

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

<https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>
© Коллектив авторов, 2020



СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ЛЕЧЕНИЯ БОЛЕЗНИ КЕНИГА У ДЕТЕЙ

А.А. Воротников, Г.А. Айрапетов, В.А. Васюков, В.Г. Ягубов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Ставрополь

Актуальность. Болезнь Кенига, или рассекающий остеохондрит коленного сустава, известен еще с конца XVI в. Встречается часто (18–30 случаев на 100 тыс. населения), при этом единых взглядов на тактику ведения и выбор метода лечения данной патологии нет. Неверно подобранное лечение, как и отсутствие активной тактики его ведения, приводит неизбежно первичную патологию в ранний деформирующий артроз с последующим выраженным снижением функции сустава и трудоспособности уже взрослого пациента.

Материалы и методы. Использованы открытые интернет-ресурсы: электронная научная библиотека PubMed, SciVerse (Science Direct), Scopus. Применены ключевые слова для поиска источников информации: рассекающий остеохондрит, болезнь Кенига, osteochondritis dissecans. В статье представлены основные результаты в публикациях отечественных и зарубежных специалистов с акцентом на проблемы диагностики и лечения рассекающего остеохондрита, изложены также собственные комментарии по патогенезу, диагностике и принципам лечения болезни.

Заключение. Задачами хирургического лечения болезни Кенига в детском возрасте являются: восстановление конгруэнтности суставных поверхностей путем улучшения васкуляризации зоны поражения, жесткая фиксация, сохранение нестабильного фрагмента и его защита опорной части нагружаемого отдела мыщелка в послеоперационном периоде. Вследствие отсутствия исследований с высоким уровнем доказательств, клинической эффективности различных методов необходима дальнейшая разработка патогенетически обоснованных подходов в ее лечении.

Ключевые слова: гиалиновый хрящ, болезнь Кенига, рассекающий остеохондрит, остеохондральный дефект.

Конфликт интересов: Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: не указан.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Воротников А.А., Айрапетов Г.А., Васюков В.А., Ягубов В.Г. Современные аспекты лечения болезни Кенига у детей. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(3):79-86. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>.

MODERN ASPECTS OF THE TREATMENT OF KOENIG'S DISEASE IN CHILDREN

A.A. Vorotnikov, G.A. Airapetov, V.A. Vasyukov, V.G. Yagubov

Stavropol State Medical University, Federal State Budgetary Educational Institution
of the Ministry of health of the Russian Federation, Stavropol, Russia

Relevance. Koenig's disease, or osteochondritis dissecans of the knee joint, has been known since the end of the 16th century. The incidence is high (18–30 cases per 100 thousand of the population), while there is no common opinion on the management tactics and the treatment method for this pathology. Incorrect treatment choice as well as the lack of active management tactics provokes inevitably the transformation of primary pathology in early deforming arthrosis, followed by a pronounced decrease in joint function and the working capacity of an adult patient.

Material and methods: electronic scientific library PubMed, SciVerse (Science Direct), and Scopus were the open Internet tools we searched for literature sources. For data search we used following keywords: dissecting osteochondritis, Koenig's disease, osteochondritis dissecans. The article presents the main results in the publications of domestic and foreign experts with an emphasis on the diagnosis and treatment of dissecting osteochondritis. In some cases, their own comments about the diagnosis and treatment are made.

Conclusion. In our opinion, the surgical objectives are to restore the congruency of the articular surfaces by improving vascularization of the affected area, tight fixation of the unstable fragment and protecting the supporting part of the loaded condyle section in the postoperative period. Due to the rarity of such a pathology and the lack of research with a high level of evidence base, further development of treatment methods is actual.

Keywords: hyaline cartilage, the disease Koenig, dissecting Legg, osteochondral defect.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Vorotnikov AA, Airapetov GA, Vasyukov VA, Yagubov VG. Modern aspects of the treatment of Koenig's disease in children. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics.* 2020;27(3):79-86. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027379-86>.

ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И ПАТОГЕНЕЗ

Остеохондрит коленного сустава является распространенной причиной болей и функциональных расстройств нижних конечностей у детей и молодых взрослых. Это патологическое состояние, при котором субхондральная кость становится в начале гипо-, а затем и аваскулярной, что приводит к дестабилизации хондрального покрытия. При прогрессировании заболевания хрящевой, а чаще костно-хрящевой комплекс на ограниченном участке может полностью отделиться от своего ложа при воздействии ударных и сдвигающих сил [8]. Это неизбежно приводит к анатомическому нарушению целостности гиалинового хряща сустава, образованию свободных внутрисуставных тел, существенной потере скользящего эффекта, появлению блоков [3].

Амбруаз Паре описал «внутрисуставные тела» в 1558 г. Кениг был первым автором, который применил термин «рассекающий остеохондрит» в 1887 г. и указал на роль травмы в качестве predisposing фактора. Он же описывал этот процесс как воспалительный, однако в 1926 г. пересмотрел свое утверждение. В то же время Пэджет считал образование внутрисуставных свободных тел следствием аваскулярного некроза [3].

