

## ХИРУРГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА И РЕГЕНЕРАЦИЯ ГИАЛИНОВОГО ХРЯЩА

© *Винокуров В.А., Норкин И.А.*

ФГБУ «СарНИИТО» Минздрава России, Саратов

**Цель:** разработать способ внесуставного формирования костно-хрящевого суставного фрагмента для улучшения результатов хирургической коррекции деформаций суставов и оптимизации условий регенерации гиалинового хряща.

**Материалы и методы.** Экспериментально разработан способ формирования костно-хрящевого суставного фрагмента без проникновения в полость сустава. Прооперировано 30 больных с суставными деформациями. **Результаты.** В ходе экспериментов появилась идея возможности полноценного восполнения суставных дефектов за счет регенерации гиалинового хряща. Путем distraction костно-хрящевого фрагмента, сформированного внесуставно, у больных восполнены суставные дефекты. У большинства пациентов результаты лечения оценены как отличные и хорошие.

**Заключение.** Полученные результаты открывают перспективу полноценного восполнения суставных дефектов диспластического генеза, костно-хрящевых дефектов суставов после травм. Разработанный способ может быть использован в последующих экспериментах для объективизации и уточнения регенераторных возможностей гиалинового хряща (темпа и объема образуемого регенерата; определения элементов хряща, участвующих в процессе его регенерации, и др.).

**Ключевые слова:** суставные деформации, хирургическая коррекция, хрящ.

Возможность регенерации суставного хряща доказана целым рядом экспериментальных работ. Максимальный размер восполняемого хрящевого дефекта (чаще всего округлой формы) составлял 3–5 мм. Однако даже в случаях успешного «излечения» хрящевых дефектов выявлено, что новый гиалиноподобный хрящ уступает в долговечности и функционировании нормальному суставному хрящу [1]. Большие по размеру костно-хрящевые дефекты заживают за счет хряща фиброзного характера, не имеющего прочностных свойств гиалинового хряща, что в последующем приводит к раннему артрозу. Некоторый оптимизм, прослеживаемый в литературе в отношении остеохондральной аутотрансплантации и аутотрансплантации хондроцитов в зону дефекта суставной поверхности, нами не поддерживается по тем соображениям, что пространство между аутотрансплантатами и окружающим хрящом, как правило, восполняется фиброзно-хрящевой тканью, неспособной превращаться в гиалиновый хрящ [2–4]. По-видимому, проблематичность полноценной регенерации суставного хряща связана с тем, что развитие новообразованного гиалинового хряща во всех экспериментах происходило из недифференцированных соединительнотканых клеток эндоста [5]. До настоящего времени в литературе отсутствуют сообщения, доказывающие возмож-

ность самостоятельной регенерации суставного хряща.

В нескольких статьях высказывается предположение о заинтересованности в этом процессе хрящевой дифференцировки мезенхимальных стволовых клеток костного мозга [6–8]. Лишь в экспериментальной работе, выполненной в СарНИИТО, было выявлено, что «в 50 % случаев регенерация суставного хряща осуществляется не только со стороны подлежащих костных балочек, но и за счет хондробластов поверхностных отделов суставного хряща по краям костно-хрящевой раны» [9]. Полученные в этом эксперименте данные открывали перспективу работы над более значимой проблемой — регенерацией гиалинового хряща.

**Цель исследования:** разработать способ внесуставного формирования костно-хрящевого суставного фрагмента для улучшения результатов хирургической коррекции деформаций суставов и оптимизации условий регенерации гиалинового хряща.

### Материалы и методы

На начальном этапе данного исследования нами были выполнены 22 эксперимента на 16 беспородных собаках разного возраста и проведен

анализ 32 микропрепаратов, приготовленных из мышечков большеберцовых и бедренных костей человеческих трупов после выполненных на них манипуляций по отработке хирургической техники выделения костно-хрящевого фрагмента. Животные содержались в стандартных условиях вивария с режимом принятия пищи и свободным доступом к воде. Выполнение экспериментов проводили в соответствии с Женевской конвенцией 1985 года «Международные биомедицинские исследования с использованием животных», приказом МЗ СССР от 12.08.1987 № 755 «Правила проведения работ с использованием экспериментальных животных» и с разрешения комитета по этике СарНИИТО. Эксперименты по доказательству возможности одномоментного формирования костно-хрящевого суставного фрагмента без вскрытия сустава и разработке способа хирургической коррекции околосуставных деформаций коленного сустава выполняли на животных, находящихся под внутривенным мононаркозом 5 % раствором тиопентала натрия из расчета 0,03 г/кг массы.

