевидных признаков остеоартроза более чем в 75 % случаев [13, 16].

Репаративные методики хирургического лечения пациентов с болезнью Кенига направлены на активацию регенеративных процессов путем заполнения патологического очага фибриновым сгустком, содержащим мезенхимальные полипотентные клетки костного мозга и многочисленные факторы роста. В аналитическом обзоре литературы T.O. Clanton и J.C. DeLee [42], посвященном истории, патофизиологии и концепции лечения пациентов с рассекающим остеохондритом, цитированы публикации с 1955 г., где описаны технологии трепанации, абразии и спонгиозации кости. Отмечена перспективная роль туннелизации патологического очага при выполнении артроскопии.

Многие авторы акцентируют значение репозиции и рефиксации костно-хрящевого фрагмента после туннелизации. Впервые в англоязычной литературе данная методика описана I.S. Smillie в 1955 г. [43]. В качестве фиксатора отделившегося фрагмента автор использовал костный трансплантат из большеберцовой кости. Хорошие и отличные результаты лечения более чем в 70 % клинических наблюдений описаны в работах N.R. Greville [44], D.J. Scott и C.A. Stevenson [45] и других авторов. F.A.A. Van Der Weyer в 1964 г. представил положительный опыт лечения при рассекающем остеохондрите мыщелка бедренной кости с помощью внесуставной резекции патологического очага, исключая повреждение суставного хряща, и аутопластики губчатой костью. В случаях полностью отделившегося и смещенного в полость сустава секвестра дефект заполняли аутокостью, а фиксацию со стороны суставной поверхности осуществляли свободным лоскутом надкостницы большеберцовой кости [46]. Неудовлетворенность результатами рефиксации костно-хрящевого фрагмента высказывал A. Trillat в 1968 г., аргументируя позицию тремя факторами: (1) костная ткань зачастую отсутствует в отделенном фрагменте; (2) подлежащая кость может быть некротизирована; (3) при наличии костной ткани в патологическом очаге, последняя может быть фрагментирована, что формирует риск несостоятельности фиксации. Автор отмечает, что с 1958 г. использует методику Pridie — насверливание хряща и кости в месте локализации процесса, что в отечественной литературе именуется туннелизацией [47].

Используемый, в том числе в отечественной литературе, термин «насверливание» является безусловно

хондрогенеза, трансплантацию в полость сустава, в том числе непосредственно в очаг деструкции, аутоканей.

Имплантация аутологичных хондроцитов впервые описана и применена в 1987 г., опубликована в 1994 г. [58]. Операция производится в два этапа: забор 200–300 мг суставного ненагружаемого хряща, культивирование в течение 6 нед., введение культивированных хондроцитов под закрытый надкостничным лоскутом дефект. Наибольшая эффективность данной методики отмечена при площади очага поражения свыше 2,5 см² при низких физических потребностях пациента. При формировании глубины дефекта после дебридмента более 8–10 мм производится костная аутопластика. Эффективность методики разными авторами при обследовании через 2–10 лет после операции оценивается в 80–90 % [8, 17, 21, 22, 56, 59–61].

С развитием ортопедической науки и получением новых данных изменилась методика аутоотрансплантации хондроцитов. Хондроциты, культивируемые в монослое, теряют способность образовывать матрикс и вырабатывают преимущественно коллаген 1-го типа. В связи с этим было предложено культивирование хондроцитов в 3D-пространстве, а именно в трехмерном матриксе. Использование трехмерных матриц способствует поддержанию дифференцированного фенотипа хондроцитов, а также позволяет уменьшить объем артротомии из-за отсутствия необходимости применения надкостницы [62–65].

В 1998 г. Р. Behrens и соавт. [66] произвели первую трансплантацию аутологичных хондроцитов, выращенных на матриксе из свиного коллагена 1–3-го типа (Chondro-Gide, Geistlich Biomaterials, Швейцария). Методика получила название MACI (matrix induced autologous chondrocyte implantation — матрикс-индуцированная аутоотрансплантация хондроцитов). Интенсивное развитие биотехнологий в настоящее время привело к появлению на рынке множества мембран для культивирования и трансплантации аутохондроцитов: MACI (Genzyme Biosurgery, Cambridge, Massachusetts, США), Chondro-Gide (Geistlich Biomaterials, Швейцария), Hyalograft-C (Fidia Advanced Biopolymers, Abano Terme, Италия), Novocart 3D (TETEC Tissue Engineering Technologies AG, Reutlingen, Германия), BioSeed-C (Biotissue Technologies, Freiburg, Германия), CaReS (Ars Arthro, Еслинген, Германия), Cartipatch (TBF Banque de tissues, Франция). Хондроциты могут также быть культивированы в фибриновом клее (Tissue_col, Baxter International Inc.). Сферогель отечественного производства представляет собой гидрогель из коллагена, гексозаминов и уроновых кислот. Все исследования по использованию MACI показали значительное улучшение в каждом из примененных различных методов оценки [67–70].

Коллагеновые мембраны (MACI) в настоящее время используют для замещения остеохондральных дефектов при рассекающем остеохондрите. Методика заключается в дебридменте, создании микропереломов и аутоостеопластике (при необходимости) [7, 8, 13, 21, 34]. Матрица удерживает кровяной сгусток с костным

мозгом и вышедшими мезенхимальными стромальными клетками. В 2003 г. была впервые описана эта методика аутологичного матрикс-индуцированного хондрогенеза. Эффективность данной технологии сравнивалась с имплантацией аутологичных хондроцитов (ACI) и ее преимущество перед ACI заключается в одноэтапности, снижении травматичности и стоимости [67–73]. Фактически данная технология представляет комбинацию реконструктивных и биологических методик.

В течение двух десятилетий обсуждается эффективность применения аутологичной плазмы, обогащенной тромбоцитами, содержащими большое количество факторов роста (PDGF, TGF- β , FGF, IGF-1, CTGF и др.) — белковых молекул, активирующих регенерацию тканей. Обогащенная тромбоцитами аутоплазма (PRP — platelet rich plasma или ACP — autologous conditioned plasma) определяется как производное крови с более высокой концентрацией тромбоцитов по сравнению с исходными показателями, полученное центрифугированием аутологичной цельной крови. По данным немногочисленных работ, как в отечественной, так и в англоязычной литературе отмечена эффективность применения аутологичной плазмы — внутрисуставно или внутрь патологического очага, до 80–90 %. Однако при анализе и сравнении различных методов лечения, включая PRP, высказываются сомнения относительно эффективности данного метода лечения [23, 24, 28, 29, 32]. Следует отметить, что, учитывая высокий регенераторный потенциал детского организма, эффективность применения аутоплазмы при ее безопасности представляется весьма вероятной, прежде всего на этапе, предшествующем необратимым некробиотическим изменениям костной ткани.

Широкое применение стромально-васкулярной фракции, выделенной из жировой ткани, началось в 2001 г. непосредственно после описания Р.А. Zuk и соавт. мезенхимальной стромальной стволовой клетки, выделенной из жировой ткани (МСКЖТ) в результате процедуры липосакции [72]. В современной литературе данный регенераторный субстрат имеет название Stromal Vascular Fraction (SVF) — стромально-васкулярная фракция жировой ткани. SVF представляет собой гетерогенную клеточную популяцию, состоящую из эритроцитов, пероцитов, фибробластов, эндотелиальных клеток, гладких мышц, и стромальных стволовых клеток жировой ткани [26, 31, 74–76]. Теоретическая основа регенераторного потенциала данного субстрата состоит в способности стромальных клеток, в частности мезенхимальных стволовых, к дифференцировке по нескольким линиям в адипоциты, остеобласты, хондроциты и миоциты с помощью индукторов и микроокружения клетки — «специфической ниши» [20, 27, 77–83]. На сегодняшний день выделение и пересадка стромально-васкулярной фракции жировой ткани стали не только возможными, но и безопасными вследствие наличия высокотехнологичных расходных материалов и оборудования.