По современным представлениям многих специалистов рассекающий остеохондрит представляет собой патологический процесс, поражающий субхондральную кость коленного сустава. У детей и подростков с открытыми ростовыми пластинами — это ювенильный остеохондрит, а у молодых людей с закрытыми ростовыми пластинами — традиционно рассекающий остеохондрит взрослых. Развитие заболевания в возрасте до 14 лет рассматривается как ювенильная форма болезни Кенига [8]. При отсутствии своевременной диагностики и должного лечения высока вероятность развития тяжелых дегенеративно-дистрофических изменений суставов в молодом возрасте [7].

К причинам, способствующим возникновению заболевания, относят: локальный ишемический некроз субхондральной кости, как и следствие повторных микротравм, нарушение процесса энхондральной оссификации, наследственную predisposedность и эндокринные расстройства [5].

Начиная с воспалительной теории Кенига, были выдвинуты многочисленные гипотезы относительно истинной патофизиологии, лежащей в основе образования и прогрессирования поражений коленного сустава, но ни одна теория не получила единого мнения. В гистологической картине часто описан некроз субхондральной кости, причем остается неясным, является ли наличие некроза первичным или вторичным в цепи патогенетических изменений [3–6, 20].

Существует теория хронической макротравматизации, ее сторонники утверждают, что первоначальная стрессовая реакция происходит в субхондральной области одного из мыщелков бедра, а при дальнейшей нагрузке приводит к образованию «стрессо-

вого» субхондрального перелома. Повторяющаяся нагрузка препятствует заживлению импрессионного перелома и приводит к локальному асептическому остеонекрозу [2]. Свободный остеохондральный фрагмент в дальнейшем расслаивается, отделяясь от ложа перелома, что приводит к нестабильному глубокому повреждению гиалинового хряща [28].

По совокупным данным многих авторов, в 69 % случаев очаг поражения локализуется в латеральной зоне медиального мыщелка бедренной кости, в 6 % — в расширенной, так называемой «классической», зоне с захватом участка нижней нагружаемой поверхности бедра, 10 % приходится на его нижне-центральную нагружаемую зону, а 13 % — на нижне-центральную нагружаемую зону латерального мыщелка бедренной кости. В 2 % случаев некротические очаги находятся в переднем отделе латерального мыщелка бедра [18].

С учетом мнений различных авторов наиболее вероятной можно считать полиэтиологическую теорию развития рассекающего остеохондрита у детей, она включает хроническую микротравматизацию, эндокринный дисбаланс, нарушение процессов оссификации в дистальном эпифизе бедренной кости, нарушение микроциркуляции с ангиоспазмом, инфекционный тромбоз и другие причины [1].

КЛАССИФИКАЦИЯ

Рассекающий остеохондрит коленного сустава условно разделяют на две формы: ювенильную и взрослую. Ювенильный остеохондрит характеризуется дебютом в возрасте 10–15 лет на фоне незакрытых зон роста. Прогностически такая форма считается наиболее благоприятной. Взрослая форма может развиваться в более старшем возрасте, как правило, обычно до 50 лет [9].

Для оценки степени поражения мыщелка бедренной кости J.W. Milgram в 1978 г. представил классификацию заболевания. В соответствии с этой классификацией на основании обзорных рентгенограмм автор выделил 4 стадии заболевания:

- I. Наличие прозрачности в субхондральной кости в зоне эпифиза.
- II. Проявление склероза субхондральной кости с рентгенопрозрачной зоной, отделяющей локальное поражение от основания дефекта.
- III. Фрагментированная или коллабированная зона плотного кальцифицированного гиалинового хряща, иногда с участием субхондральной кости в полости дефекта.
- IV. Склеротические кости с невыраженной рентгенопрозрачной зоной, реактивные линии в основании дефекта в мыщелке бедра, наличие свободного внутрисуставного тела.

Сегодня широко применяется классификация, предложенная Международным обществом восстановления хряща. В этой классификации рассекающий остеохондрит также разделяется на 4 группы по морфологическому признаку:

- стадия 1 — размягчение хряща без нарушения целостности;
- стадия 2 — наличие отделения стабильного участка хряща;
- стадия 3 — нарушение непрерывности гиалинового покрова в связи с гибелью хряща на месте патологии без его дислокации;
- стадия 4 — замыкает цепь патологических процессов и предполагает нарушение непрерывности хряща с наличием свободного фрагмента, который может находиться как в пределах образовавшегося дефекта, так и за его пределами [35].

Для разделения рассекающего остеохондрита по группам указанной выше классификации используются критерии, полученные в результате лучевой, магнитно-резонансной, ультразвуковой диагностики, а также интраоперационной картины сустава.

