

# ГИБРИДНАЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИЯ — НОВЫЙ СПОСОБ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ РАССЕКАЮЩЕГО ОСТЕОХОНДРИТА КОЛЕННОГО СУСТАВА

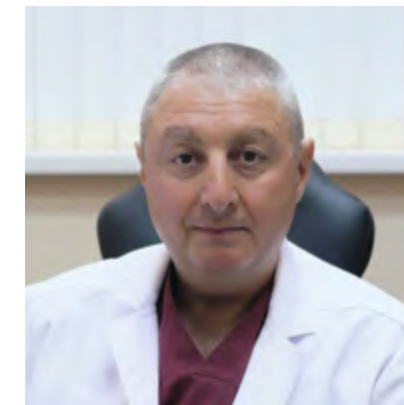
The treatment of diseases and injuries of articular hyaline cartilage is a pressing problem of modern orthopedics, and the surgical correction of local defects of hyaline cartilage today is one of the most difficult tasks for the practitioner.

Our study is devoted to modern approaches in the treatment of extensive local cartilaginous and bone-cartilaginous defects of the femoral condyles, which are diagnosed in 0.3–30% of cases of injuries and diseases of the knee joint [1, 2]. We consider dissecting osteochondritis dissecans as a separate nosological form when it comes to necrosis of the subchondral bone with spreading to the cartilage tissue.

The purpose of the study is to optimize the algorithm for the surgical correction of local cartilaginous and bone-cartilaginous defects of the femoral condyles using modern biotechnologies.

## Лазишвили Гурам Давидович

д. м. н., профессор,  
профессор кафедры травматологии,  
ортопедии и военно-полевой хирургии  
РНИМУ им. Н. И. Пирогова, Москва



**Ключевые слова:** эрассекающий остеохондрит, болезнь Кенига, хрящ, хондропластика, трансплантация хряща, коленный сустав, дефект хряща, костно-хрящевой дефект

**Лечение заболеваний и повреждений суставного гиалинового хряща — актуальная проблема современной ортопедии, а хирургическая коррекция локальных дефектов гиалинового хряща на сегодняшний день — одна из сложнейших задач для практикующего врача. Наше исследование посвящено современным подходам в лечении обширных локальных хрящевых и костно-хрящевых дефектов мыщелков бедренной кости, которые диагностируют в 0,3–30% случаев травм и заболеваний коленного сустава (КС) [1, 2]. Отдельной нозологической формой считаем расщепляющий остеохондрит (болезнь Кенига), когда речь идет о некрозе участка субхондральной кости с распространением на хрящевую ткань. Цель исследования — оптимизировать алгоритм хирургической коррекции локальных хрящевых и костно-хрящевых дефектов мыщелков бедренных костей с использованием современных биотехнологий.**

**Р**асщепляющий остеохондрит составляет до 2% всех заболеваний КС и наиболее часто встречается в возрастных группах 11–13 и 20–40 лет [4, 5]. Этиология этого заболевания до сих пор остается не до конца понятной: травма, ишемия, нарушения процесса ossification, конституциональные и генетические факторы, болезнь перегрузки и др. Ежегодно в Европе выполняют более 300 тыс. операций по коррекции локальных дефектов суставного хряща [3]. Многие применяемые методы хирургического лечения такой патологии (туннелизация, микрофрактурирование, абразия) уже устарели и, как показывают многочисленные исследования, малоэффективны.

Анализ отдаленных исходов традиционно применяемой во многих клиниках методики аутологичной костно-хрящевой трансплантации («мозаичная» хондропластика) показал, что и она далека от идеала. Так, при обширных костно-хрящевых поражениях мыщелка (более 5–6 см<sup>2</sup>) эта методика часто не позволяет полноценно восстановить дефект и конгруэнтность суставной поверхности мыщелка из-за дефицита пластического материала.

За последнее десятилетие получили широкое распространение методики пластики дефектов хряща биологическими материалами, синтезируемыми из тканей природного происхождения. В настоящее время коллагеновые матрицы являются наиболее востребованными биопродуктами для лечения дефектов гиалинового хряща.

