

УДК 617.583:616.72–018.3–089.844

ЛЕЧЕНИЕ ХОНДРАЛЬНЫХ И ОСТЕОХОНДРАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

И.П. Богданович, к.м.н., доцент

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Результаты лечения костно-хрящевых повреждений коленного сустава значительно отличаются среди авторов и в зависимости от методов лечения. Дефекты гиалинового хряща коленного сустава могут возникать из-за травмы, рассекающего остеохондрита, остеоартроза, воспалительных заболеваний, аваскулярного некроза субхондральной кости и хряща. Из известных способов хондропластики наиболее широкое распространение получили субхондральная туннелизация, микрофрактурирование, остеохондральная аутопересадка, аллоостеохондропластика, имплантация аутологичных хондроцитов. Хирургическое лечение является неотъемлемой частью современной комплексной терапии поврежденных суставного хряща. Оперативные вмешательства требуют систематизации и уточнения показаний к их выбору.

Ключевые слова: артроскопия, хондропластика, трансплантат.

The treatment outcomes of the osteochondrous injuries of the knee-joint differ greatly from author to author and depend on treatment procedures. Damage to the hyaline cartilage of the knee-joint may occur due to the trauma, osteochondritis dissecans, osteoarthritis, inflammatory ailments, avascular necrosis of the subchondral bone and cartilage. From the well-known methods of chondroplasty the most widespread are the following ones: subchondral forage, micro-fracturing, osteochondral autotransplantation, alloosteochondroplasty, implantation of autologous chondrocytes. The surgical treatment of the articular cartilage is an essential part in the modern complex therapy. In order to choose the right operative invasion the classification as well as specification of indications is required.

Key words: arthroscopy, chondroplasty, graft.

Внутрисуставные повреждения коленного сустава многообразны и могут усугублять друг друга. Наиболее часто встречаются разрывы менисков, связок, патология хряща. Дефекты гиалинового хряща коленного сустава могут возникать из-за травмы, рассекающего остеохондрита, остеоартроза, воспалительных заболеваний, аваскулярного некроза субхондральной кости и хряща. Известно, что спонтанное восстановление полнослойных повреждений суставного хряща не полноценно в морфофункциональном отношении и осуществляется преимущественно за счет кратковременной пролиферативной и синтетической активности хондроцитов. Обработка дефектов и восстановление полной толщины хряща нагружаемых суставных поверхностей является частой проблемой в ортопедической практике. Из ранее известных способов хондропластики наиболее широкое распространение получили субхондральная туннелизация, абразия и формирование микропереломов субхондральной кости, объединенные названием – «костномозговая стимуляция». Параллельно при замещении дефекта хряща применяются различные виды заготовки и пересадки костно-хрящевого блока. В последние годы стали популярными и появились сообщения о применении в качестве стимуляции регенерации хряща методик с использованием аутологичных хондроцитов. Некоторые авторы пишут о хороших и отличных ранних клинических результатах их применения [15]. Первоначальная цель хирургического лечения повреждений хряща – это устранение болевого синдрома и сохранение функции сустава на длительное время. В настоящее время наибольшие успехи достигнуты при лечении хондральных и остеохондральных дефектов в коленном суставе, возникших в результате рассекающего остеохондрита и травм. Рассекающий остеохондрит – это локализованное заболевание, характеризующееся отделением остеохондрального фрагмента от прилегающего к нему хряща сустава и расположенной под ним субхондральной кости. Этиология заболевания остается неясной. Среди ортопедических заболеваний встречается в 0,8%, а среди заболеваний коленного сустава – до 2%. Рассекающий остеохондрит встречается чаще у подростков и лиц молодого возраста. Для более взрослых характерно развитие аваскулярного некроза.

Существует несколько классификаций рассекающего остеохондрита. Bradley [2] за основу классификации брали возраст и появление вогнутых дефектов в медиальном мыщелке бедра, которые появляются в течение второго десятилетия жизни. Cahill и Berg [4] предложили, чтобы схема классификации основывалась на появлении повреждений при сцинтиграфии. DiPaola et al. [9] классифицировал повреждения согласно их появлению при исследовании на МРТ с определением специфических сведений, связанных с потенциалом для отделения фрагмента. Guhl [11] разрабатывал классификацию, основываясь на целостности хряща и устойчивости фрагмента, отмеченных на момент артроскопии.