В последние годы получило развитие применение концентрата аспирата костного мозга в сфере регенеративной медицины. Репаративные возможности данного ауто субстрата также связаны с наличием в нем мезенхимальных стромальных (стволовых) клеток. Эффективность его применения в комбинации с биологическими мембранами при лечении рассекающего остеохондрита составляет 72–80 % клинических наблюдений. Данное направление ортобиологии является новым и, по суждению ряда авторов, наиболее перспективным в лечении очагов хондроостеонекроза. Несомненно, что столь высокая оценка эффективности данной технологии базируется на непосредственных результатах терапии, учитывая ограниченную во времени длительность ее реализации [35, 79–90].

Эффективность лечения пациентов с рассекающим остеохондритом суставных поверхностей коленного сустава оценивали по данным магнитно-резонансного томографического исследования — регистрировали признаки репаративной регенерации в виде уменьшения перифокального отека, уплотнения и склерозирования костной ткани и улучшения структуры хряща [14, 23, 56]. Кроме того, фиксировалось восстановление внутрисуставной среды в виде существенного снижения индикаторов воспалительного процесса, и как следствие — устранение болевого синдрома [81].

Правовой основой использования аутологических биологических продуктов в клинической практике служит Федеральный закон от 23 июня 2016 г. № 180-ФЗ «О биомедицинских клеточных продуктах»¹.

ОБСУЖДЕНИЕ

Отсутствие многоцентровых исследований по проблеме лечения болезни Кенига, по-видимому, связано с полиморфизмом патологии, что определяет объективную сложность формирования однородных групп клинических наблюдений, обеспечивая репрезентативность выборки при реализации когортных исследований. Необходимо учитывать, что современный статус медицины в части объективизации эффективности терапии определен форматом 4«П»: персонализированной (индивидуальный подход к каждому пациенту), предикционной (создание вероятностного прогноза здоровья), превентивной (предотвращение появления или прогрессирования заболеваний), партисипативной (мотивированное участие пациента, а в педиатрической практике членов его семьи, иных законных представителей интересов пациента). Данная концепция иллюстрирует сложность многофакторного анализа при сравнительной оценке эффективности и безопасности различных технологий лечения.

¹ Федеральный закон от 23 июня 2016 г. № 180-ФЗ «О биомедицинских клеточных продуктах». Режим доступа: <https://minzdrav.gov.ru/ministry/61/23/stranitsa-967/federalnyy-zakon-ot-23-iyunya-2016-g-180-fz-o-biomeditsinskih-kletochnyh-produktah#>

Содержание существующих национальных клинических рекомендаций «Рассекающий остеохондрит коленного сустава (M93.2)», утвержденных на Всероссийской конференции «Вреденовские чтения» 27.09.2013 [90] не носят регламентирующего характера и, безусловно, требуют пересмотра и новой редакции.

Очевидна необходимость разработки нормативных документов по диагностике и лечению детей с данным видом патологии. Неотложность данного подхода определяется не только нормативно-правовой необходимостью стандартизации лечебных технологий, но также клинической целесообразностью преодоления различий, определяемых особенностями финансового и материально-технического обеспечения отдельных медицинских организаций, либо предпочтениями конкретных руководителей, представляемых в формате так называемых установок клиники. Однако результаты обзора тематических публикаций убеждают, что к настоящему времени отсутствуют объективные предпосылки для обоснованного утверждения «операций выбора» детерминированных возрастом пациентов и стадией патологического процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, несомненно, что решения, предложенные для восстановления суставных поверхностей при рассекающем остеохондрите коленного сустава, в настоящее время не однозначны. Биомеханические характеристики регенератов независимо от реализованных видов операций в отдаленном периоде наблюдений имеют значительный дефицит. Очевидна перспектива получившего в два последних десятилетия широкое развитие направления ортобиологии. Однако существующие в отечественной и англоязычной литературе исследования немногочисленны и имеют 4–5-й уровень доказательности при отсутствии отдаленных результатов. Таким образом, приоритетом является организация многоцентровых исследований, что позволит в сжатые сроки сформировать консолидированную позицию травматологов-ортопедов педиатрического профиля в виде клинических рекомендаций.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией. Наибольший вклад распределен следующим образом: Е.Г. Плигина — разработка концепции статьи, сбор и отработка данных, написание текста статьи; Л.Г. Керимова — сбор и отработка данных, редактирование текста; И.А. Буркин — сбор и отработка данных; И.С. Ковалюнас — сбор и отработка данных, редактирование текста.

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

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, 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. The largest contribution is

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брянская А.И., Баиндурашвили А.Г., Архипов А.А., и др. Артроскопическое лечение заболеваний коленного сустава у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2014. Т. 2, № 3. С. 18–23. DOI: 10.17816/PTORS2318-23
2. Jones M.H., Williams A.M. Osteochondritis dissecans of the knee: a practical guide for surgeons // Bone Joint J. 2016. Vol. 98-B, No. 6. P. 723–729. DOI: 10.1302/0301-620X.98B6.36816
3. Yellin J.L., Gans I., Carey J.L., et al. The Surgical Management of Osteochondritis Dissecans of the Knee in the Skeletally Immature: A Survey of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) Membership // J Pediatr Orthop. 2017. Vol. 37, No. 7. P. 491–499. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000696
4. Heyworth B.E., Edmonds E.W., Murnaghan M.L., et al. Drilling techniques for osteochondritis dissecans // Clin Sports Med. 2014. Vol. 33, No. 2. P. 305–312. DOI: 10.1016/j.csm.2013.11.007
5. Nissen C.W., Albright J.C., Anderson C.N., et al. Descriptive Epidemiology from the Research in Osteochondritis Dissecans of the Knee (ROCK) Prospective Cohort // Am J Sports Med. 2022;50(1):118–1127. DOI: 10.1177/03635465211057103
6. Cruz A.I. Jr., Shea K.G., Ganley T.J. Pediatric Knee Osteochondritis Dissecans Lesions // Orthop Clin North Am. 2016. Vol. 47, No. 4. P. 763–775. DOI: 10.1016/j.oocl.2016.05.001.
7. Mestriner L.A. osteochondritis dissecans of the knee: diagnosis and treatment // Rev Bras Ortop. 2015. Vol. 47, No. 5. P. 553–562. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30003-3
8. Bruns J., Werner M., Habermann C. Osteochondritis Dissecans: Etiology, Pathology, and Imaging with a Special Focus on the Knee Joint // Cartilage. 2018. Vol. 9, No. 4. P. 346–362. DOI: 10.1177/1947603517715736
9. Zanon G., Di Vico G., Marullo M. Osteochondritis dissecans of the knee // Joints. 2014. Vol. 2, No. 1. P. 29–36.
10. Pei M., Li J.T., Shoukry M., Zhang Y. A review of decellularized stem cell matrix: a novel cell expansion system for cartilage tissue engineering // Eur Cell Mater. 2011. Vol. 22. P. 333–343; discussion 343. DOI: 10.22203/ecm.v022a25
11. Bauer K.L. Osteochondral Injuries of the Knee in Pediatric Patients // J Knee Surg. 2018. Vol. 31, No. 5. P. 382–391. DOI: 10.1055/s-0038-1625956
12. Wall E., Von Stein D. Juvenile osteochondritis dissecans // Orthop Clin North Am. 2003. Vol. 34, No. 3. P. 341–353. DOI: 10.1016/s0030-5898(03)00038-5
13. Masquijo J., Kothari A. Juvenile osteochondritis dissecans (JOCD) of the knee: current concepts review // EFORT Open Rev. 2019. Vol. 4, No. 5. P. 201–212. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180079
14. Kocher M.S., Tucker R., Ganley T.J., Flynn J.M. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts re-

distributed as follows: E.G. Pligina — development of the concept of the article, collection and processing of data, writing the article; L.G. Kerimova — data collection and processing, text editing; I.A. Burkin — data collection and processing; I.S. Kovalyunas — data collection and processing, text editing.