В клиническую часть исследования были включены 30 детей и подростков с околосуставными деформациями коленного сустава вследствие рахита, болезни Эрлахера — Блаунта, гематогенного остеомиелита, перенесенной травмы, а также врожденного характера неясной этиологии. Возраст больных колебался от 12 до 17 лет. Лиц мужского пола было 7, женского — 23.

Хирургическая коррекция околосуставных деформаций коленного сустава выполнена по разработанному способу, в основе которого лежат остеотомии, осуществляемые в определенном порядке [10].

Особенности техники выполнения остеотомий.

Начало сечения кости проводится, как обычно, долотами или вибропилой от периферии (метадиафизарная зона деформированной стороны) к границе деформированного и недеформированного участков сустава, избегая травмирования мест прикрепления крестообразных связок. Предпочтительнее транснадкостничное рассечение кости для сохранения сосудов, питающих формируемый фрагмент. У молодых пациентов рассечение зоны метаэпифизарного хряща проводят строго центрально для предупреждения возможного, в последующем, формирования вторичных деформаций. Особое внимание уделяется разрушению субхондрального слоя кости. Оно осуществляется вычерпыванием кости ложечкой Фолькмана или осторожной работой круглой фрезой малого диаметра. Появление подвижности костно-хрящевого фрагмента свидетельствует о полном удалении

субхондрального слоя кости и проверяется только ручным способом. Образованный подвижный костно-хрящевой фрагмент, связанный мягкими тканями с суставом и гиалиновым хрящом с соседним мышечком, перемещают до положения коррекции суставной деформации. Последнее обеспечивается упруго-эластичными свойствами хряща: способностью к обратимой деформации при сжатии и достаточной прочностью на разрыв при растяжении [11]. Дополнительные компоненты деформации (варус, вальгус, рекурвация, антекурвация) устраняются корригирующей остеотомией метафизарной зоны стороны, противоположной первой остеотомии. Причем вторая остеотомия выполняется после фиксации сформированного костно-хрящевого фрагмента в корригированном положении любым из известных способов. Остеосинтез при этих операциях должен быть очень устойчивый, позволяющий осуществлять функцию в суставе, начиная с раннего послеоперационного периода. Последнее необходимо не только для выработки синовиальной жидкости, но и для ее перемещения в суставной полости, так как известно, что питание суставного хряща осуществляется за счет этой жидкости [12, 13].

Проверка мобильности образованного костно-хрящевого фрагмента должна осуществляться только пальпаторно, использование для этих целей какого-либо инструмента в качестве рычага недопустимо.

Срок наблюдения за больными составил от 5 до 9 лет. Результаты лечения оценивали путем клинико-рентгенологического контроля, компьютерной томографии и ультразвукового обследования сустава.

## Результаты

Экспериментально на собаках отработана техника одномоментного формирования костно-хрящевого суставного фрагмента без вскрытия полости сустава.

На гистологических препаратах мышечков кадаверных большеберцовых и бедренных костей установлено, что неполное разрушение субхондрального слоя кости приводит к перелому суставного хряща при попытке проверки подвижности создаваемого костно-хрящевого суставного фрагмента. Отсутствие повреждения суставного хряща подтверждалось контрастной артрографией при вертикальном положении сустава и визуальным контролем суставной поверхности при его вскрытии.

В ходе экспериментов подтверждена сложность и индивидуальность конфигурации сустав-

ного хряща, а следовательно, и субхондрального слоя кости. Используемые инструменты (ложечки Фолькмана, круглые фрезы) при определенном навыке позволяют разрушать подхрящевой слой кости по линии остеотомии, при этом повреждение самого хряща происходит минимально и не отражается на дальнейшем манипулировании костно-хрящевым фрагментом. Максимальная длина и глубина единичных трещин базальных отделов хряща в экспериментах не превышала 110 мкм, что составляло  $1/10$  часть толщины суставного хряща.

Среди больных, оперированных по поводу суставных деформаций, особого внимания заслуживают четыре наблюдения, в которых восполнение дефектов суставов проводилось путем distraction костно-хрящевой фрагмента предложенным нами способом [14]. В двух случаях дисплазии тазобедренного сустава дефицит «крыши» вертлужной впадины был восполнен полноценным аутотрансплантатом без вскрытия сустава. В одном случае после перенесенного гематогенного остеомиелита ликвидирован дефицит одного из мыщелков бедренной кости. Ниже приводим в качестве примера клиническое наблюдение.