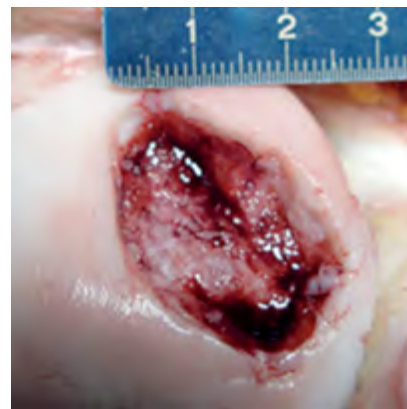
## ТЕХНОЛОГИЯ ИНДУЦИРОВАННОГО НА МАТРИЦЕ АУТОХОНДРОГЕНЕЗА (АМИС)

### Материалы и методы

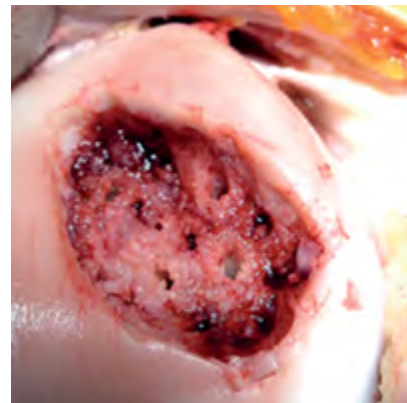
С 2008 года при хирургическом лечении локальных дефектов хряща мы широко используем технологию индуцированного на матрице аутохондрогенеза — АМИС (Autolog Matrix Induced Chondrogenesis), основанную на туннелизации субхондральной кости (в зоне поражения хряща) и репаративной способности мезенхимальных стволовых клеток, поступающих через сформированные отверстия. Образующийся в результате этого суперсгусток из стромальных клеток красного костного мозга стабилизируется коллагеновой матрицей, имплантируемой на хрящевой дефект, стимулируя репарацию хряща (рис. 1) [5, 6].

Преимущества технологии АМИС очевидны: малоинвазивная процедура, не требующая культивирования хондроцитов; возможность восстановления крупных дефектов хряща; простая хирургическая техника; доказанная эффективность в отношении купирования болевого синдрома, восстановления функции коленного сустава и удовлетворенности больных исходами лечения.

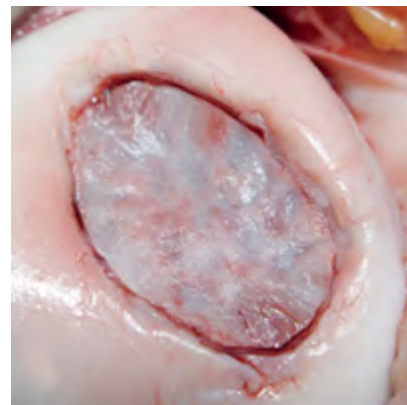
Используемая нами коллагеновая матрица Chondro-Gide синтезирована из свиного коллагена I и III типа, который резорбируется естественным путем. На сегодняшний день коллагеновая матрица является ведущим биологическим материалом для восстановления хрящевой ткани, она положительно влияет на дифференцировку стволовых клеток и хондрогенез. Матрица позволяет стабилизировать и защитить сгусток из стволовых клеток в зоне повреждения хряща. Ее двухслойная структура