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

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

- view // Am J Sports Med. 2006. Vol. 34, No. 7. P. 1181–1191. DOI: 10.1177/0363546506290127
15. Сергеев С.В., Акинфиев А.В., Петров А.Г., и др. Результаты хирургического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей и подростков // Вестник Чувашского университета, 2012. № 3. С. 481–485.
16. Баиндурашвили А.Г., Сергеев С.В., Москаленко А.В., Поздеева Н.А. Результаты раннего хирургического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей // Педиатр. 2013. Т. 4, № 3. С. 65–69. DOI: 10.17816/PED4365-69
17. Winthrop Z., Pinkowsky G., Hennrikus W. Surgical treatment for osteochondritis dissecans of the knee // Curr Rev Musculoskelet Med. 2015. Vol. 8, No. 4. P. 467–475. DOI: 10.1007/s12178-015-9304-9
18. Berndt A.L., Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus // J Bone Joint Surg Am. 1959. Vol. 41-A. P. 988–1020. DOI: 10.2106/0004623-200406000-00032
19. Сергеев С.В., Ластухин И.В., Петров А.Г., и др. Оперативное лечение рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей // Практическая медицина. 2012. № 7-1(63).
20. Dube N.K., Mishra V.K., Dube R., et al. Revisiting the Advances in Isolation, Characterization and Secretome of Adipose-Derived Stromal/Stem Cells // Int J Mol Sci. 2018. Vol. 19, No. 8. P. 2200. DOI: 10.3390/ijms19082200
21. Брянская А.И., Тихилов П.М., Куляба Т.А., Корнилов Н.Н. Хирургические методы лечения пациентов с локальными дефектами суставной поверхности мыщелков бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2010. № 4(58). С. 84–92.
22. Плигина Е.Г., Солошенко М.В., Колягин Д.В. Эффективность применения аутоплазмы в комплексной терапии детей с патологией хряща коленного сустава // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2015. Т. 5. № 3. С. 31–36.
23. Плигина Е.Г., Буркин И.А., Ковалюнас И.С., Анохин В.В. Ортобиология в лечении детей с повреждениями и дегенеративными заболеваниями коленного сустава // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2020. Т. 10. № 5. С. 126.
24. Roth K.E., Ossendorff R., Klos K., et al. Arthroscopic Minceed Cartilage Implantation for Chondral Lesions at the Talus: A Technical Note // Arthroscopy Techniques. 2021. Vol. 10, No. 4. P. 1149–1154. DOI: 10.1016/j.eats.2021.07.011
25. Советников Н.Н., Кальсин В.А., Конопляников М.А., Муханов В.В. Клеточные технологии и тканевая инженерия в лечении дефектов суставной поверхности // Клиническая практика. 2013. № 1(13). С. 52–66.
26. Мироманов А.М., Мироманов М.М., Мироманова Н.А. Современные возможности использования стромально-васкулярной

- фракции жировой ткани в травматологии и ортопедии // Политравма. 2019. № 3. С. 83–89.
- 27.** Семенов А.В., Коротеев В.В., Исаев И.Н., Выборнов Д.Ю. Малоинвазивное лечение рассекающего остеохондрита у детей с использованием биостимуляции // Российский вестник детской хирургии, анестезиологии и реаниматологии. 2020. Т. 10, № 5. С. 149.
- 28.** Sánchez M., Delgado D., Garate A., et al. Platelet-rich plasma combined with allograft to treat osteochondritis dissecans of the knee: a case report // *Journal of medical case reports*. 2019. Vol. 13, No. 1. P. 105. DOI: 10.1186/s13256-019-2027-6
- 29.** 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 // *J Surg Case Rep*. 2020. Vol. 2020, No. 8. P. rjaa274. DOI: 10.1093/jscr/rjaa274
- 30.** Веремеев А.В., Болгарин Р.Н., Петкова М.А., и др. Стромально-васкулярная фракция жировой ткани как альтернативный источник клеточного материала для регенеративной медицины // *Гены и клетки*. 2016. Т. 11, № 1. С. 35–42.
- 31.** Лазишвили Г.Д., Егизарян К.А., Ахпашев А.А., и др. Клиническая эффективность применения обогащенной тромбоцитами плазмы в лечении остеоартроза коленного сустава // *Клиническая практика*. 2016. Т. 7, № 3. С. 54–60. DOI: 10.17816/clinpract7354-60
- 32.** Cugat R., Alentorn-Geli E., Navarro J., et al. A novel autologous-made matrix using hyaline cartilage chips and platelet-rich growth factors for the treatment of full-thickness cartilage or osteochondral defects: Preliminary results // *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2019. Vol. 28, No. 1. P. 2309499019887547. DOI: 10.1177/2309499019887547
- 33.** Cole B.J., Gilat R., DiFiori J., et al. The 2020 NBA Orthobiologics Consensus Statement // *Orthop J Sports Med*. 2021. Vol. 9, No. 5. P. 23259671211002296 DOI: 10.1177/23259671211002296
- 34.** Song J.S., Hong K.T., Kim N.M., et al. Allogenic umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cells implantation for the treatment of juvenile osteochondritis dissecans of the knee // *Journal of Clinical Orthopedics and Trauma*. 2019. Vol. 10 (Suppl 1). P. S20–S25. DOI: 10.4252/wjsc.v12.i6.514
- 35.** Beck J.J., Sugimoto D., Micheli L. Sustained Results in Long-Term Follow-Up of Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) for Distal Femur Juvenile Osteochondritis Dissecans (JOCD). Cairo: Hindawi // *Advances in Orthopedics*. 2018. Vol. 2018. P. 7912975. DOI: 10.1155/2018/7912975
- 36.** Sharma D.K., Kumar N., Lal H., et al. Osteochondritis dissecans — Does platelet rich plasma really help // *Journal of Clinical Orthopedics and Trauma*. 2018. Vol. 9, No. 2. P. 153–156. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.09.020
- 37.** Steinwachs M., Kreuz P. Clinical results of autologous chondrocyte transplantation (ACT) using a collagen membrane. In: *Cartilage Surgery and Future Perspectives*. C. Hendrich, U. Nöth, J. Eulert, eds. Berlin: Springer, Heidelberg. 2003. P. 37–47. DOI: 10.1007/978-3-642-19008-7_5
- 38.** Steinhagen J., Bruns J., Deuretzbacher G., et al. Treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyle with autologous bone grafts and matrix-supported autologous chondrocytes // *Int Orthop*. 2010. Vol. 34, No. 6. P. 819–825. DOI: 10.1007/s00264-009-0841-y
- 39.** Salzmann G.M., Niemeyer P., Hochrein A., et al. Articular Cartilage Repair of the Knee in Children and Adolescents // *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018. Vol. 6, No. 3. P. 2325967118760190. DOI: 10.1177/2325967118760190
- 40.** Kumar V., Bhatnagar N., Lodhi J.S., et al. Osteochondritis Dissecans in a Young Professional Athlete // *Indian J Orthop*. 2018. Vol. 52, No. 4. P. 344–352. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_322_17
- 41.** Kessler J.I., Nikizad H., Shea K.G., et al. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents // *Am J Sports Med*. 2014. Vol. 42, No. 2. P. 320–326. DOI: 10.1177/0363546513510390.
- 42.** Clanton T.O., DeLee J.C. Osteochondritis dissecans: history, pathophysiology and current treatment concepts // *ClinOrthop*. 1982. Vol. 167. P. 50–64.
- 43.** Smillie I.S. Treatment of osteochondritis dissecans // *J Bone Joint Surg Br*. 1957. Vol. 39–B, No. 2. P. 248–260. DOI: 10.1302/0301-620x.39b2.248
- 44.** Greville N.R. Osteochondritis Dissecans: Treatment By Bone Grafting // *South Med J*. 1964. Vol. 57. P. 886–893. PMID: 14173044.
- 45.** Scott D.J. Jr., Stevenson C.A. Osteochondritis dissecans of the knee in adults // *Clin Orthop Relat Res*. 1971. Vol. 76. P. 82–86. DOI: 10.1097/00003086-197105000-00012
- 46.** Weyer F.A. Van De. Contribution to the treatment of osteochondritis dissecans // *Ned Tijdschr Geneesk*. 1964. Vol. 108. P. 1966–1970. PMID: 14224211.
- 47.** Trillat A. Internal Derangement of the Knee: Osteochondral Fractures of the Knee // *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1968. Vol. 61, No. 1. P. 45. DOI: 10.1177/003591576806100115
- 48.** Randsborg P.H., Kjennvold S., Røtterud J.H. Arthroscopic Fixation of Osteochondritis Dissecans of the Knee Using a Motorized Pick and Headless Compression Screws. *Arthrosc Tech*. 2019. Vol. 8, No. 10. P. e1115–e1120. DOI: 10.1016/j.eats.2019.05.031
- 49.** Shaikh H.H., Vicha J., Procek T., et al. Osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents: our experience with transchondral drilling // *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2015. Vol. 58, No. 3. P. 98–103. DOI: 10.14712/18059694.2015.101
- 50.** Miller B.S., Briggs K.K., Downie B., Steadman J.R. Clinical Outcomes following the Microfracture Procedure for Chondral Defects of the Knee: A Longitudinal Data Analysis // *Cartilage*. 2010. Vol. 1, No. 2. P. 108–112. DOI: 10.1177/1947603510366575
- 51.** Andelman S.M., Mandelbaum B.R., Fitzsimmons K.P., Pace J.L. Retroarticular Core Decompression with Biologic Augmentation for Juvenile Osteochondritis Dissecans of Knee // *Arthroscopy Techniques*. 2020. Vol. 9, No. 7. P. e1003–e1009. DOI: 10.1016/j.arthro.2020.11.036
- 52.** Smith G.D., Knutsen G., Richardson J.B. A clinical review of cartilage repair techniques // *J Bone Joint Surg Br*. 2005. Vol. 87, No. 4. P. 445–449. DOI: 10.1302/0301-620X.87B4.15971
- 53.** Айрапетов Г.А., Воротников А.А., Коновалов Е.А. Методы хирургического лечения локальных дефектов гиалинового хряща крупных суставов (обзор литературы) // *Гений ортопедии*. 2017. Т. 23, № 4. С. 485–491. DOI: 10.18019/1028-4427-2017-23-4-485-491
- 54.** Маланин Д.А., Писарев В.Б., Новочадов В.В. Восстановление повреждений хряща в коленном суставе. Волгоград: ООО Волгоградское научное издательство, 2010. 454 с.
- 55.** Slotkin S., Thome A., Ricketts C., Georgiadis A., et al. Anterior Knee Pain in Children and Adolescents: Overview and Management // *J Knee Surg*. 2018. Vol. 31, No. 5. P. 392–398. DOI: 10.1055/s-0038-1632376
- 56.** Маланин Д.А., Писарев В. Б., Черезов Л.Л. Пластика полнослойных дефектов покровного хряща коленного сустава цилин-