КЛИНИКА

В начальных стадиях заболевание протекает латентно и часто обнаруживается как случайная рентгенологическая находка во время обследования в связи с иной патологией. Основные клинические признаки неспецифичны: боль, дискомфорт в суставе и отек после физических нагрузок [1].

Характерными являются жалобы на боли при осевой нагрузке на конечность в положении легкого сгибания в коленном суставе, усиливающиеся при совершении ротационных движений голени с фиксированной стопой. Возможны и другие общие клинические проявления: хромота, сглаженность контуров сустава, блокады. Активные и пассивные движения в суставе при отсутствии свободных внутрисуставных тел не ограничены. Возможно появление болевого синдрома в положении крайнего сгибания, что обусловлено давлением в проекции суставной поверхности пораженного мыщелка [2].

Рассекающий остеохондрит у взрослых и детей значительно различается по течению и прогнозу. Учитывая это обстоятельство, можно предположить, что речь идет о двух разных заболеваниях [7]. На первой стадии возникает субхондральный некроз губчатой кости и костного мозга, однако суставной гиалиновый хрящ еще сохраняет жизнеспособность. В исходе этой стадии появляется слабое ограниченное уплотнение костного вещества в зоне некроза [38]. Вторая стадия наступает спустя несколько месяцев (обычно 3–4 мес.) от начала заболевания. Происходит деформация костных балок на границе со здоровой костью, трабекулярная структура кости нарушается, структура эпифиза уплотняется и уменьшается по высоте. Суставная поверхность деформируется. Длительность данной стадии составляет 3–5 мес. Третья стадия характеризуется медленной резорбцией некротизированной кости на фоне начавшейся реваскуляризации. Пролiferация фиброзно-хрящевой ткани в виде выступов приводит к фрагментации некротизированного участка кости. Продолжительность этой

стадии составляет 1–3 года. Для четвертой стадии характерно замещение костных фрагментов, а также соединительнотканых и хрящевых тяжей новообразованным губчатым костным веществом с грубой структурой (иногда с развитием кист). Длительность стадии варьирует от 6 мес. до 2 лет [40].

Клиническая картина рассекающего остеохондрита характеризуется отсутствием достоверных патогномоничных проявлений, что в определенной степени затрудняет своевременную постановку правильного диагноза [2]. Наиболее часто болезнь Кенига встречается у детей, занимающихся активными видами спорта, но может встречаться и у пациентов, ведущих спокойный образ жизни.

Поздняя диагностика заболевания, когда имеется развитие артралгических осложнений (синовиты, болевые синдромы, контрактуры), приводит к пролонгированию патологического процесса до юношеского и более старшего возраста. Это в свою очередь обуславливает развитие гонартроза с последующим выраженным снижением функции сустава и ограничением трудоспособности пациента [2].

Увеличение числа детей с болезнью Кенига в запущенных стадиях требует от врачей большего внимания к длительно текущим болевым синдромам, рецидивирующим синовитам, блокам и болевым контрактурам коленного сустава. Необходимо проводить тщательную дифференциальную диагностику болезни Кенига с патологией менисков, ревматоидным артритом и целым рядом других специфических патологических процессов [3].

ЛЕЧЕНИЕ

Тактика лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава зависит от стадии заболевания и выраженности клинической картины. Выделяют хирургическое и консервативное лечение. В недалеком прошлом основным методом лечения являлась артротомия с удалением свободных внутрисуставных тел. Чаще всего артротомию выполняли на заключительных стадиях заболевания, когда имелся костный дефект в области мыщелка бедренной кости. Лечение напрямую зависит как от возраста пациента, так и от стадии патологического процесса [38].

Чаще всего при лечении ювенильного рассекающего остеохондрита у молодых пациентов с незакрывшимися зонами роста и открытыми эпифизами предпочитают консервативное лечение [5, 6]. Консервативное лечение эффективно на ранней стадии заболевания, когда отсутствуют выраженные рентгенологические изменения кости, а на магнитно-резонансной томографии определяется лишь отек костного вещества. На стадии сниженного магнитно-резонансного сигнала от пораженного участка кости также возможно проведение консервативного лечения, но риск развития необратимых изменений микроциркуляции выше, а следовательно, увеличивается вероятность неблагоприятных исходов [13, 14].

Большинство детей, страдающих ювенильным остеохондритом, могут успешно лечиться консервативно [6, 19]. Ребенку не рекомендуются активные физические нагрузки. Выполняют иммобилизацию конечности посредством разгрузочного ортезирования сроком на 6–12 нед. Назначается курс физиотерапевтического лечения. Если у пациента регрессирует болевой синдром, отмечается положительная рентгенологическая динамика, то через 12 нед. разрешается приступать к щадящим нагрузкам на другую конечность, исключая активные занятия спортом и форсированные физические нагрузки. [7].

В настоящее время популярными средствами являются хондропротекторы и протезы синовиальной жидкости [14].