А

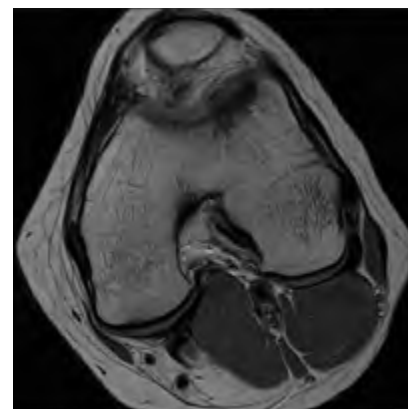


В

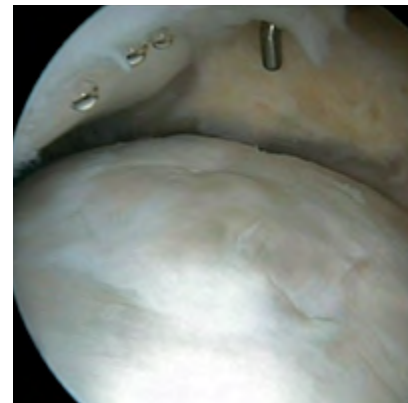


С

препятствует проникновению мезенхимальных стволовых клеток в полость сустава, имеет высокую устойчивость к растяжению. Фиксацию матрицы в большинстве случаев осуществляли с помощью фибринового клея, нанесенного на субхондральную кость. Матрица также может быть фиксирована атравматичными (6,0) рассасывающимися швами.



Д



Е

Рис. 1  
Технология АМИС:  
А — костно-хрящевой дефект медиального мыщелка бедренной кости (болезнь Кёнига);  
В — костно-хрящевой дефект после санации и туннелизации субхондральной кости;  
С — имплантирована коллагеновая матрица;  
Д — МСКТ-картина через 2 года;  
Е — артроскопическая картина через 2,5 года; определяется полное закрытие дефекта мыщелка хрящевой тканью

Операцию считали показанной при полнослойных (стадия 3 классификации ICRS) хрящевых дефектах контактных поверхностей мыщелков бедренных костей размером до 5–7 см<sup>2</sup>. Обязательными условиями считали наличие неповрежденного, окружающего дефект гиалинового хряща, жизнеспособной субхондральной кости и нормальной механической оси нижней конечности.

К противопоказаниям к операции отнесли: наличие множественных локальных повреждений хряща, в том числе «целующихся повреждений»; распространенный остеоартроз коленного сустава; системные аутоиммунные заболевания; нестабильность сустава, обусловленную повреждением связок и менисков; вальгусную или варусную деформацию голени, требующую выполнения корригирующих операций; аллергию на коллаген.

Особенное внимание сегодня уделяем состоянию субхондральной кости в области дна дефекта мыщелка. Выраженный склероз и некроз субхондральной кости, а также отсутствие «красной росы» после туннелизации субхондральной кости свидетельствуют о ее нежизнеспособности. В таких случаях считали показанным удаление нежизнеспособной кости до здоровых, кровоточащих слоев с последующей костной пластикой образовавшегося дефекта.

Мы располагаем опытом использования искусственной биокости в виде гранул. Однако анализ отдаленных исходов этих операций у 5 больных показал ошибочность такой тактики. У всех 5 пациентов по данным МРТ и МСКТ определялось отсутствие перестройки биокости, а ревизионная артроскопия выявила отсутствие полноценного хондрогенеза в зоне имплантации коллагеновой матрицы в сроки до 2 лет после ее имплантации. Результаты этих операций были расценены как неудовлетворительные, что позволило нам сделать вывод о том, что **одномоментная пластика дефекта биокостью и имплантация коллагеновой матрицы бесперспективны!**

Понимая бесперспективность такой тактики, мы стали использовать измельченную аутологичную кость самих пациентов, забор которой производили из боковых

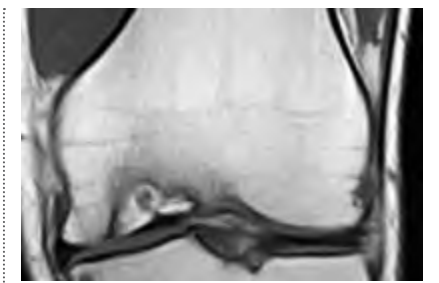
(неконтактных) отделов мыщелков бедренной кости. Аутокость имплантировалась в зону поражения мыщелка и уплотнялась таким образом, чтобы восстанавливалась конгруэнтность мыщелка. На аутокость наносился фибриновый клей и имплантировалась коллагеновая матрица, предварительно смоделированная по форме и размеру дефекта.