- дрилескими костно-хрящевыми ауто- и аллотрансплантатами малого размера (экспериментальное исследование) // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2000. № 2. С. 16–21.
- 57.** Stenberg J., de Windt T.S., Synnnergren J., et al. Clinical Outcome 3 Years After Autologous Chondrocyte Implantation Does Not Correlate with the Expression of a Predefined Gene Marker Set in Chondrocytes Prior to Implantation but Is Associated with Critical Signaling Pathways // *Orthop J Sports Med.* 2014. Vol. 2, No. 9. P. 2325967114550781. DOI: 10.1177/2325967114550781
- 58.** Mistry H., Connock M., Pink J., et al. Autologous chondrocyte implantation in the knee: systematic review and economic evaluation // *Health Technol. Asses.* 2017. Vol. 21, No. 6. P. 1–294. DOI: 10.3310/hta21060
- 59.** Maccacci M., Zaffagnini S., Kon E., et al. Arthroscopic autologous chondrocyte transplantation: technical note // *Knee, Surg, Sports Traumatol Arthrosc.* 2002. Vol. 10, No. 3. P. 154–159. DOI: 10.1007/s00167-001-0275-6
- 60.** Becerra J., Andrades J.A., Guerado E., et al. Articular cartilage: structure and regeneration // *Tissue Eng Part B Rev.* 2010. Vol. 16, No. 6. P. 617–627. DOI: 10.1089/ten.TEB.2010.0191
- 61.** Ochi M., Uchio Y., Kawasaki K., et al. Transplantation of cartilage like tissue made by tissue engineering in the treatment of cartilage defects of the knee // *J Bone Joint Surg Br.* 2002. Vol. 84, No. 4. P. 571–578. DOI: 10.1302/0301-620X.84b4.11947
- 62.** Caron M.M., Emans P.J., Coolen M.M., et al. Redifferentiation of dedifferentiated human articular chondrocytes: comparison of 2D and 3D cultures // *Osteoarthritis Cartilage.* 2012. Vol. 20, No. 10. P. 1170–1178. DOI: 10.1016/j.joca.2012.06.016
- 63.** Kon E., Delcogliano M., Filardo G., et al. Second generation issues in cartilage repair // *Sports Med Arthrosc.* 2008. Vol. 16, No. 4. P. 221–229. DOI: 10.1097/JSA.0b013e31818cdbc5
- 64.** Bartlett W., Skinner J.A., Gooding C.R., et al. Autologous chondrocyte implantation versus matrix-induced autologous chondrocyte implantation for osteochondral defects of the knee: a prospective, randomized study // *Bone Joint Surg. Br.* 2005. Vol. 87, No. 5. P. 640–645. DOI: 10.1302/0301-620X.87B5.15905
- 65.** Brittberg M. Cell carriers as the next generation of cell therapy for cartilage repair: a review of the matrix-induced autologous chondrocyte implantation procedure // *Am J Sports Med.* 2010. Vol. 38, No. 6. P. 1259–1271. DOI: 10.1177/0363546509346395
- 66.** Behrens P., Bitter T., Kurz B., Russlies M. Matrix-associated autologous chondrocyte transplantation/implantation (MACT/MACI) — 5-year follow-up // *Knee.* 2006. Vol. 13, No. 3. P. 194–202. DOI: 10.1016/j.knee.2006.02.012
- 67.** Maus U., Schneider U., Gravius S., et al. Clinical results after three years use of matrix-associated ACT for the treatment of osteochondral defects of the knee // *Z Orthop Unfall.* 2008. Vol. 146, No. 1. P. 31–37. DOI: 10.1055/s-2007-989353
- 68.** Selmi T.A., Verdonk P., Chambat P., et al. Autologous chondrocyte implantation in a novel alginate agarose hydrogel: outcome at two years // *J Bone Joint Surg. Br.* 2008. Vol. 90, No. 5. P. 597–604. DOI: 10.1302/0301-620X.90B5.20360
- 69.** Ossendorf C., Kaps C., Kreuz P.C. Treatment of posttraumatic and focal osteoarthritic cartilage defects of the knee with autologous polymer-based three-dimensional chondrocyte grafts: 2 years clinical results // *Arthritis Res Ther.* 2007. Vol. 9, No. 2. P. R41. DOI: 10.1186/ar2180
- 70.** Ebert J.R., Fallon M., Ackland T.R., et al. Arthroscopic matrix-induced autologous chondrocyte implantation: 2-year outcomes // *Arthroscopy.* 2012. Vol. 28, No. 7. P. 952–964.e1–2. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.12.022
- 71.** Niemeyer P., Salzmann G., Schmal H., et al. Autologous chondrocyte implantation for the treatment of chondral and osteochondral defects of the talus: a meta-analysis of available evidence // *KSSTA.* 2012. Vol. 20, No. 9. P. 1696–1703. DOI: 10.1007/s00167-011-1729-0
- 72.** Zuk P.A., Zhu M., Mizuno H., et al. Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell based therapies // *Tissue Eng.* 2001. Vol. 7, No. 2. P. 211–228. DOI: 10.1089/107632701300062859
- 73.** Polancec D., Zenic L., Hudetz D., et al. Immunophenotyping of a Stromal Vascular Fraction from Microfragmented Lipoaspirate Used in Osteoarthritis Cartilage Treatment and Its Lipoaspirate Counterpart // *Genes (Basel).* 2019. Vol. 10, No. 6. P. 474. DOI: 10.3390/genes10060474
- 74.** Найда Д.А. Клиническое использование стромально-васкулярной фракции жировой ткани при лечении последствий травм и заболеваний опорно-двигательного аппарата // *Opinion Leader.* 2018. № 5(13). С. 36–44.
- 75.** Kock L., van Donkelaar C.C., Ito K. Tissue engineering of functional articular cartilage: the current status // *Cell Tissue Res.* 2012. Vol. 347, No. 3. P. 613–627. DOI: 10.1007/s00441-011-1243-1
- 76.** Kim I., Bang S.I., Lee S.K., et al. Clinical implication of allogenic implantation of adipogenic differentiated adipose-derived stem cells // *Stem Cells Transl Med.* 2014. Vol. 3, No. 11. P. 1312–1321. DOI: 10.5966/sctm.2014-0109
- 77.** Johal K.S., Lees V.C., Reid A.J. Adipose-derived stem cells: selecting for translational success // *Regen Med.* 2015. Vol. 10, No. 1. P. 79–96. DOI: 10.2217/rme.14.72
- 78.** Williams S.K., Morris M.E., Kosnik P.E., et al. Point-of-care adipose-derived stromal vascular fraction cell isolation and expanded polytetrafluoroethylene graft sodding // *Tissue Eng Part C Methods.* 2017. Vol. 23, No. 8. P. 497–504. DOI: 10.1089/ten.TEC.2017.0105
- 79.** Platas J., Guillén M.I., Pérez Del Caz M.D., et al. Paracrine effects of human adipose-derived mesenchymal stem cells in inflammatory stress-induced senescence features of osteoarthritic chondrocytes // *Aging (Albany NY).* 2016. Vol. 8, No. 8. P. 1703–1717. DOI: 10.18632/aging.101007
- 80.** Filardo G., Perdida F., Roffi A., et al. Stem cells in articular cartilage regeneration // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2016. Vol. 11. P. 42. DOI: 10.1186/s13018-016-0378-x
- 81.** Han J., Koh Y.J., Moon H.R., et al. Adipose tissue is an extramedullary reservoir for functional hematopoietic stem and progenitor cells // *Blood.* 2010. Vol. 115, No. 5. P. 957–964. DOI: 10.1182/blood-2009-05-219923
- 82.** Cotter E.J., Wang K.C., Yanke A.B., et al. Bone Marrow Aspirate Concentrate for Cartilage Defects of the Knee: From Bench to Bedside Evidence // *Cartilage.* 2018. Vol. 9, No. 2. P. 161–170. DOI: 10.1177/1947603517741169
- 83.** Daltro G., Franco B.A., Faleiro T.B., et al. Use of autologous bone marrow stem cell implantation for osteonecrosis of the knee in sickle cell disease: a preliminary report // *BMC Musculoskelet Disord.* 2018. Vol. 19, No. 1. P. 158. DOI: 10.1186/s12891-018-2067-x
- 84.** Szwedowski D., Dallo I., Irlandini E., Gobbi A. Osteo-core Plasty: A Minimally Invasive Approach for Subchondral Bone Marrow Lesions of the Knee // *Arthrosc Tech.* 2020. Vol. 9, No. 11. P. e1773–e1777. DOI: 10.1016/j.eats.2020.07.023