Консервативное лечение при 1–2-й стадии болезни Кенига направлено на оптимизацию процессов регенерации, для чего до недавнего времени использовали электромагнитную стимуляцию в сочетании с разгрузкой сустава [11]. Длительность консервативной терапии при этом составляет от 10 до 18 мес. В течение этого периода полностью исключаются занятия спортом и рекомендуют строгий охранительный режим. Сроком до 2 мес. назначается разгрузка сустава, больному необходимо ходить на костылях, не наступая на больную ногу. При уменьшении болевого синдрома в комплекс консервативной терапии включают курс лечебной физкультуры, включающий несиловые изометрические упражнения [21].

Целесообразно проведение повторных курсов лечения. В недавно опубликованном ретроспективном исследовании 42 больных ювенильным рассекающим остеохондритом коленного сустава у 66 % пациентов со стабильными повреждениями удалось добиться восстановления после консервативного лечения и стойкой ремиссии [13, 14].

На характер течения заболевания и результативность консервативного лечения оказывают влияние такие факторы, как размер патологического очага, возраст и пол. Локализация процесса на мышелке остается дискутабельным [5, 6].

В современной специальной литературе, посвященной консервативному лечению, сформулированы основные принципы достижения положительного результата: ортопедический режим со снижением спортивных нагрузок и созданием покоя пораженному сегменту, комплексное медикаментозное лечение, направленное на активизацию восстановления, в том числе локальная инъекционная терапия, ресурсы регенеративной медицины, физиотерапевтические процедуры для снижения болевого синдрома, улучшение трофики и активация репарации [12, 14].

Хирургическое лечение показано в случаях, когда неэффективны консервативные мероприятия, а также при нестабильных поражениях, в особенности у взрослых [14]. Ряд авторов рекомендуют хирургическое лечение у детей при рассекающем остеохондрите только лишь при прогрессировании заболевания, ограничиваясь удалением свободных тел [36, 37, 40]. Результаты хирургического лечения

болезни Кенига, по данным большинства авторов, лучше у молодых пациентов в возрастной группе от 6 до 12 лет, что обусловлено большим репаративным потенциалом. Неудовлетворительные анатомо-функциональные исходы коррелируют при этом с нетипичными местами поражения хряща и наличием сопутствующих заболеваний [37].

Варианты хирургического вмешательства включают в себя простое удаление фрагмента или свободного внутрисуставного тела, репаративную остеоперфорацию субхондральной кости, рефиксацию фрагмента, микрофрактурирование с пластикой фрагмента, микрофрактурирование с пластикой остеохондральными аутооттрансплантатами и различные клеточные технологии [11, 16, 17].

С каждым годом возрастают технические возможности малоинвазивной артроскопической хирургии [10–12].

Целью хирургического лечения является максимально качественное восстановление суставной поверхности коленного сустава в минимальные сроки, целесообразно прибегнуть к остеоиндуктивным методам, в случаях витализированных поражений, при явлениях остеонекроза или же реконструктивным с удалением фрагментов или свободных тел [24–26].

В случаях выявления признаков нестабильности коленного сустава, показано хирургическое лечение независимо от возраста пациента. Участки суставного хряща принято считать витализированными, при сохранности субхондрального слоя и полной конгруэнтности суставных поверхностей [25]. К нежизнеспособным повреждениям хряща относят те, которые не могут быть сохранены и стабилизированы, так как они присутствуют в виде свободных внутрисуставных тел или фрагментированы, нарушают конгруэнтность суставных поверхностей, а также определяется патология субхондральной кости [17].

В последнее время наиболее распространенным хирургическим способом лечения пациентов с данной патологией является артроскопический, при котором определяется размер дефекта гиалинового хряща и при необходимости выполняется рефиксация отделившегося фрагмента. Фиксация рекомендуется в случаях свежих травм (до 3 нед.) и наличии крупного, пригодного для этих целей, остеохондрального фрагмента. В остальных ситуациях целесообразно удаление фрагмента, абразивная хондропластика кюреткой с формированием стабильных краев хрящевого дефекта, по возможности, микрофрактурирование зоны дефекта, рассчитанной на индукцию образования фиброзного хряща [1].

Часто используемой методикой сегодня является артроскопическая рефиксация отделившегося костно-хрящевого блока. J. Vgans и соавт. указывают на ряд технических сложностей и рекомендовали осуществлять фиксацию только больших отделившихся фрагментов [29].

W. Robertson и соавт. установили, что дефект в области мышелки заполнялся тканью, названной ими фиброхрящом. Повторная травматизация этой

зоны или незначительная нагрузка приводили к дегенерации хрящевой поверхности [27].

D. Crawford и M.R. Safran применяли в качестве фиксирующего материала спицу Киршнера [40]. J.A. Hughes и соавт. [35] при этом считают, что открытая артротомия и внутренняя фиксация свободных костно-хрящевых блоков значительных размеров с помощью спиц Киршнера намного эффективнее, чем удаление фрагментов и кюретаж дна ниши. Тем не менее ряд авторов все же не рекомендуют использовать эту методику из-за частой миграции спиц и свободного фрагмента, отмечая весьма низкий процент приживаемости [27, 38].