Однако анализ исходов такой костной пластики выявил случаи лизиса аутокости, что потребовало выполнения повторных оперативных вмешательств. Мы пришли к выводу, что **коллагеновая матрица может подвергаться полноценному хондрогенезу только при контакте с кровоснабжаемой и стабильной аутологичной костью!**

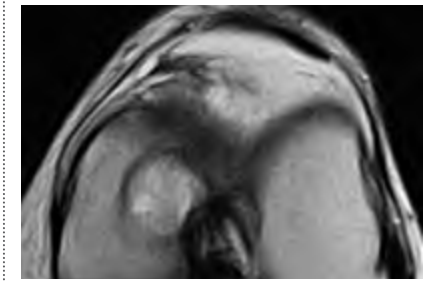
## ГИБРИДНАЯ КОСТНО-ХРЯЩЕВАЯ ТРАНСПЛАНТАЦИЯ

### Материалы и методы

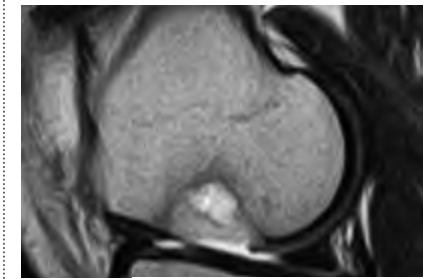
Эти осложнения заставили нас пересмотреть способ костной пластики дефекта мыщелка. Сегодня в эпицентр костно-хрящевого дефекта мы имплантируем цилиндрические аутологичные спонгиозные столбики-трансплантаты в необходимом для полноценной пластики дефекта количестве. И на эти столбики имплантируется коллагеновая матрица. Забор цилиндрических спонгиозных столбиков-трансплантатов производили из боковых (неконтактных) зон мыщелков бедренной кости либо из мыщелков большеберцовой кости. Мы назвали эту методику **«Гибридная костно-хрящевая трансплантация»**. Донорские отверстия заполняли либо цилиндрическими аллогенными спонгиозными трансплантатами (в последнее время мы отказались от использования алломатериалов), либо столбиками из спрессованной биокостной кости.



А



В



С

Рис. 2 (А, В, С)  
МРТ-картина рассекающего остеохондрита медиального мыщелка левой бедренной кости у пациента К.

Такая методика позволила выполнять полноценную пластику обширных по площади поражения (5–7 см<sup>2</sup>) костно-хрящевых дефектов мыщелков бедренной кости, не опасаясь дефицита пластического материала. Представляем клинический пример с последовательным кратким описанием всех этапов такой операции.

### Клинический пример

Пациент К., 40 лет, с длительным (более 10 лет) анамнезом, обратился в нашу клинику с жалобами на боли и блокады в левом коленном суставе, ограничения физических нагрузок, рецидивирующие



синовиты. Из анамнеза (со слов пациента) известно, что ему дважды выполнялась санационная артроскопия коленного сустава. При клинико-инструментальном обследовании в нашей клинике диагностирован рассекающий остеохондрит (болезнь Кёнига) медиального мыщелка левой бедренной кости (см. рис. 2).

В плановом порядке под эпидуральной анестезией больному выполнена артротомия. В полости коленного сустава обнаружено крупное, свободно лежащее хондромное тело овальной формы размером 2,5x2 см. Последнее удалено (рис. 3). На контактной поверхности медиального мыщелка локализовался обширный дефект хряща с неровными краями. Дно дефекта было представлено склерозированной субхондральной костью (рис. 4). После санации краев дефекта размеры последнего составили 2,5x2,3 см (рис. 5).

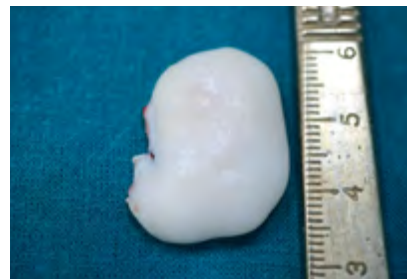
Полой алмазной цилиндрической фрезой диаметром 13 мм из эпика центра пораженного мыщелка выделено и удалено 3 спонгиозных костных столбика длиной 20 мм. Последние были представлены нежизнеспособной склерозированной субхондральной костью (рис. 6). После удаления склерозированной кости в мыщелке бедра образовалось 3 цилиндрических дефекта диаметром 13 мм и глубиной 20 мм. Между этими дефектами сохранены костные стенки толщиной 1–1,5 мм (рис. 7), что позволило обеспечить стабильность, имплантируемых позже в эти дефекты спонгиозных аутооттрансплантатов.