85. Looze C.A., Capo J., Ryan M.K., et al. Evaluation and Management of Osteochondral Lesions of the Talus // *Cartilage*. 2017. Vol. 8, No. 1. P. 19–30. DOI: 10.1177/1947603516670708

86. Castrodad I.M.D., Simone E.S., Kurowicki J., et al. Improved Short-Term Outcomes of Osteochondral Lesions of the Knee Following Arthroscopic Treatment with Bone Marrow Aspirate Concentrate and Cartilage-Derived Matrix // *Arthrosc Sports Med Rehabil*. 2021. Vol. 3, No. 2. P. e477–e484. DOI: 10.1016/j.asmr.2020.11.002

87. Плигина Е.Г., Буркин И.А., Езельская Л.В. Патология хряща коленного сустава у детей // *Травматология и ортопедия России*. 2006. № 2(40). С. 239.

88. Семенов А.В., Кукуева Д.М., Липкин Ю.Г. и др. Хирургическое лечение стабильных очагов рассекающего остеохондрита у детей. Систематический обзор // *Детская хирургия*. 2021. Т. 25, № 3. С.179–185. DOI: 10.18821/1560-9510-2021-25-3-179-185

89. Chambers H.G., Shea K.G., Carey J.L. AAOS Clinical Practice Guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans // *J Am Acad Orthop Surg*. 2011. Vol. 19, No. 5. P. 307–309. DOI: 10.5435/00124635-201105000-00008

90. Рассекающий остеохондрит коленного сустава. Национальные клинические рекомендации [интернет]. Санкт-Петербург, 2013. Режим доступа: <http://docplayer.com/55034070-Rassekayushchiy-osteohondrit-kolennogo-sustava.html> (дата обращения: 21.01.2022).

REFERENCES

1. Bryanskaya AI, Baidurashvili AG, Arkhipov AA, et al. Arthroscopic treatment of knee joint diseases in children. *Orthopedics, Traumatology and Reconstructive Surgery of Childhood*. 2014;2(3):18–23. (In Russ.) DOI: 10.17816/PTORS2318-23

2. Jones MH, Williams AM. Osteochondritis dissecans of the knee: a practical guide for surgeons. *Bone Joint J*. 2016;98-B(6):723–729. DOI: 10.1302/0301-620X.98B6.36816

3. Yellin JL, Gans I, Carey JL, et al. The Surgical Management of Osteochondritis Dissecans of the Knee in the Skeletally Immature: A Survey of the Pediatric Orthopaedic Society of North America (POSNA) Membership. *J Pediatr Orthop*. 2017;37(7):491–499. DOI: 10.1097/BPO.0000000000000696

4. Heyworth BE, Edmonds EW, Murnaghan ML, et al. Drilling techniques for osteochondritis dissecans. *Clin Sports Med*. 2014;33(2):305–312. DOI: 10.1016/j.csm.2013.11.007

5. Nissen CW, Albright JC, Anderson CN, et al. Descriptive Epidemiology from the Research in Osteochondritis Dissecans of the Knee (ROCK) Prospective Cohort. *Am J Sports Med*. 2022;50(1):118–1127. DOI: 10.1177/03635465211057103

6. Cruz AI Jr, Shea KG, Ganley TJ. Pediatric Knee Osteochondritis Dissecans Lesions. *Orthop Clin North Am*. 2016;47(4):763–775. DOI: 10.1016/j.ocl.2016.05.001.