Больная М., 15 лет, с диагнозом: «Рекурвационно-вальгусная деформация левого коленного сустава». Учитывая, что тибиальное плато в дорсовентральном направлении на 9 мм меньше по сравнению с противоположной стороной и скошено в каудальном направлении на  $10^\circ$ , можно предположить диспластический генез деформации (рис. 1, 2). На это же указывает и клинически

проявляющееся переразгибание в суставе на  $15^\circ$ . Операция 13.12.05 — корригирующие многоплоскостные остеотомии большеберцовой кости в проксимальном отделе голени с формированием внесуставно костно-хрящевого суставного фрагмента мыщелков, поперечная остеотомия на уровне средней трети малоберцовой кости, фиксация фрагментов двумя спицами; монтаж на голени спицестержневого аппарата внешней фиксации. За счет остеотомии метаэпифиза большеберцовой кости во фронтальной плоскости с вычерпыванием субхондральной кости по плоскости ее сечения сформирован мобильный костно-хрящевой фрагмент передней половины мыщелков большеберцовой кости, который в последующем дистрагировали с помощью П-образно проведенной спицы Киршнера (рис. 3) и винтового стержня, введенного в этот фрагмент через основание собственной связки надколенника. За счет клиновидной остеотомии задней части метадиафиза большеберцовой кости одномоментно устранены рекурвация и вальгус голени в этой зоне. Фрагмент фиксирован спицей в аппарате (рис. 4). Distraction переднего фрагмента строго в вентральном направлении начата с 6-го дня после операции в темпе 0,25 мм в сутки (по 0,03 мм каждые 1,5 часа) за 8 приемов и продолжалась 51 день. Удлинение фрагмента составило 12,24 мм. Суммарная расчетная площадь наращенного суставного хряща составила 10,45 см<sup>2</sup>. В послеоперационном периоде для стимуляции регенерации хряща больная получала терафлекс (по 1 капсуле 2 раза в день на протяжении 3 недель),



**Рис. 1.** Рентгенограмма правого коленного сустава в боковой проекции; продольный размер тибиального плато 60 мм



**Рис. 2.** Боковая рентгенограмма левого коленного сустава до операции; продольный размер тибиального плато 51 мм



**Рис. 3.** Рентгенограмма левого коленного сустава после остеотомий голени и фиксации фрагментов двумя спицами

а после выписки из стационара — по 1 капсуле в день на протяжении 30 дней. Было сделано несколько пункций коленного сустава (три раза для изучения состава синовиальной жидкости). Ежедневно проводилась лечебная физкультура, направленная на разработку левого коленного сустава с некоторым ограничением полного разгибания, массаж мышц левого бедра и правой нижней конечности. Через 2 месяца после операции разрешена дозированная нагрузка на левую ногу (ходьба с помощью костылей). Аппарат внешней фиксации демонтирован через 3,5 месяца. Полная нагрузка на оперированную конечность разрешена через 8 месяцев после операции. Через 5 лет 9 месяцев после операции (рис. 5) жалоб нет. Ось левой нижней конечности правильная, функция суставов полная. Имеется небольшой косметический дефект на протяжении 5–6 см дистальнее бугристости большеберцовой кости (от устранения его пациентка воздержалась). Восстановленный хрящ сохранил свои размеры по прошествии практически шести лет после корригирующей операции. Правда, эта зона оказалась остеопорозной из-за рекомендованного частичного ограничения полного разгибания в коленном суставе. Ультразвуковые и компьютерно-томографические исследования, проводившиеся после оперативного лечения, не выявили каких-либо изменений в зоне дистракции суставного хряща.

Разработанный нами способ хирургической коррекции околосуставных деформаций коленного сустава и апробированный в клинике (30 больных) позволил получить отличные и хорошие результаты в 100 % случаев при легком и сред-

нетяжелом типах деформации коленного сустава, в 90,1 % — при тяжелом типе и только при крайне тяжелом типе отсутствовали отличные результаты, при этом доля хороших составила 71,4 %, удовлетворительных и плохих — по 14,3 % [10, 15]. Следует отметить, что такие исходы получены у пациентов, у многих из которых деформации носили характер многоплоскостных.

Таким образом, высокая эффективность полноценного восполнения суставных дефектов диспластического генеза возможна только при условии регенерации гиалинового хряща. Последнее обеспечивается целым рядом условий:

1) при формировании костно-хрящевого фрагмента сустава хрящ не должен повреждаться; создаваемый фрагмент должен быть достаточно большого размера с сохранными окружающими его мягкими тканями, обеспечивающими трофику;

2) в ходе восполнения суставного дефекта сустав должен постоянно функционировать для выработки синовиальной жидкости, обеспечивающей питание хряща;

3) дистракция костно-хрящевого фрагмента должна носить мелкодробный темп (0,03 мм каждые 1,5 часа), при этом суточный объем не должен превышать 0,25 мм. Однако это положение требует экспериментального уточнения.