Из боковых, неконтактных отделов обоих мыщелков бедренной кости произведен забор аутологичных цилиндрических спонгиозных костных столбиков диаметром 14 мм и длиной 20 мм в количестве 3 шт. (рис. 8). После моделирования эти столбики-трансплантаты были имплантированы в цилиндрические дефекты в медиальном мыщелке и фиксированы методом заклинивания (за счет разницы в диаметре 1 мм) (рис. 9). Спицей диаметром 2,4 мм со сверлом на конце имплантированные столбики-трансплантаты и подлежащая субхондральная кость были расверлены на общую глубину 30 мм (рис. 10). Эта манипуляция позволяет обеспечить транспорт костного мозга и локализацию его сгустка на поверхности имплантированных костных столбиков.

С помощью алюминиевого шаблона произведено моделирование формы и размера дефекта мыщелка (рис. 11). По алюминиевому шаблону смоделирована коллагеновая матрица (рис. 12). На имплантированную аутокость нанесен фибриновый клей, и матрица уложена пористой стороной на костную поверхность дефекта мыщелка. Время экспозиции фибринового клея составило 3–4 минуты. Прочность фиксации матрицы проверена многократным сгибанием-разгибанием



А



В

Рис. 3 (А, В)  
Форма и размеры крупного свободного хондромного тела



Рис. 4  
Форма и размеры дефекта хряща медиального мыщелка бедренной кости



А



В



С

Рис. 5 (А, В, С)  
Форма и размеры костно-хрящевого дефекта после санации и выравнивания его краев

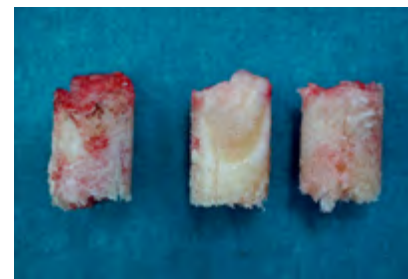


Рис. 6  
Удаленная из эпика центра поражения мыщелка нежизнеспособная субхондральная кость



Рис. 7  
Цилиндрические дефекты мыщелка после удаления нежизнеспособной субхондральной кости

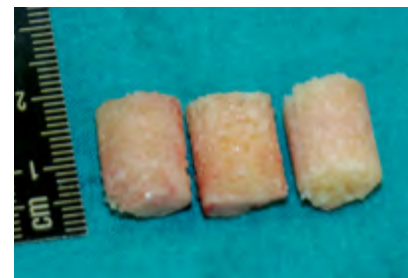


Рис. 8  
Подготовленные для имплантации цилиндрические костные аутооттрансплантаты



Рис. 9  
Цилиндрические костные аутооттрансплантаты имплантированы в эпика центр пораженного мыщелка

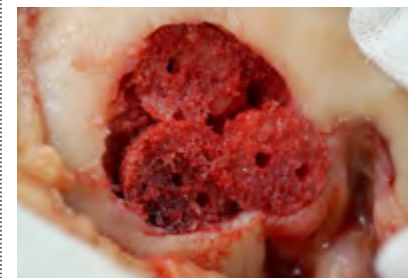


Рис. 10  
Цилиндрические костные аутооттрансплантаты после расверливания



Рис. 11  
Моделирование формы дефекта хряща алюминиевым шаблоном



Рис. 12  
Коллагеновая матрица



Рис. 13  
Коллагеновая матрица после имплантации



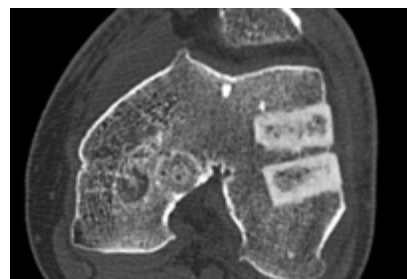
Рис. 14  
Подготовленные к имплантации цилиндрические биокомпозитные столбики