7. Mestriner LA. osteochondritis dissecans of the knee: diagnosis and treatment. *Rev Bras Ortop*. 2015;47(5):553–562. DOI: 10.1016/S2255-4971(15)30003-3

8. Bruns J, Werner M, Habermann C. Osteochondritis Dissecans: Etiology, Pathology, and Imaging with a Special Focus on the Knee Joint. *Cartilage*. 2018;9(4):346–362. DOI: 10.1177/1947603517715736

9. Zanon G, Di Vico G, Marullo M. Osteochondritis dissecans of the knee. *Joints*. 2014. Vol. 2, No. 1. P. 29–36.

10. Pei M, Li JT, Shoukry M, Zhang Y. A review of decellularized stem cell matrix: a novel cell expansion system for cartilage tissue engineering. *Eur Cell Mater*. 2011;22:333–343; discussion 343. DOI: 10.22203/ecm.v022a25

11. Bauer KL. Osteochondral Injuries of the Knee in Pediatric Patients. *J Knee Surg*. 2018;31(5):382–391. DOI: 10.1055/s-0038-1625956

12. Wall E, Von Stein D. Juvenile osteochondritis dissecans. *Orthop Clin North Am*. 2003;34(3):341–353. DOI: 10.1016/s0030-5898(03)00038-5

13. Masquijo J, Kothari A. Juvenile osteochondritis dissecans (JOCD) of the knee: current concepts review. *EFORT Open Rev*. 2019;4(5):201–212. DOI: 10.1302/2058-5241.4.180079

14. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. *Am J Sports Med*. 2006;34(7):1181–1191. DOI: 10.1177/0363546506290127

15. Sergeev SV, Akinfiev AV, Petrov AG, et al. Secans of a knee joint in children and adolescents. *Bulletin of the Chuvash University*. 2012;(3):481–485. (In Russ.)

16. Baidurashvili AG, Sergeev SV, Moskalenko AV, et al. Results of early surgical treatment of dissecting osteochondritis of the knee joint in children. *Pediatrician*. 2013;4(3):65–69. (In Russ.) DOI: 10.17816/PED4365-69

17. Winthrop Z, Pinkowsky G, Hennrikus W. Surgical treatment for osteochondritis dissecans of the knee. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2015;8(4):467–475. DOI: 10.1007/s12178-015-9304-9

18. Berndt AL, Harty M. Transchondral fractures (osteochondritis dissecans) of the talus. *J Bone Joint Surg Am*. 1959;41-A:988–1020. DOI: 10.2106/00004623-200406000-00032

19. Sergeev SV, Lastukhin IV, Petrov AG, et al. Operativnoe lechenie rassekajushhego osteohondrita kolennogo sustava u detej. *Practical medicine*. 2012;7–1(63). (In Russ.)

20. Dubey NK, Mishra VK, Dubey R, et al. Revisiting the Advances in Isolation, Characterization and Secretome of Adipose-Derived Stromal/Stem Cells. *Int J Mol Sci*. 2018;19(8):2200. DOI: 10.3390/ijms19082200

21. Bryanskaya AI, Tykhylov RM, Kulyab TA, et al. Surgical treatment of patients with local defects of joint surface of femur condyles (review). *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2010;(4):84–92. (In Russ.)

22. Pligina EG, Soloshenko MV, Kolyagin DV. Effectiveness of autoplasm in combined therapy of children with pathology knee cartilage. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Intensive Care*. 2015;5(3)31–36. (In Russ.)

23. Pligina EG, Burkin IA, Kovalyunas IS, Anokhin VV. Ortobiologija v lechenii detej s povrezhdenijami i degenerativnymi zabolevanijami kolennogo sustava. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Intensive Care*. 2020;10(S):126. (In Russ.)

24. Roth KE, Ossendorff R, Klos K, et al. Arthroscopic Minceed Cartilage Implantation for Chondral Lesions at the Talus: A Technical Note. *Arthroscopy Techniques*. 2021;10(4):1149–1154. DOI: 10.1016/j.eats.2021.07.011

25. Sovetnikov NN, Kalsin VA, Konoplyannikov MA, Mukhanov VV. Cell technologies and tissue engineering in the treatment of articular chondral defects. *Clinical Practice*. 2013;(1):52–66. (In Russ.)

26. Miromanov AM, Miromanov MM, Miromanova NA. Modern possibilities of the use of stromal-vascular fraction of adipose tissue in traumatology and orthopedics. *Polytrauma*. 2019;(3)83–89. (In Russ.)