## Обсуждение

Проведенные экспериментальные исследования показали необходимость полного разрушения субхондрального слоя кости при формировании подвижного костно-хрящевого фрагмента. Это



**Рис. 4.** Рентгенограмма левого коленного сустава после остеотомий голени и монтажа спицевого аппарата внешней фиксации



**Рис. 5.** Рентгенограмма левого коленного сустава в двух стандартных проекциях через 5 лет 9 месяцев после операции; продольный размер тибialного плато 64 мм

связано с тем, что минеральная плотность субхондральной кости крайне высока ( $0,36-0,40533 \text{ г/см}^2$ , а в зоне метафизов —  $0,2-0,25 \text{ г/см}^2$ ), поэтому даже наличие тонкого его слоя под гиалиновым хрящом сохраняет жесткость системы хрящ — кость [16]. Перелом кости ведет и к перелому хряща. Полное удаление кости, имевшее место в 73,7 % изучаемых макропрепаратов, делает эту систему упруго-эластической с возможностью определенного перемещения костно-хрящевого фрагмента в различных плоскостях, причем перемещение этого фрагмента возможно как одномоментно, так и постепенно путем distraction.

Успешно проведенные эксперименты в СарНИИТО и тщательное изучение данных литературы, посвященной вопросам регенерации суставного хряща, позволили более убедительно говорить о его регенераторных возможностях [17].

Известны трудности исправления суставных деформаций. Плохие результаты оперативного лечения (до 50 % рецидивов) не снимают актуальности этой проблемы ортопедии [18]. Около-суставные остеотомии не затрагивают суставную деформацию, а более эффективные субхондральные остеотомии чреваты внутрисуставными переломами, гемартрозом, субхондральной остео-дистрофией, дегенерацией гиалинового хряща. Неизбежным финалом всего этого является артроз.

При выполнении корригирующей операции по собственной методике у детей с деформациями коленных суставов констатирована целостность суставного хряща по всей толщине. Следовательно, напрашивается вывод, что хрящ увеличивает свои размеры благодаря собственной регенерации; при этом на начальном этапе distraction расширяются межстолбиковые промежутки хрящевых клеток (межклеточный матрикс). Мы предполагаем, что на определенном этапе distraction, по-видимому, начинается митоз хондроцитов от столбиков хрящевых клеток, имеющих жесткую связь с костью, так как в этих участках distraction создает наибольшие напряжения. Затем distractionные усилия передаются и на хрящевой «мостик», который не имеет связи с костью. Поэтому митоз хрящевых клеток этого мостика будет несколько запоздалым. В ходе дальнейшей distraction расширяется межклеточный матрикс вновь образованных столбиков хрящевых клеток со снижением активности митоза, что свидетельствует о завершении процесса регенерации хряща.

Гипотетические процессы регенерации гиалинового хряща основаны на том, что внеклеточный матрикс состоит из коллагеновых волокон, находящихся в концентрированном растворе протеогликанов, молекулы которых находятся в со-

стоянии сжатия и переплетения и обеспечивают прочность матрикса хряща [19]. Поэтому distraction, с одной стороны, ослабляет внеклеточный матрикс, снижает сжатие молекул протеогликанов, а с другой — является раздражителем самих хрящевых клеток. Причем в первую очередь активный митоз проявляется в хондроцитах I типа (наиболее близких к поверхностным отделам суставного хряща), а затем, может быть и не так активно, в клетках II и III типов. В противном случае заживление хрящевых ран происходило бы только в поверхностных отделах суставного хряща и не распространялось бы на всю глубину хрящевой раны. Вероятно, травматические суставные дефекты будут заживать менее полноценно, так как если даже дефект будет восполнен костно-хрящевым фрагментом, то все равно стык этого фрагмента с краем хрящевой раны будет заживать фиброзным хрящом. По-видимому, в таких случаях более эффективный результат может быть получен за счет аутотрансплантации хондроцитов в зону контакта перемещенного костно-хрящевого фрагмента с краем хрящевой раны после почти полного восстановления суставного хряща [4, 11].

Эти предположения, нуждающиеся в экспериментальном подтверждении, имеют не только теоретическое, но и большое практическое значение, так как позволят более эффективно осуществлять регенерацию гиалинового хряща, «помогая» ей различными медикаментозными средствами на этапах проведения distraction (препараты гиалуроновой кислоты, хондропротекторы, протекторы синовиальной жидкости и др.).