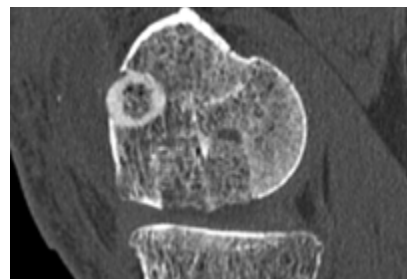
Рис. 15  
Имплантация биокомпозитного столбика в донорское отверстие латерального мыщелка бедренной кости



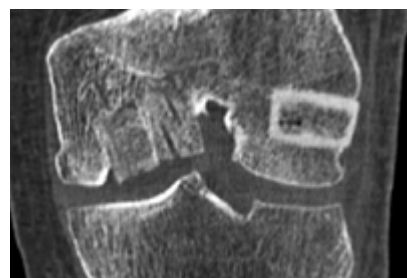
Рис. 16  
Оба донорских отверстия латерального мыщелка бедра заполнены биокомпозитными имплантатами



А



В



С

Рис. 17 (А, В, С)  
МСКТ-картина через 4 месяца после операции

голени. Достигнуто полноценное замещение костной ткани в зоне поражения мыщелка, восстановление конгруэнтности его суставной поверхности и полное замещение хрящевого дефекта коллагеновой матрицей (см. рис. 13).

Все 3 донорских отверстия обоих мыщелков бедренной кости заполнены спрессованными цилиндрическими биостолбиками диаметром 15 мм, изготовленными из силикокальцийфосфатной биокерамики (производство Россия), обладающей остеокондуктивными свойствами (см. рис. 14). Достигнуто полное замещение донорских дефектов мыщелков биокомпозитным материалом (рис. 15, 16, 17).

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

Анализируя технологию «гибридной костно-хрящевой трансплантации», хотим отметить, что с ее помощью возможно восстановление обширных по площади поражения ( $\leq 10 \text{ см}^2$ ) костно-хрящевых дефектов мыщелков и межмыщелковой борозды бедренной кости, мыщелков большеберцовой кости, надколенника, таранной кости. Это именно те локализации, при поражениях которых мы с успехом применили данную методику. Разработанный отечественными учеными биокомпозитный материал, обладающий остеокондуктивными свойствами, позволил нам существенно упростить технику и время

выполнения операции, не опасаться проблемы дефицита пластического материала, существенно снизить бюджет операции. Анализ успешных исходов лечения больных после «гибридной костно-хрящевой трансплантации» позволяет нам рекомендовать эту методику к широкому применению.

В заключение хотим отметить, что в проблеме лечения локальных дефектов хряща много спорных, требующих разрешения вопросов. Проведенный анализ клинического материала и данных литературы еще раз подтверждает высокую актуальность данного направления хирургии и необходимость дальнейшей разработки многих узловых положений этой проблемы.

### Литература

1. Маланин Д.А., Писарев В.Б., Новочадов В.В. Восстановление поврежденных хряща в коленном суставе. Экспериментальные и клинические аспекты. Волгоград: Волгоградское научное издательство, 2010. 455 с.
2. Alford J.W., Cole B.J. Cartilage restoration, part 1: basic science, historical perspective, patient evaluation and treatment options // Am. J. Sports Med. 2005. V. 33. № 2. P. 295–306.
3. Anders S., Wiech O., Schaumburger J. et al. Autologous Matrix induced chondrogenesis (AMIC) for focal chondral defects of the knee — first results // J. Bone Joint Surg. Br. 2009. V. 91. Suppl. 1. P. 83–87.
4. Hunziker E.B. Biologic repair of articular cartilage. Defect models in experimental animals and matrix requirements // Clin. Orthop. Relat. Res. 1999. V. 367. Suppl. 1. P. 135–146.
5. Jacob R.P. AMIC technique for cartilage repair, a single-step surgical intervention as compared to other methods // Eur. Cell. Mater. 2006. V. 12. Suppl. 1. P. 26–32.
6. Kramer J., Bohrnson F., Lindner U. et al. In vivo matrix-guided human mesenchymal stem cells // Cell. Mol. Life Sci. 2006. V. 63. № 5. P. 616–626.

□