27. Semenov AV, Koroteev VV, Isaev IN, Vybornov DYU. Maloinvazivnoe lechenie rassekajushhego osteohondrita u detej s

- ispol'zovaniem biostimuljatsii. *Russian Journal of Pediatric Surgery, Anesthesiology and Intensive Care*. 2020;10(S):149. (In Russ.)
- 28.** Sánchez M, Delgado D, Garate A, et al. Platelet-rich plasma combined with allograft to treat osteochondritis dissecans of the knee: a case report. *Journal of medical case reports*. 2019;13(1):105. DOI: 10.1186/s13256-019-2027-6
- 29.** 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. *J Surg Case Rep*. 2020;2020(8):rjaa274. DOI: 10.1093/jscr/rjaa274
- 30.** Veremeev AV, Bolgarin RN, Petkova MA, et al. Adipose-derived stromal vascular fraction as an alternative source of cells for the regenerative medicine. *Genes and Cells*. 2016;11(1):35–42. (In Russ.)
- 31.** Lazishvili GD, Egiazaryan KA, Akhpashev AA, et al. Study of the platelet-rich plasma clinical efficacy in the treatment of knee osteoarthritis. *Clinical Practice*. 2016;7(3):54–60. (In Russ.) DOI: 10.17816/clinpract7354-60
- 32.** Cugat R, Alentorn-Geli E, Navarro J, et al. A novel autologous-made matrix using hyaline cartilage chips and platelet-rich growth factors for the treatment of full-thickness cartilage or osteochondral defects: Preliminary results. *Journal of Orthopaedic Surgery*. 2019;28(1):2309499019887547. DOI: 10.1177/2309499019887547
- 33.** Cole BJ, Gilat R, DiFiori J, et al. The 2020 NBA Orthobiologics Consensus Statement. *Orthop J Sports Med*. 2021;9(5):232596712111002296. DOI: 10.1177/232596712111002296
- 34.** Song JS, Hong KT, Kim NM, et al. Allogenic umbilical cord blood-derived mesenchymal stem cells implantation for the treatment of juvenile osteochondritis dissecans of the knee. *Journal of Clinical Orthopedics and Trauma*. 2019;10(Suppl 1):S20–S25. DOI: 10.4252/wjcs.v12.i6.514
- 35.** Beck JJ, Sugimoto D, Micheli L. Sustained Results in Long-Term Follow-Up of Autologous Chondrocyte Implantation (ACI) for Distal Femur Juvenile Osteochondritis Dissecans (J OCD). Cairo: Hindawi. *Advances in Orthopedics*. 2018;2018:7912975. DOI: 10.1155/2018/7912975
- 36.** Sharma DK, Kumar N, Lal H, et al. Osteochondritis dissecans — Does platelet rich plasma really help. *Journal of Clinical Orthopedics and Trauma*. 2018;9(2):153–156. DOI: 10.1016/j.jcot.2017.09.020
- 37.** Steinwachs M, Kreuz P. Clinical results of autologous chondrocyte transplantation (ACT) using a collagen membrane. In: *Cartilage Surgery and Future Perspectives*. C. Hendrich, U. Nöth, J. Eulert, eds. Berlin: Springer, Heidelberg. 2003. P. 37–47. DOI: 10.1007/978-3-642-19008-7_5
- 38.** Steinhagen J, Bruns J, Deuretzbacher G, et al. Treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyle with autologous bone grafts and matrix-supported autologous chondrocytes. *Int Orthop*. 2010;34(6):819–825. DOI: 10.1007/s00264-009-0841-y
- 39.** Salzmann GM, Niemeyer P, Hochrein A, et al. Articular Cartilage Repair of the Knee in Children and Adolescents. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*. 2018;6(3):2325967118760190. DOI: 10.1177/2325967118760190
- 40.** Kumar V, Bhatnagar N, Lodhi JS, et al. Osteochondritis Dissecans in a Young Professional Athlete. *Indian J Orthop*. 2018;52(4):344–352. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_322_17
- 41.** Kessler JI, Nikizad H, Shea KG, et al. The demographics and epidemiology of osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents. *Am J Sports Med*. 2014;42(2):320–326. DOI: 10.1177/0363546513510390.
- 42.** Clanton TO, DeLee JC. Osteochondritis dissecans: history, pathophysiology and current treatment concepts. *Clin Orthop*. 1982;167:50–64.
- 43.** Smillie IS. Treatment of osteochondritis dissecans. *J Bone Joint Surg Br*. 1957;39–B(2):248–260. DOI: 10.1302/0301-620x.39b2.248
- 44.** Greville NR. Osteochondritis Dissecans: Treatment by Bone Grafting. *South Med J*. 1964;57:886–893. PMID: 14173044.
- 45.** Scott DJ Jr, Stevenson CA. Osteochondritis dissecans of the knee in adults. *Clin Orthop Relat Res*. 1971;76:82–86. DOI: 10.1097/00003086-197105000-00012
- 46.** Weyer FA, Van De. Contribution to the treatment of osteochondritis dissecans. *Ned Tijdschr Geneesk*. 1964;108:1966–1970. PMID: 14224211.
- 47.** Trillat A. Internal Derangement of the Knee: Osteochondral Fractures of the Knee. Proceedings of the Royal Society of Medicine. 1968;61(1):45. DOI: 10.1177/003591576806100115
- 48.** Randsborg PH, Kjennevold S, Røtterud JH. Arthroscopic Fixation of Osteochondritis Dissecans of the Knee Using a Motorized Pick and Headless Compression Screws. *Arthrosc Tech*. 2019;8(10):e1115–e1120. DOI: 10.1016/j.eats.2019.05.031
- 49.** Shaikh HH, Vicha J, Procek T, et al. Osteochondritis dissecans of the knee in children and adolescents: our experience with transchondral drilling. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2015;58(3):98–103. DOI: 10.14712/18059694.2015.101
- 50.** Miller BS, Briggs KK, Downie B, Steadman JR. Clinical Outcomes following the Microfracture Procedure for Chondral Defects of the Knee: A Longitudinal Data Analysis. *Cartilage*. 2010;1(2):108–112. DOI: 10.1177/1947603510366575
- 51.** Anselman SM, Mandelbaum BR, Fitzsimmons KP, Pace JL. Retroarticular Core Decompression with Biologic Augmentation for Juvenile Osteochondritis Dissecans of Knee. *Arthroscopy Techniques*. 2020;9(7):e1003–e1009. DOI: 10.1016/j.arthro.2020.11.036
- 52.** Smith GD, Knutsen G, Richardson JB. A clinical review of cartilage repair techniques. *J Bone Joint Surg Br*. 2005;87(4):445–449. DOI: 10.1302/0301-620X.87B4.15971
- 53.** Airapetov GA, Vorotnikov AA, Kononov EA. Surgical methods of focal hyaline cartilage defect management in large joints (literature review). *Orthopaedic Genius*. 2017;23(4):485–491. (In Russ.) DOI 10.18019/1028-4427-2017-23-4-485-491
- 54.** Malanin DA. Vosstanovlenie povrezhdenij hrjashha v kolennom sustave. Volgograd: Volgograd Scientific Publishing House; 2010. 454 p. (In Russ.)
- 55.** Slotkin S, Thome A, Ricketts C, Georgiadis A, et al. Anterior Knee Pain in Children and Adolescents: Overview and Management. *J Knee Surg*. 2018;31(5):392–398. DOI: 10.1055/s-0038-1632376
- 56.** Malanin DA, Pisarev VB, Cherezov LL. Plastika polnoslojnyh defektov pokrovnogo hrjashha kolennogo sustava cilindricheskimi kostno-hrjashhevymi auto-i allotransplantatami malogo razmera (jeksperimental'noe issledovanie). *Journal of Traumatology and Orthopedics Priorov NN*. 2000;(2):16–21. (In Russ.)
- 57.** Stenberg J, de Windt TS, Synnnergren J, et al. Clinical Outcome 3 Years After Autologous Chondrocyte Implantation Does Not Correlate with the Expression of a Predefined Gene Marker Set in Chondrocytes Prior to Implantation but Is Associated with Critical Signaling Pathways. *Orthop J Sports Med*. 2014;2(9):2325967114550781. DOI: 10.1177/2325967114550781