Хотя патогенез этих повреждений окончательно не определен, выявленное повреждение говорит о необходимости проведения лечения, чтобы это не привело к дальнейшему разрушению [28] хряща. Возраст, вес пациента, размер, глубина и локализация повреждения оказывают влияние на исход лечения. Наиболее часто повреждение встречается в медиальном мыщелке бедра.

Консервативное лечение имеет небольшое значение в лечении рассекающего остеохондрита. Основой консервативной терапии является длительная иммобилизация, предполагающая разгрузку сустава. Однако длительная иммобилизация не предотвращает разрушение хряща. Cahill et al. [3] указывает на отказ большинства хирургов от лечения рассекающего остеохондрита в юном возрасте консервативными методами. Оперативное лечение рассекающего остеохондрита разнообразно, начиная от простого дебримента до ауто- или аллотрансплантации или имплантации хондроцитов. Предпочтение также имеет оперативное лечение с применением артроскопии.

Артроскопическое обследование коленного сустава в таких случаях относится к наиболее информативным диагностическим методам. Более того, возможность одновременного выполнения эндоскопических операций представляет основу для разработки малотравматичных хирургических технологий для лечения патологии суставного хряща коленного сустава.

Хирургическое лечение является неотъемлемой частью современной комплексной терапии повреждений суставного хряща. Такие операции могут быть самостоятельными, но чаще они сопровождаются хирургическими

вмешательства на других поврежденных элементах коленного сустава, ставших причиной травмы хрящевой ткани. Артроскопическая менискэктомия, реконструкция крестообразных связок, резекция медиопатellarной складки и некоторые другие операции в настоящее время детально разработаны. Чего не скажешь о хирургических вмешательствах на поврежденном хряще. Эти операции требуют систематизации и уточнения показаний к их выбору.

Среди известных и широко применяемых операций при патологии суставов является лаваж и дебридмент. При проведении артроскопии лаваж выполняется всегда. При лаваже сустава вымываются мелкие фрагменты хряща, являющиеся причиной его износа в последующем, клеточный детрит, налет фибрина, энзимы и медиаторы воспаления. Дебридмент предполагает резекцию остеофитов, поврежденных менисков, тела Гоффа, шлифовку поверхности хряща. Это легко выполнимо при наличии шейвера.

Вместе с тем и лаваж, и дебридмент относятся к симптоматическим методам лечения повреждений суставного хряща. По мнению большинства исследователей, дебридмент не способствует активации репаративных процессов в хряще [32]. Как правило, хирургическое вмешательство обладает лишь кратковременной эффективностью за счет санации суставной полости, сглаживания и улучшения трения суставных поверхностей. Наряду с этим было выявлено, что ближайшие положительные результаты в виде снижения интенсивности болевого синдрома и улучшения функции сустава после артроскопического дебридмента отмечали до 70% пациентов.

Другим направлением обработки участка поврежденного хряща является применение лазерных технологий, основанной на абляции. Однако под воздействием лазера происходит не только измельчение поврежденного хряща, но и глубокое повреждение его матрикса с индукцией остеонекроза [18].

Для стимуляции хондрогенеза были предложены операции перфорации субхондральной костной пластинки, способствующие реваскуляризации участка повреждения [33]. Среди данных хирургических вмешательств наибольшую известность получили абразиопластика, туннелизация и микрофрактурирование. Операция абразиопластики хрящевых дефектов включает экономную резекцию краев дефекта хряща и подлежащей костной пластинки на глубину до 3 мм. Вопрос о глубине абразии обсуждается по сей день, несмотря на то, что неудовлетворительные отдаленные результаты ограничивают ее применение [19].

Более широко применяется при повреждении хряща субхондральная туннелизация [34]. Она предполагает просверливание хряща и склерозированной субхондральной кости до появления хорошо выраженного кровотечения из спонгиозной кости и образования в последующем волокнистого хряща. Метод применяется как при поверхностных, так и глубоких повреждениях хряща. Простота и положительные клинические наблюдения позволяют уже более 50 лет использовать туннелизацию в ортопедической практике.

В последние годы на смену туннелизации пришла новая хирургическая технология в виде микрофрактурирования. По сути данная техника остеоперфорации субхондральной кости сводится к образованию микропереломов последней с сохранением ее каркасной целостности. Преимуществом такой технологии считают то, что исключается некроз ткани от ожога при ее сверлении [41].