Ф.А. Krappel и соавт. [36] опубликовали данные о методике пластики дефектов у пациентов с ресекающим остеохондритом с помощью аллогенных и аутогенных остеохондральных трансплантатов. Метод заключается в закрытии трансплантатами ниши из других участков суставных поверхностей.

A. Nakamae и соавт. [38] предложили выполнять фиксацию трансплантатов или отделившегося фрагмента с помощью винтов АО/ASIF. Остеосинтез винтами обеспечивает межфрагментарную компрессию и механическую прочность, что создает благоприятные условия для течения биологических процессов регенерации. Удаление металлоконструкции рекомендуют не ранее 8 нед. [36].

Биодеградируемые имплантаты перспективны, поскольку отсутствует необходимость в повторной операции по удалению конструкции. Некоторые авторы высказывают сомнения в необходимости межфрагментарной компрессии при помощи таких винтов, учитывая их скорую ферментативную деградацию [30], реактивный синовит, сопровождающий имплантированные конструкции, что усложняет процесс восстановления пациентов [32]. Результаты реконструктивных операций с использованием биодеградируемых имплантатов, канюлированных винтов и винтов с частичной резьбой не показывают статистических различий [29].

По мнению ряда авторов, фрагментированные участки хряща вне зависимости от размеров подлежат одномоментному удалению, так как считаются нестабильными, поскольку состоят из грубоволокнистой соединительной ткани, лишены васкуляризации и способны вызывать нестабильность коленного сустава [31–34].

Простой в исполнении и популярной методикой лечения сегодня является микрофрактурирование, как способ стимуляции регенеративных процессов костного мозга [38, 40]. Техника заключается в создании микропереломов после кюретажа в месте пораженного участка субхондральной кости. Микрофрактурирование выполняют специальным артроскопическим долотом, нанося насечки на глубину 2–4 мм с расстоянием между ними около 4 мм [5]. В результате этого в зоне повреждения формируется так называемый супергусток, являющийся оптимальной средой для мигрирующих из костного мозга стволовых клеток, обеспечивающих формирование и замещение дефек-

та суставной поверхности фиброзным хрящом [11]. Микрофрактурирование показано в случаях очагов остеонекроза размерами менее 4 см². Согласно методике, искусственно созданные микропереломы позволили получить удовлетворительные результаты с периодом наблюдения 11 лет [32]. Однако систематический анализ 28 исследований с участием 3122 пациентов показал неубедительные результаты наблюдений уже через 2 года [28].

К одному из малоинвазивных способов хирургического лечения рассекающего остеохондрита относится реваскуляризирующая остеоперфорация. Этот метод, вызывающий остеоиндукцию, показал удовлетворительные результаты в 72 % наблюдений, особенно при поражениях менее 2 см² [39]. Реваскуляризирующая остеоперфорация чаще всего выполняется под артроскопическим контролем, реже путем миниартротомии. Открытая фиксация выполняется в случаях нестабильных поражений с достаточным по размерам субхондральным компонентом [2, 36]. Для выполнения методики используется спица Киршнера или тонкое шило. Перфорационные каналы направлены перпендикулярно к суставной поверхности и проникают вглубь до 2–4 см в толще мышечка, 5–6 мм неповрежденной кости считается оптимальным расстоянием между перфорированными отверстиями [5, 9]. Однако результаты данной методики показали, что на поздних стадиях при наличии флотации костно-хрящевого фрагмента, ее эффективность не превышает 50 %, а в случаях секвестирования эффективность реваскуляризирующей остеоперфорации остается крайне сомнительной [7, 12, 13].

Обнадёживающие и перспективные экспериментальные и клинические результаты показала комбинированная методика лечения, включающая в себя микрофрактурирование — заполнение дефекта измельченным аутохрящом и покрытием его коллагеновой мембраной, взвешенной в аутоплазме, богатой тромбоцитами [2]. Мозаичная аутоостеохондропластика применяется при крупных очагах поражения с нарушением целостности субхондральной кости, для которых выполнение микрофрактурирования недостаточно [10, 11].

В литературе имеется большое количество статей по применению этой методики [23, 24, 27]. Она включает в себя забор остеохондральных трансплантатов в виде цилиндров из ненагружаемых зон и их имплантация в область очага поражения с помощью специальных инструментов. Количество пересаженных остеохондральных участков зависит от площади зоны поражения. Хорошие результаты применения этого метода получены в 79–94 % и с рентгенографически подтвержденной интеграцией трансплантата с периодом наблюдения 18 мес. [24, 26]. Однако по мнению других авторов, важным недостатком метода является некупируемый болевой синдром в области донорского ложа [16, 17].