58. Mistry H, Connock M, Pink J, et al. Autologous chondrocyte implantation in the knee: systematic review and economic evaluation. *Health Technol. Asses.* 2017;21(6):1–294. DOI: 10.3310/hta21060
59. Maccacci M, Zaffagnini S, Kon E, et al. Arthroscopic autologous chondrocyte transplantation: technical note. *Knee, Surg, Sports Traumatol Arthrosc.* 2002;10(3):154–159. DOI: 10.1007/s00167-001-0275-6
60. Becerra J, Andrades JA, Guerado E, et al. Articular cartilage: structure and regeneration. *Tissue Eng Part B Rev.* 2010;16(6):617–627. DOI: 10.1089/ten.TEB.2010.0191
61. Ochi M, Uchio Y, Kawasaki K, et al. Transplantation of cartilage like tissue made by tissue engineering in the treatment of cartilage defects of the knee. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(4):571–578. DOI: 10.1302/0301-620x.84b4.11947
62. Caron MM, Emans PJ, Coolsen MM, et al. Redifferentiation of dedifferentiated human articular chondrocytes: comparison of 2D and 3D cultures. *Osteoarthritis Cartilage.* 2012;20(10):1170–1178. DOI: 10.1016/j.joca.2012.06.016
63. Kon E, Delcogliano M, Filardo G, et al. Second generation issues in cartilage repair. *Sports Med Arthrosc.* 2008;16(4):221–229. DOI: 10.1097/JSA.0b013e31818cdbc5
64. Bartlett W, Skinner JA, Gooding CR, et al. Autologous chondrocyte implantation versus matrix-induced autologous chondrocyte implantation for osteochondral defects of the knee: a prospective, randomized study. *Bone Joint Surg. Br.* 2005;87(5):640–645. DOI: 10.1302/0301-620X.87B5.15905
65. Brittberg M. Cell carriers as the next generation of cell therapy for cartilage repair: a review of the matrix-induced autologous chondrocyte implantation procedure. *Am J Sports Med.* 2010;38(6):1259–1271. DOI: 10.1177/0363546509346395
66. Behrens P, Bitter T, Kurz B, Russlies M. Matrix-associated autologous chondrocyte transplantation/implantation (MACT/MACI) — 5-year follow-up. *Knee.* 2006;13(3):194–202. DOI: 10.1016/j.knee.2006.02.012
67. Maus U, Schneider U, Gravius S, et al. Clinical results after three years use of matrix-associated ACT for the treatment of osteochondral defects of the knee. *Z Orthop Unfall.* 2008;146(1):31–37. DOI: 10.1055/s-2007-989353
68. Selmi TA, Verdonk P, Chambat P, et al. Autologous chondrocyte implantation in a novel alginate agarose hydrogel: outcome at two years. *J Bone Joint Surg. Br.* 2008;90(5):597–604. DOI: 10.1302/0301-620X.90B5.20360
69. Ossendorf C, Kaps C, Kreuz PC. Treatment of posttraumatic and focal osteoarthritic cartilage defects of the knee with autologous polymer-based three-dimensional chondrocyte grafts: 2 year clinical results. *Arthritis Res Ther.* 2007;9(2):R41. DOI: 10.1186/ar2180
70. Ebert JR, Fallon M, Ackland TR, et al. Arthroscopic matrix-induced autologous chondrocyte implantation: 2-year outcomes. *Arthroscopy.* 2012;28(7):952–964.e1–2. DOI: 10.1016/j.arthro.2011.12.022
71. Niemeyer P, Salzmann G, Schmal H, et al. Autologous chondrocyte implantation for the treatment of chondral and osteochondral defects of the talus: a meta-analysis of available evidence. *KSSTA.* 2012;20(9):1696–1703. DOI: 10.1007/s00167-011-1729-0
72. Zuk PA, Zhu M, Mizuno H, et al. Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell based therapies. *Tissue Eng.* 2001;7(2):211–228. DOI: 10.1089/107632701300062859
73. Polancec D, Zenic L, Hudetz D, et al. Immunophenotyping of a Stromal Vascular Fraction from Microfragmented Lipoaspirate Used in Osteoarthritis Cartilage Treatment and Its Lipoaspirate Counterpart. *Genes (Basel).* 2019;10(6):474. DOI: 10.3390/genes10060474
74. Naida DA. Klinicheskoe ispol'zovanie stromal'no-vaskuljarnoj frakcii zhirovoj tkani pri lechenii posledstvij travm i zabelevanij oporno-dvigatel'nogo apparat. *Opinion Leader.* 2018;(5):36–44. (In Russ.)
75. Kock L, van Donkelaar CC, Ito K. Tissue engineering of functional articular cartilage: the current status. *Cell Tissue Res.* 2012;347(3):613–627. DOI: 10.1007/s00441-011-1243-1
76. Kim I, Bang SI, Lee SK, et al. Clinical implication of allogenic implantation of adipogenic differentiated adipose-derived stem cells. *Stem Cells Transl Med.* 2014;3(11):1312–1321. DOI: 10.5966/sctm.2014-0109
77. Johal KS, Lees VC, Reid AJ. Adipose-derived stem cells: selecting for translational success. *Regen Med.* 2015;10(1):79–96. DOI: 10.2217/rme.14.72
78. Williams SK, Morris ME, Kosnik PE, et al. Point-of-care adipose-derived stromal vascular fraction cell isolation and expanded polytetrafluoroethylene graft sodding. *Tissue Eng Part C Methods.* 2017;23(8):497–504. DOI: 10.1089/ten.TEC.2017.0105
79. Platas J, Guillén MI, Pérez Del Caz MD, et al. Paracrine effects of human adipose-derived mesenchymal stem cells in inflammatory stress-induced senescence features of osteoarthritic chondrocytes. *Aging (Albany NY).* 2016;8(8):1703–1717. DOI: 10.18632/aging.101007
80. Filardo G, Perdisa F, Roffi A, et al. Stem cells in articular cartilage regeneration. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research.* 2016;11:42. DOI: 10.1186/s13018-016-0378-x
81. Han J, Koh YJ, Moon HR, et al. Adipose tissue is an extramedullary reservoir for functional hematopoietic stem and progenitor cells. *Blood.* 2010;115(5):957–964. DOI: 10.1182/blood-2009-05-219923
82. Cotter EJ, Wang KC, Yanke AB, et al. Bone Marrow Aspirate Concentrate for Cartilage Defects of the Knee: From Bench to Bedside Evidence. *Cartilage.* 2018;9(2):161–170. DOI: 10.1177/1947603517741169
83. Daltro G, Franco BA, Faleiro TB, et al. Use of autologous bone marrow stem cell implantation for osteonecrosis of the knee in sickle cell disease: a preliminary report. *BMC Musculoskelet Disord.* 2018;19(1):158. DOI: 10.1186/s12891-018-2067-x
84. Szwedowski D, Dallo I, Irlandini E, Gobbi A. Osteo-core Plasty: A Minimally Invasive Approach for Subchondral Bone Marrow Lesions of the Knee. *Arthrosc Tech.* 2020;9(11):e1773–e1777. DOI: 10.1016/j.eats.2020.07.023
85. Looze CA, Capo J, Ryan MK, et al. Evaluation and Management of Osteochondral Lesions of the Talus. *Cartilage.* 2017;8(1):19–30. DOI: 10.1177/1947603516670708
86. Castrodad IMD, Simone ES, Kurowicki J, et al. Improved Short-Term Outcomes of Osteochondral Lesions of the Knee Following Arthroscopic Treatment with Bone Marrow Aspirate Concentrate and Cartilage-Derived Matrix. *Arthrosc Sports Med Rehabil.* 2021;3(2):e477–e484. DOI: 10.1016/j.asmr.2020.11.002
87. Pligina EG, Burkin IA, Ezelskaya LV. Pathology of the knee cartilage in children. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2006;(2):239. (In Russ.)
88. Semenov AV, Kukueva DM, Lipkin YuG, et al. Surgical treatment of stable foci of the osteochondritis dissecans in children: a systematic review. *Pediatric Surgery.* 2021;25(3):179–185. (In Russ.) DOI: 10.18821/1560-9510-2021-25-3-179-185

89. Chambers HG, Shea KG, Carey JL. AAOS Clinical Practice Guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. *J Am Acad Orthop Surg.* 2011;19(5):307–309. DOI: 10.5435/00124635-201105000-00008

90. Rassekajushhij osteohondrit kolennogo sustava. National clinical guidelines [internet]. Saint Petersburg; 2013. (In Russ.) Available from: <http://docplayer.com/55034070-Rassekayushchiy-osteohondrit-kolennogo-sustava.html>. [cited: 21.01.2022].

ОБ АВТОРАХ

***Елена Григорьевна Плигина**, канд. мед. наук, ст. научн. сотр. отдела хирургии детского возраста, врач – травматолог-ортопед; адрес: Россия, 123317, Москва, Шмитовский проезд, д. 29; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8508-7349>; eLibrary SPIN: 5309-0417; e-mail: elenapligina@mail.ru

Лейла Гадировна Керимова, врач – травматолог-ортопед; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4399-7002>; eLibrary SPIN: 8245-1046; e-mail: Leila.kerimova@yahoo.com

Игорь Александрович Буркин, канд. мед. наук, заведующий отделением травматологии; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0328-1963>; eLibrary SPIN: 5524-0651; e-mail: iburkin@mail.ru

Игорь Станиславович Ковалюнас, научн. сотр. отдела хирургии детского возраста, врач-хирург детский; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-4062>; eLibrary SPIN: 1105-6393; e-mail: igorkovalyunas@mail.ru

AUTHORS INFO

***Elena G. Pligina**, Cand. Sci. Med., Senior Rresearcher, Orthopedic traumatologist; address: 29 Shmitovsky pr., Moscow, 123317, Russia; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8508-7349>; eLibrary SPIN: 5309-0417; e-mail: elenapligina@mail.ru

Leila G. Kerimova, Orthopedic traumatologist; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4399-7002>; eLibrary SPIN: 8245-1046; e-mail: Leila.kerimova@yahoo.com

Igor A. Burkin, Cand. Sci. (Med.), Head of the Department of Traumatology; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0328-1963>; eLibrary SPIN: 5524-0651; e-mail: iburkin@mail.ru

Igor S. Kovalyunas, Researcher, Pediatric Surgeon; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-4062>; eLibrary SPIN: 1105-6393; e-mail: igorkovalyunas@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author