Для лечения повреждения хряща в зонах максималь-

ной нагрузки в коленном суставе были разработаны методики аутогенной трансплантации гиалинового хряща [1]. Остеохондральная аутогенная трансплантация предполагает пересадку сформированного суставного хряща и из-за расположения трансплантатов получила еще название мозаичной аутопластики. Для забора аутогенных трансплантатов используются ненагружаемые антеролатеральные или антеромедиальные отделы мышечков бедра и его межмышечковая зона. Показаниями к выполнению операции остеохондральной аутогенной трансплантации служат локальные, ограниченные по площади травматические повреждения хряща, рассекающий остеохондрит [24]. Основными недостатками метода являются дополнительная травма при заборе аутогенного трансплантата и его ограниченное количество.

Наиболее перспективное направление – это имплантация аутологичных хондроцитов. Используя артроскопию, выполняют биопсию хряща. Затем выполняют культивирование хондроцита на матрицу и помещают в дефект. Эта методика возможна в возрасте от 15 до 55 лет при наличии дефектов от 2 до 10 см². Основным недостатком – высокая стоимость методики, а также нерешенными задачами остаются разработка надежных способов фиксации клеточной культуры в хрящевом дефекте, ее «выживаемость» и необходимость неоднократных инвазивных манипуляций в суставе.

Использование костно-хрящевых аллотрансплантатов для замещения дефектов коленного сустава основано на научном обосновании и долгосрочном клиническом опыте.

В костно-хрящевом аллотрансплантате, лишенном сосудистой ножки, если забор трансплантата осуществлялся в пределах 24 часов после смерти и был сохранен при 4 гр. С, 100% жизнеспособность хряща сохраняется в пределах 4 дней [3, 9, 37]. Замораживание уменьшает, до некоторой степени, иммунологические свойства кости, но это также заканчивается уменьшением жизнеспособности хондроцита [10, 39]. Даже консервация под контролем низких температур, и та не достигает приемлемой степени жизнеспособности [10] хряща.

Кость, лишенная питания, остается структурно целой и механически прочной, пока она не будет заменена собственной костью [27]. Сохранение структуры и жизнеспособности пересаженного костно-хрящевого аллотрансплантата подтверждено гистологически в сроки между 12 и 84 месяцами после пересадки [22]. Долгосрочная жизнеспособность хондроцита подтверждена во множестве исследований, даже через 17 лет после пересадки [8, 6, 31].

Основная цель в использовании аллотрансплантатов с жизнеспособным хрящом и аваскулярной костью, состоит в обеспечении цельной структуры, пока собственная кость не заменит трансплантат за счет перестройки. Эта полная замена обеспечивает решение вопросов реконструктивной хирургии, особенно у лиц молодого возраста, где эндопротезирование или артродез не желательны [14, 38].

Костно-хрящевые аллотрансплантаты обеспечивают возможность проведения пластики независимо от размера дефекта, который может быть восстановлен. Как бедренные, так и большеберцовые дефекты могут быть замещены независимо от места расположения дефекта и его размера [14]. Тщательная подготовка к трансплантации является залогом успешного результата.

Отдаленные результаты после остеохондропластики во многом зависят от причины возникновения дефекта, по поводу чего выполнялась аллотрансплантация. Наилучшие результаты наблюдались при травматических

дефектах [5]. Хуже имелись результаты при проведении остеохондропластики на фоне первичного артроза коленного сустава [25]. Другие авторы [13] получили отличные результаты у пациентов с рассекающим остеохондритом. Таким образом, основными показаниями для проведения аллоостеохондропластики являются посттравматические дефекты и рассекающий остеохондрит коленного сустава [4, 8, 25, 36].

Лечение дефектов на фоне гонартроза должно быть ограничено с учетом индивидуальных показателей и анатомо-функциональных особенностей.

Многие авторы [12] считают, что пациенты младше чем 60 лет с посттравматическими дефектами имеют лучшие результаты после аллоостеохондропластики, чем пациенты старше 60 лет. К счастью, большинство посттравматических дефектов наблюдается в более молодом возрасте, от 30 до 40 лет.