Аутотрансплантация хондроцитов показана для единичных остеохондральных поражений разме-

- hyaline cartilage defect management in large joints (literature review). *Genii ortopedii*. 2017;23(4):485-91. (In Russ.) <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2017-23-4-485-491>.
2. Антипов А.В. *Артроскопическое замещение дефектов суставной поверхности костно-хрящевыми трансплантатами при рассекающем остеохондрите коленного сустава*: Дисс. ... канд. мед. наук. М.; 2003. [Antipov AV. *Artroskopicheskoe zameshchenie defektov sustavnoi poverkhnosti kostno-khryashchevymi transplantatami pri rassekayushchem osteokhondrite kolennogo sustava*. [dissertation] Moscow; 2003. (In Russ.)]
 3. Баиндурашвили А.Г., Сергеев С.В., Петров А.Г., Николаев С.А. Клинико-инструментальные проявления рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей. *Вестник Чувашского университета*. 2013;(3):370-5. [Baindurashvili AG, Sergeyev SV, Petrov AG, Nikolayev SA. Clinical presentation tool osteochondritis dissecans knee in children. *Vestnik Chuvashskogo universiteta*. 2013;(3):370-5. (In Russ.)]
 4. Башкиров В.Ф. *Комплексная реабилитация спортсменов после травм опорно-двигательного аппарата*. — М.: Физкультура и спорт; 1984. 240 с. [Bashkirov VF. *Kompleksnaya rehabilitatsiya sportsmenov posle travm oporno-dvigatel'nogo apparata*. Moscow: Fizkul'tura i sport; 1984. 240 p. (In Russ.)]
 5. Выборнов Д.Ю. *Остеохондропатии области коленного сустава у детей*: Дисс. ... канд. мед. наук. — М.; 1993. [Vybornov DYU. *Osteokhondropatii oblasti kolennogo sustava u detei*. [dissertation] Moscow.; 1993. (In Russ.)]
 6. Герасименко М.А., Белецкий А.В., Чернявский К.С., Жук Е.В. Болезнь Кенига коленного сустава у детей: клиника, диагностика, лечение. *Медицинский журнал*. 2007;(2):28-30. [Gerasimenko MA, Beletskii AV, Chernyavskii KS, Zhuk EV. Konig's disease of the knee joint in children: clinical picture, diagnosis, treatment. *Meditsinskii zhurnal*. 2007;(2):28-30. (In Russ.)]
 7. Егизарян К.А., Лазышвили Г.Д., Храменкова И.В., и др. Алгоритм хирургического лечения больных с рассекающим остеохондритом коленного сустава. *Вестник Российской государственной медицинской академии*. 2018;(2):77-83. [Egizaryan KA, Lazishvili GD, Khramenkova IV, et al. Knee osteochondritis dissecans: surgery algorithm. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2018;(2):77-83. (In Russ.)] <https://doi.org/10.24075/vrgmu.2018.020>.
 8. Ермак Е.М. Ультразвуковые критерии оценки структуры суставного хряща и субхондральной кости. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2005;(5):102-114. [Ermak EM. Ultrasound criteria for assessing the structure of articular cartilage and subchondral bone. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2005;(5):102-14. (In Russ.)]
 9. Маланин Д.А., Михайлов Р.А., Черезов Л.Л., и др. Накостничная пластика дефектов покровного хряща в эксперименте. В кн.: *Материалы 58-й итоговой научной конференции студентов и молодых ученых Волгоградской Медицинской Академии*. — Волгоград; 2000. С. 15. [Malanin DA, Mikhailov RA, Cherezov LL, et al. Nasal repair of integumentary cartilage defects in experiment. In: *Materialy 58-i itogovoi nauchnoi konferentsii studentov i molodykh uchennykh Volgogradskoi Meditsinskoi Akademii*. Volgograd; 2000. P. 15. (In Russ.)]
 10. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Михайлов Р.А., и др. «Мозаичная пластика» больших дефектов покровного хряща мыщелков бедренной кости в коленном суставе. В кн.: *Сборник материалов IV Конгресса РАО*. — М.; 2001. С. 51. [Malanin DA, Pisarev VB, Mikhailov RA, et al. «Mosaic plastic surgery» of large defects of the integumentary cartilage of the femoral condyles in the knee joint. In: *Sbornik materialov IV Kongressa RAO*. Moscow; 2001. P. 51. (In Russ.)]