Использование аллотрансплантатов при биполярных повреждениях (бедренная кость и большеберцовая кость) возможно, но результаты значительно хуже чем при монополярной трансплантации [12, 7, 30, 27, 35]. Следовательно, пациенты должны быть направлены для хирургического лечения прежде чем вторичные изменения произойдут на противоположной стороне.

Последнее десятилетие доказана актуальность пересадки аллотрансплантатов при дефектах больше чем 2 см в диаметре и 1 см и более по глубине [16].

Если имеется варусная или вальгусная деформация в области коленного сустава, то при выполнении остеохондропластики дефекта необходимо исправить ось конечности. Это чаще всего достигается за счет клиновидной остеотомии [15, 11, 16].

Чтобы оценить деформацию и планировать коррекцию, используются дополнительные методы исследования: рентгенография коленного сустава, компьютерная томография, МРТ. У некоторых пациентов остеохондропластикой предшествует выполнение артроскопии коленного сустава, что дает возможность оценить размер дефекта, наличие или отсутствие другой внутрисуставной патологии.

Забор аллотканей в Республике Беларусь аргументирован инструктивными положениями приказа МЗ СССР № 482 от 12 июня 1972 года и положениями Закона РБ "О трансплантации органов и тканей" (Минск, 1997). Забор тканей донора осуществляется после тщательного скрининга. Для чего после тщательного изучения медицинской документации, беседы с родственниками покойного, которые обладают необходимой информацией, учитывая возраст (не старше 40 лет при отсутствии гормональных расстройств) и получения результатов вскрытия, отсутствию заболеваний и установлении причин смерти, определяют противопоказания к забору тканей. Заготовку пластического материала для клинического применения осуществляют в секционном зале бюро судебно-медицинской экспертизы у трупов людей в первые 12 часов с момента наступления смерти, последовавшей в результате травм, острой сердечно-сосудистой недостаточности, механической асфиксии, острой кровопотери, после освидетельствования трупа и установления причин смерти с разрешения судебно-медицинского эксперта. Параллельно с заготовкой тканей производят забор трупной крови на исследование маркеров гепатита, RW, СПИД и направляют в соответствующие лаборатории.

Материал и методы

За период с января 2000 г. по февраль 2010 г. в клинике Гродненского государственного медицинского универ-

ситета на базе травматологических отделений ГКБ скорой медицинской помощи нами выполнено 112 артроскопических оперативных вмешательств по поводу повреждения хряща коленного сустава. Средний возраст пациентов составил 28,5 лет.

Обычно мы используем 30-градусную оптику артроскопа, хотя при некоторых повреждениях желательнее наличие 70- градусной оптики.

Полное и систематическое обследование коленного сустава 30-градусной оптикой начинаем из передненаружного портала. Суставные поверхности мышечков бедра должны проверяться тщательно. Сгибание и разгибание коленного сустава в течение просмотра позволяет определить протяженность повреждения.

Если нет ограничения хряща, осуществляем сверление спицей Киршнера или микрофрактурирование трехгранным шилом под контролем артроскопа. Сверление осуществляем из разных порталов или из отдельных проколов. Перфорацию осуществляем многократно проходя спицей через хрящ в основную кость на глубину 1-1.5 см, чтобы гарантировать кровоснабжение.

Если есть необходимость фиксации костно-хрящевого фрагмента, используем спицы или винты. При использовании спиц Киршнера для фиксации костно-хрящевого фрагмента оставляем длинные концы, чтобы после сращения спицы удалить. Головки металлических винтов располагаем субхондрально. Большинство авторов рекомендуют удаление винтов, как только наступит сращение. Чтобы избежать процедуры удаления, можно использовать саморассасывающиеся винты.

При выполнении аллотрансплантации до начала операции трансплантат помещают в физиологический раствор. Оперативное вмешательство осуществляют под спинальной или проводниковой анестезией после обработки операционного поля и наложения жгута в средней трети бедра. Если возможно, осуществляем прямой разрез в проекции дефекта. Нога свисает и согнута под углом 90 градусов. После определения размера и разметки границ очага при помощи специальных полых фрез обрабатываем дефект на глубину склерозированной кости. После подготовки ложа и уточнения размеров дефекта готовим костно-хрящевой аллотрансплантат. Для этого используем полые фрезы, направляясь со стороны кости к хрящу. Аллотрансплантат фиксируем по принципу пресс-фит. Важно установить трансплантат точно, чтобы суставные поверхности совпадали. Иммобилизация при помощи ортеза.