 11. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Михайлов Р.А., и др. Влияние способов мезенхимальной стимуляции на заживление хронических полнослойных дефектов суставного гиалинового хряща. В кн.: *Сборник материалов IV Конгресса РАО*. — М.; 2001. С. 12-13. [Malanin DA, Pisarev VB, Mikhailov RA, et al. Influence of mesenchymal stimulation methods on the healing of chronic full-thickness articular hyaline cartilage defects. In: *Sbornik materialov IV Kongressa RAO*. Moscow; 2001. P. 12-13. (In Russ.)]
 12. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Авакян А.П. Лечение рассекающего остеохондрита мыщелков бедренной кости у детей и подростков. *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2008;(4S):136. [Merkulov VN, El'tsin AG, Mininkov DS, Avakyan AP. Treatment of osteochondritis dissecans of the femoral condyles in children and adolescents. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2008;(4S):136. (In Russ.)]
 13. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Авакян А.П., и др. Современная тактика лечения болезни Кенига у детей и подростков. В кн.: *Сборник тезисов 9-го съезда травматологии и ортопедии*. — Саратов; 2010: т. 3. С. 931-932. [Merkulov VN, El'tsin AG, Avakyan AP, et al. Modern tactics of treatment of Koenig's disease in children and adolescents. In: *Sbornik tezisev 9-go s'ezda travmatologii i ortopedii*. Saratov; 2010: Vol. 3. P. 931-932. (In Russ.)]
 14. Меркулов В.Н., Ельцин А.Г., Мининков Д.С., Авакян А.П. Тактика лечения болезни Кенига у детей и подростков в различных стадиях. В кн.: *Актуальные проблемы педиатрии: Материалы XV Конгресса педиатров России с международным участием*. — М.; 2011. С. 563. [Merkulov VN, El'tsin AG, Mininkov DS, Avakyan AP. Tactics for the treatment of Koenig's disease in children and adolescents in various stages. In: *Aktual'nye problemy pediatrii: Materialy XV Kongressa pediatrov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem*. Moscow; 2011. P. 563. (In Russ.)]
 15. Меркулов В.Н., Авакян А.П. Хирургическое лечение рассекающего остеохондрита бедренной кости у детей и подростков. В кн.: *Реабилитация в детской травматологии и ортопедии: Тезисы докладов Всероссийской конференции с международным участием*. — Екатеринбург; 2011. С. 162. [Merkulov VN, Avakyan AP. Surgical treatment of osteochondritis dissecans of the femur in children and adolescents. In: *Reabilitatsiya v detskoj travmatologii i ortopedii: Tezisy докладov Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Ekaterinburg; 2011. P. 162. (In Russ.)]
 16. Миронов С.П. *Ортопедия. Национальное руководство*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. [Mironov SP. *Ortopediya. Natsional'noe rukovodstvo*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. (In Russ.)]
 17. Орleckий А.К. Артроскопические методы при внутрисуставной патологии коленного сустава. В кн.: *Травматология. Национальное руководство*. — М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008. С. 142-64. [Orlelskii AK. Arthroscopic methods for intra-articular pathology of the knee joint. In: *Travmatologiya. Natsional'noe rukovodstvo*. Moscow: GEOTAR-Media; 2008. P. 142-164. (In Russ.)]
 18. Петров А.Г., Сергеев С.В., Ластухин И.В., Соколов А.О. Анализ результатов артроскопического лечения рассекающего остеохондрита коленного сустава у детей на разных стадиях заболевания. *Современные тенденции развития науки и технологий*. 2015;(6-4):69-74. [Petrov AG, Sergeyev SV, Lastukhin IV, Sokolov AO. Analysis of the results of arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans of the knee joint in children at different stages of the disease. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhnologii*. 2015;(6-4):69-74. (In Russ.)]
 19. Черезов Л.Л. Пластика полнослойных дефектов покровного хряща коленного сустава цилиндрическими костно-хрящевыми ауто- и аллотрансплантатами малого размера. (Экспериментальное исследование). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2000;(2):216-229. [Cherezov LL. Plastic surgery of full-thickness defects of the integumentary cartilage of the knee joint with cylindrical bone-cartilaginous auto- and allografts