Дренаж удаляем спустя 24 часа. Профилактическая антибактериальная терапия цефазолином назначается в течение 5 дней. Конечности придаем возвышенное положение на шине Беллера до 3 дня. Через 2 недели пациент приступает к физиотерапии. Физиотерапия состоит из активных и пассивных движений, изометрического напряжения мышц, пациент передвигается с костылями в течение 6 недель.

Результаты и обсуждение

Использование костно-хрящевых аллотрансплантатов для замещения посттравматических дефектов основано на клиническом и экспериментальном подтверждении жизнеспособности и функции хондроцитов, а также замещении пересаженной кости собственной костью [14]. Однако есть некоторые недостатки в использовании костно-хрящевых аллотрансплантатов, что связано прежде всего с передачей заболевания от донора. В связи с этим аллотрансплантаты, консервированные в смеси альдегидов, имеют преимущества перед замороженными аллотрансплантатами и являются тканью выбора для всех преж-

де упомянутых методов, поскольку не наносится дополнительная травма и нет больших затрат.

Пациенты оценивались клинически в до и послеоперационном периоде путем оценки на основании субъективных и объективных критериев. Рентгенологически оценивали ось конечности, форму и размер дефекта, наличие перелома и артроза.

Средний срок наблюдения составил 5 лет. Отрицательные результаты характеризовались нарушением функции коленного сустава или потребностью в дальнейшем хирургическом вмешательстве. Положительные результаты достигнуты в 85%.

Среди осложнений были отмечены ограничение движений в коленном суставе, гематома, разрыв собственного сухожилия надколенника. Анализ положительных результатов не показал какой-либо зависимости от возрастных или половых признаков в возникновении послеоперационных осложнений. Большинство пациентов, имеющих неудовлетворительный результат, имели на рентгенограммах признаки артроза. Несмотря на это, пациенты возвращались к нормальному образу жизни, включая занятия спортом.

При оценке боли учитывали степень выраженности, прием обезболивающих, продолжительность ходьбы. Большинство пациентов были способными пройти более чем 1 километр.

Костно-хрящевые аллотрансплантаты становятся чрезвычайно популярными в суставной реконструкции хряща в коленном суставе. Способность восстанавливать больной или поврежденный хрящ с готовой гиалиновой тканью хряща явно привлекательна, и хирургическая техника для имплантации довольно проста. Научные разработки и результаты клинических испытаний подтверждают целесообразность использования костно-хрящевых трансплантатов в клинической практике [12].

Костно-хрящевые аллотрансплантаты обладают способностью восстанавливать широкий спектр суставной и костно-суставной патологии, в результате клинические показания их применения разнообразны. Как правило использование аллотрансплантатов показано при больших повреждениях (>2 или 3 см) или в трудных реконструктивных ситуациях где имеется костный дефект. Аллопластика показана, когда другие операции по восстановлению хряща (микрофрактурирование, аутохондропластика и др.) не совсем эффективны.

Относительные противопоказания для аллопластики включают неисправленную комбинированную нестабильность или неисправленную ось конечности, любые необъяснимые синовиты, артропатии. Аллотрансплантация не должна считаться альтернативой эндопротезирования. Необходимо всегда учитывать индивидуальные особенности пациента. Относительный размер повреждения (большой или небольшой) не считается противопоказанием для аллотрансплантации костно-хрящевым блоком.

Для предоперационного планирования используются рентгенограммы коленного сустава в двух проекциях. Замеряем размеры дефекта, уточняем его локализацию. Дополнительно используем КТ и МРТ. Возможны проблемы с сопоставлением радиуса кривизны, особенно для трансплантатов свыше 20 мм в диаметре. Для решения этой проблемы желательно иметь первичный аллотрансплантат из большого мышечка бедра.

Для большинства повреждений мышечка бедра аллопластика может быть выполнена через минимальный артротомический доступ. В большинстве ситуаций диагностическая артроскопия может не выполняться. Тем не менее, если есть любые вопросы относительно внутри-

суставной патологии, диагностическая артроскопия может быть выполнена до аллопластики. Обследование выполняется под анестезией по стандартной схеме. Пациент укладывается с опущенными ногами, со жгутом на бедре. Разрез выполняют при согнутом коленном суставе. После рассечения капсулы и синовиальной оболочки осуществляем ревизию сустава для уточнения размера и границ повреждения хряща. После того как размер определен, в центре повреждения, перпендикулярно кривизне мышечка фрезой удаляем измененные ткани до здоровой, кровотокающей кости. Глубина обработки не превышает 10-15 мм. Глубина обработки и толщина аллотрансплантата должны точно соответствовать друг другу.