- of small size. (Experimental study). *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2000;(2):216-229. (In Russ.)]
20. Черезов Л.Л. Применение артроскопической артропластики при лечении больных с дегенеративными заболеваниями коленного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 1999;158(4):39-45. [Cherezov LL. The use of arthroscopic arthroplasty in the treatment of patients with degenerative diseases of the knee joint. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 1999;158(4):39-45. (In Russ.)]
 21. König F. Ueber freie Körper in den Gelenken. *Dtsch Z Chir*. 1888;27(1-2):90-109. (In German). <https://doi.org/10.1007/bf02792135>.
 22. Chambers HG, Shea KG, Carey JL. AAOS Clinical Practice Guideline: diagnosis and treatment of osteochondritis dissecans. *J Am Acad Orthop Surg*. 2011;19(5):307-9. <https://doi.org/10.5435/00124635-201105000-00008>.
 23. Kocher MS, Tucker R, Ganley TJ, Flynn JM. Management of osteochondritis dissecans of the knee: current concepts review. *Am J Sports Med*. 2006;34:1181-91. <https://doi.org/10.1177/0363546506290127>.
 24. Kessler J, 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):320-6. <https://doi.org/10.1177/0363546513510390>.
 25. Linden B. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles. A long-term follow-up study. *J Bone Joint Surg Am*. 1977;59(6):769-76.
 26. Hefti F, Beguiristain J, Krauspe R, et al. Osteochondritis dissecans: a multicenter study of the European Pediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop*. 1999;8(4):231-45.
 27. Robertson W, Kelly BT, Green DW. Osteochondritis dissecans of the knee in children. *Curr Opin Pediatr*. 2003;15(1):38-44. <https://doi.org/10.1097/00008480-200302000-00007>.
 28. Tóth F, Nissi MJ, Zhang J, et al. Histological confirmation and biological significance of cartilage canals demonstrated using high field MRI in swine at predilection sites of osteochondrosis. *J Orthop Res*. 2013;31(12):2006-12. <https://doi.org/10.1002/jor.22449>.
 29. Bruns J, Werner M, Habermann C. Osteochondritis dissecans: etiology, pathology, and imaging with a special focus on the knee joint. *Cartilage*. 2018;9(4):346-62. <https://doi.org/10.1177/1947603517715736>.
 30. Martel G, Kiss S, Gilbert G, et al. Differences in the vascular tree of the femoral trochlear growth cartilage at osteochondrosis-susceptible sites in foals revealed by SWI 3T MRI. *J Orthop Res*. 2016;34(9):1539-46. <https://doi.org/10.1002/jor.23149>.
 31. Skagen PS, Horn T, Kruse HA, et al. Osteochondritis dissecans (OCD), an endoplasmic reticulum storage disease? A morphological and molecular study of OCD fragments. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):e17-33. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01128.x>.
 32. Richie LB, Sytsma MJ. Matching osteochondritis dissecans lesions in identical twin brothers. *Orthopedics*. 2013;36(9):e1213-6. <https://doi.org/10.3928/01477447-20130821-27>.
 33. Bruns J. *Osteochondrosis dissecans*. Stuttgart, Germany: Enke; 1996.
 34. Kusumi T, Ishibashi Y, Tsuda E, et al. Osteochondritis dissecans of the elbow: histopathological assessment of the articular cartilage and subchondral bone with emphasis on their damage and repair. *Pathology Int*. 2006;56(10):604-12. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1827.2006.02015.x>.
 35. Hughes JA, Cook JV, Churchill MA, Warren ME. Juvenile osteochondritis dissecans: a 5-year review of the natural history using clinical and MRI evaluation. *Pediatr Radiol*. 2003;33(6):410-7. <https://doi.org/10.1007/s00247-003-0876-y>.
 36. Krappel FA, Bauer E, Harland U. Are bone bruises a possible cause of osteochondritis dissecans of the capitellum? A case report and review of the literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2005;125(8):545-9. <https://doi.org/10.1007/s00402-005-0018-0>.
 37. Nishimura G, Yamato M, Togawa M. Trabecular trauma of the talus and medial malleolus concurrent with lateral collateral ligamentous injuries of the ankle: evaluation with MR imaging. *Skeletal Radiol*. 1996;25(1):49-54. <https://doi.org/10.1007/s002560050031>.
 38. Nakamae A, Engebretsen L, Bahr R, et al. Natural history of bone bruises after acute knee injury: clinical outcome and histopathological findings. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2006;14(12):1252-8. <https://doi.org/10.1007/s00167-006-0087-9>.
 39. Shea K, Jacobs JC, Grimm NL, Pfeiffer RP. Osteochondritis dissecans development after bone contusion of the knee in the skeletally immature: a case series. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2013;21(2):403-7. <https://doi.org/10.1007/s00167-012-1983-9>.
 40. Crawford D, Safran MR. Osteochondritis dissecans of the knee. *J Am Acad Orthop Surg*. 2006;14(2):90-100. <https://doi.org/10.5435/00124635-200602000-00004>.
 41. Uozumi H, Sugita T, Aizawa T, et al. Histologic findings and possible causes of osteochondritis dissecans of the knee. *Am J Sports Med*. 2009;37(10):2003-8. <https://doi.org/10.1177/0363546509346542>.

Информация об авторах:

Александр Анатольевич Воротников — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: vorotnikov@mai.ru

Георгий Александрович Айрапетов — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: airapetovga@yandex.ru

Вячеслав Анатольевич Васюков — ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: argus-1971@mail.ru

Владимир Геннадьевич Ягубов — ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО, ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ставрополь. E-mail: Wvova26@yandex.ru

Information about authors:

Alexander A. Vorotnikov — MD, PhD, Professor, Head of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: vorotnikov@mai.ru

George A. Airapetov — MD, PhD, associate Professor of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: airapetovga@yandex.ru

Vacheslav A. Vasyukov — assistant of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: argus-1971@mail.ru

Vladimir G. Yagubov — assistant of the Department of traumatology and orthopedics with a course of CPE, Stavropol state medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation, Stavropol, Russia. E-mail: Wvova26@yandex.ru