Трансплантат извлекается из физиологического раствора и вручную с осторожным добыванием имплантируется в подготовленное ложе. Разница в диаметре до 1 мм позволяет прочно зафиксировать аллотрансплантат. Если трансплантат при пальпации неподвижен, то дополнительная фиксация не применяется. При необходимости для фиксации можно использовать винты, рассасывающиеся фиксаторы. Осуществляем движения в коленном суставе в полном объеме, чтобы подтвердить стабильность трансплантата и исключить импиджмент-синдром, одновременно обильно промывая полость сустава. Рана послойно ушивается с оставлением дренажа на сутки для профилактики гемартроза.

Реабилитация пациента после аллотрансплантации костно-хрящевого блока коленного сустава в течение раннего послеоперационного периода включает обезболивание, профилактику синовита и гемартроза, восстановление тонуса мышц конечности и объема движений. Непрерывные пассивные движения считаются обязательными. Основная цель – восстановление объема движений и укрепление мышц бедра и голени путем изометрических упражнений.

Рентгенологический контроль выполняем в 6 недель, 6 месяцев и ежегодно.

Возврат к занятиям спортом и активная физическая нагрузка строго индивидуальны и обычно происходит в течение периода между 4 месяцами и 1 годом.

Ранних осложнений, связанных с бактериальной или вирусной инфекцией, мы не наблюдали.

Использование миниартротомии коленного сустава уменьшает риск послеоперационной контрактуры.

Заключение

Применение артроскопии, дебридмента при небольшом дефекте хряща в области ограниченной нагрузки может обеспечить краткосрочное облегчение.

При наличии нестабильного фрагмента применяется внутренняя фиксация винтами путем артроскопии или миниартротомии.

Удаление волокнистой ткани из очага, без проведения пластики дефекта, приводит к деформации мышечка.

Отдаленные результаты после абразиопластики не принесли желаемого эффекта.

Артроскопия с тунелизацией или микрофрактурированием, объединенная с удалением свободных тел и дебридментом хряща, при повреждениях дает образование грубо-волокнистого хряща с преобладанием коллагена 2 типа, который не может противостоять сжатию и нагрузкам сдвига, а также может перерождаться со временем.

Потенциальные проблемы мозаичной аутопластики заключаются в невозможности закрыть большие дефекты из-за ограниченной доступности хряща донора.

Возможности применения костно-хрящевых замороженных аллотрансплантатов при дефектах хряща ограничены поиском донора из-за риска передачи болезни.

Аллотрансплантат из консервированным в смеси альдегидов костно-хрящевым блоком может широко применяться при ряде хрящевых и костно-хрящевых повреждений мышечков бедра коленного сустава. Хирургическая техника проста, но требует специального инструментария. Послеоперационное лечение не требует специального комплекса и осложнения встречаются редко.

Клинический, артроскопический и гистологический результаты после применения матриц с интегрированными аутологичными хондроцитами обеспечивает результаты, сравнимые с результатами, получаемыми при традиционной методике имплантации аутологичных хондроцитов. Но более точные результаты возможны после широкого распространения имлантации аутологичных хондроцитов на матрице.

Литература

- Barber, F.A. Arthroscopic osteochondral transplantation: histologic results / F.A. Barber, J.C.Y. Chow // *Arthroscopy*. – 2001. – V. 17. – P. 832-835.
- Bradley, J. Osteochondritis dissecans and other lesions of the femoral condyles / J. Bradley, D.J. Dandy // *J. Bone Joint Surg.* – 1989. – V.71. – P. 518-522.
- Cahill, B.R. The results of conservative management of juvenile osteochondritis dissecans using joint scintigraphy / B.R. Cahill, M.R. Phillips, R. Navarro // *A prospective study. Am J Sports Med.* – 1989. – V.17. – P. 601-605.
- Cahill, B.R. 99m-technetium phosphate compound joint scintigraphy in the management of juvenile osteochondritis of the femoral condyles / B.R. Cahill, B.C. Berg // *Am J Sports Med.* – 1983. – V.11. – P. 329-335.
- Convery, F.R. Fresh osteochondral allografting of the femoral condyle / F.R. Convery, M.H. Meyers, W.H. Akeson // *Clin Orthop Relat Res.* – 1991. – V. 273. – P. 139-145.
- Czitrom, A.A. The viability of articular cartilage in fresh osteochondral allografts after clinical transplantation / A.A. Czitrom, S. Keating, A.E. Gross // *J Bone Joint Surg.* – 1990. – V.72. – P. 574-581.
- Cain, E.L. Treatment algorithm for osteochondral injuries of the knee / E.L. Cain, W.G. Clancy // *Clin. Sports Med.* – 2001. – V. 20. – P. 321-342.
- Chow, J.C. Arthroscopic autogenous osteochondral transplantation for treating knee cartilage defects: a 2- to 5- year follow-up study / J.C. Chow, M.E. Hantes, J.B. Houle // *Arthroscopy*. – 2004. – V.20. – P. 681-690.
- Dipaola, J.D. Characterizing osteochondral lesions by magnetic resonance imaging. / J.D. Dipaola, D.W. Nelson, M.R. Colville // *Arthroscopy*. – 1991. – V.7. – P. 101-104.
- Enneking, W.F. Observations on massive retrieved human allografts/ W.F. Enneking, E.R. Mindell // *J Bone Joint Surg.* – 1991. – V. 73. – P.1123-1142.
- Guhl, J.F. Arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans / J.F.Guhl // *Clin Orthop. Rel Res.* – 1982. – V.167. – P. 65-74.
- Gortz, S. Fresh osteochondral allografting: graft processing and clinical applications / S. Gortz, W.D. Bugbee // *J Knee Surg.* – 2006. – V.19. – P. 231-240.
- Garrett, J.C. Fresh osteochondral allografts for treatment of articular defects in osteochondritis dissecans of the lateral femoral condyle in adults / J.C.Garrett // *Clin Orthop Relat Res.* – 1994. – V. 303 – P. 33-37.
- Gross, A.E. Use of fresh osteochondral allografts to replace traumatic joint defects / A.E.Gross // In: Czitrom AA, Gross AE, eds. *Allografts in orthopaedic practice*. Baltimore: Williams & Wilkins. – 1992. – P. 67-82.
- Gross, A.E. Realignment osteotomy of the knee / AE Gross, C.R. Hutchison // Part 1: Distal femoral varus osteotomy for osteoarthritis of the valgus knee. *Oper Tech Sports Med.* – 2000. – V.8. – P. 122-126.
- Gross, A.E. Long-term follow-up of the use of fresh osteochondral allografts for posttraumatic knee defects / A.E. Gross, N. Shasha, P. Aubin // *Clin Orthop Relat Res.* – 2005. – V. 435. – P. 79-87.
- Horas, U. Autologous chondrocyte implantation and osteochondral cylinder transplantation in cartilage repair of the knee joint / U. Horas, D. Pelinkovic, G. Herr // *A prospective, comparative trial. J Bone Joint Surg Am.* – 2003. – V.85. – P. 185-192.
- Imhoff, A.B. The use of lasers in orthopaedic surgery / A.B. Imhoff // *Oper. Tech. Orthop.* – 1995. – V.5. – P. 192-203.
- Johnson, L.L. Arthroscopic Abrasion Arthroplasty / L.L. Johnson // *Clin. Orthop.* – 2001. – V. 391. – P. 306-317.
- Karataglis, D. Autologous osteochondral transplantation for the treatment of chondral defects of the knee / D. Karataglis, M.A. Green, D.J. Learmonth // *Knee.* – 2006. – V.13. – P. 32-35.
- Karataglis, D. Management of big osteochondral defects of the knee using osteochondral allografts with the MEGA-OATS technique / D. Karataglis, D.J. Learmonth // *Knee.* – 2005. – V.12. – P. 389-393.
- Kandel, R.A. Histopathology of failed osteoarticular shell allografts / R.A. Kandel, A.E. Gross, A. Ganel // *Clin Orthop Relat Res.* – 1985. – V.197. – P. 103-110.
- Kwan, M.K. Histological and biomechanical assessment of articular cartilage from stored osteochondral shell allografts / M.K. Kwan, J.S. Wayne, S.L. Woo // *J Orthop Res.* – 1989. – V.7. – P. 637-644.
- Kish, G. Osteochondral mosaicplasty for the treatment of focal chondral and osteochondral lesions of the knee and talus in the athlete / G. Kish, L. Modis, L. Hangoly // *Clinics in Sports Medicine.* – 1999. – V. 18. – P. 45-66.
- Linden, B. Osteochondritis dissecans of the femoral condyles: a long-term follow-up study / B. Linden // *J Bone Joint Surg Am.* – 1977. – V.59. – P. 769-776.
- Langer, F. The immunogenicity of fresh and frozen allogeneic bone / F. Langer, A. Czitrom, K.P. Pritzker // *J Bone Joint Surg.* – 1975. – V.57. – P. 216-20.
- Makino, A. Arthroscopic fixation of osteochondritis dissecans of the knee: clinical, magnetic resonance imaging, and arthroscopic follow-up / A. Makino, D.L. Muscolo, M. Puigdevall // *Am J Sports Med.* – 2005. – V.33. – P. 1499-1504.
- Messner, K. The long-term prognosis for severe damage to weight-bearing cartilage in the knee: a 14-year clinical and radiographic follow-up in 28 young athletes / K. Messner, W. Maletius. // *Acta Orthop Scand.* – 1996. –67: P.165-168.
- Mandelbaum, B.R. Articular cartilage lesions of the knee / B.R. Mandelbaum, J.E. Browne, F. Fu // *Am J Sports Med.* – 1998. – V.26. – P. 853-861.
- McDermott, A.G. Fresh small-fragment osteochondral allografts: Long-term follow-up study on first 100 cases / A.G. McDermott, F. Langer, K.P. Pritzker // *Clin Orthop Rel Res.* – 1985. – V.197. – P. 96-102.
- McGovern, B.M. Long-term chondrocyte viability in a fresh osteochondral allograft / B.M. McGovern, K.P.H. Pritzker, N. Shasha // *J Knee Surg.* – 2002. – V. 15. – P. 97-100.
- Mitchell, N. The resurfacing of adult rabbit articular cartilage by multiple perforations through the subchondral bone / N. Mitchell, N. Shepard // *J. Bone Joint Surg.* – 1976. – V. 58. – P.79-89.
- Newman, A.P. Articular Cartilage Repair / A.P. Newman // *Am. J. Sports Med.* – 1998. – V. 26. – P. 309-324.
- Pridie, K.H. A method of resurfacing osteoarthritic knee joints / K.H. Pridie // *J. Bone Joint Surg.* – 1959. – V. 41. – P. 618-619.
- Scioscia, T.N. Potential complication of bioabsorbable screw fixation for osteochondritis dissecans of the knee / T.N. Scioscia, J.R. Giffin, C.R. Allen // *Arthroscopy.* – 2001. – V. 17. – P. 7.
- Shasha, N. Long-term clinical experience with fresh osteochondral allografts for articular knee defects in high demand patients / N. Shasha, P.P. Aubin, H.K. Cheah // *Cell Tissue Bank.* – 2002. – V.3. – P. 175-182.
- Rodrigo, J.J. Deep-freezing versus 4 degrees preservation of avascular osteocartilaginous shell allografts in rats / Rodrigo JJ, Thompson E, Travis C. // *Clin Orthop Relat Res.* – 1987. – V.218. – P. 268-275.
- Shasha, N. Long-term clinical experience with fresh osteochondral allografts for articular knee defects in high-demand patients / N. Shasha, P.P. Aubin, H.K. Cheah // *Cell Tissue Bank.* – 2002. – V.3. – P. 175-182.
- Stevenson, S. The fate of articular cartilage after transplantation of fresh and cryopreserved tissue-antigen-matched and mismatched osteochondral allografts in dogs / S. Stevenson, G.A. Dannucci, N.A. Sharkey // *J Bone Joint Surg.* – 1989. – V.71. – P. 1297-1307.
- Surgery of the knee // J.N. Insall ed. – New York: Churchill Livingstone, 1984. – 828 p.
- Steadman, J.R. Die Technik der Mikrofrakturierung zur Behandlung von kompletten Konorpeldefekten im Kniegelenk / J.R. Steadman, W.G. Rodkey, K.K. Briggs // *Orthopade.* – 1999. – V.28. – P. 26-32.