## Заключение

Исправление суставных деформаций и особенно восполнение дефектов суставов непосредственно связаны с вопросами регенерации гиалинового хряща. Разработанная нами технология внесуставного формирования костно-хрящевого суставного фрагмента позволяет успешно и полноценно корригировать суставные деформации (в том числе и многоплоскостные), при этом исключает отрицательные качества субхондральных остеотомий.

Апробированный в клинике хирургический способ регенерации суставного хряща открывает широкую перспективу лечения больных с начальными стадиями артрозов диспластической этиологии и пострадавших с травматическими костно-хрящевыми дефектами. Вопросы оптимизации условий регенерации гиалинового хряща (скорость и темп distraction, объем необходимого костно-хрящевого регенерата, медикаментозное

обеспечение и др.) требуют своего разрешения путем дальнейших экспериментальных исследований.

## Список литературы

1. Frenkel SR, Di Cesare PE. Degradation and repair of articular cartilage. *Front Biosci.* 1999;4:671-685. doi: 10.2741/frenkel.
2. Barber FA, Chow JC. Arthroscopic osteochondral transplantation. *Histologic results Arthroscopy.* 2001;17(8):832-835. doi: 10.1016/s0749-8063(01)90006-4.
3. Perka C, Schultz O, Lindenhayn K, et al. Joint cartilage repair with transplantation of embryonic chondrocytes embedded in collagen-fibrin matrices. *Clin Exp Rheumatol.* 2000;18(1):13-22.
4. Эйсмонт О.Л., Скакун П.Г., Борисов А.В., и др. Современные возможности и перспективы хирургического лечения повреждений и заболеваний суставного хряща // Медицинские новости. – 2008. – № 7. – С. 12-19. [Eysmont OL, Skakun PG, Borisov AV, et al. Sovremennye vozmozhnosti i perspektivy khirurgicheskogo lecheniya povrezhdeniy i zabolevaniy sustavnogo khryashcha. *Meditsinskie novosti.* 2008;7:12-19. (In Russ).]
5. Лаврищева Г.И., Михайлова Л.Н. О репаративной регенерации суставного хряща // Ревматология. – 1985. – № 4. – С. 47-50. [Lavrishcheva GI, Mikhaylova LN. O reparativnoy regeneratsii sustavnogo khryashcha. *Revmatologiya.* 1985;4:47-50. (In Russ).]
6. Маланин Д.А. Пластика полнослойных дефектов гиалинового хряща в коленном суставе: экспериментальные и клинические аспекты репаративного хондрогенеза: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Волгоград, 2002. – 39 с. [Malanin DA. Plastika polnosloynnykh defektov gialinovogo khryashcha v kolennom sustave: experimentalnye i klinicheskie aspekty reparativnogo khondrogeneza [dissertation]. Volgograd, 2002. 39 p. (In Russ).]
7. Смирнов С.В., Сычевский М.В., Ваза А.Ю. Матрикс-терапия — новое направление регенеративной медицины. Сборник тезисов IX съезда травматологов-ортопедов России. Т. 3. – Саратов, 2010. – С. 1143. [Smirnov SV, Sychevskiy MV, Vaza AJu. Matrix-terapia – novoe napravlenie regenerativnoy meditsiny. In: Sbornik tezisov IX s'ezda travmatologov-ortopedov Rossii. Saratov, 2010;3:1143. (In Russ).]
8. Passler NH. Microfracture for treatment of cartilage defects. *Zentralbl Chir.* 2000;125(6):500-504.
9. Косицина А.М., Плотнягина В.И., Левошин В.В., и др. Влияние импульсного ультразвука на заживление внутрисуставного перелома коленного сустава в эксперименте // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1980. – № 11. – С. 21-24. [Kositsina AM, Plotnyagina VI, Levoshin VV, et al. Vliyanie impulsnogo ultrazvuka na zazhivlenie vnutrisustavnogo pereloma kolennogo sustava v experimente. *Ortoped Travmatol.* 1980;11:21-24. (In Russ).]
10. Патент РФ на изобретение № 2185114/20.07.02. Бюл. № 20. Норкин И.А., Винокуров В.А., Царева Е.Е. Способ хирургической коррекции околосуставных деформаций коленного сустава у детей. [Patent RUS 2185114/20.07.02. Byul. № 20, Norkin IA, Vinokurov VA, Tsareva EE. Sposob khirurgicheskoy korrektsii okolosustavnykh deformatsiy kolennogo sustava u detey. (In Russ).]
11. Буланов Ю.Б. Хрящ // *Muscle Nutrition Review.* – 2002. – № 8. – С. 35-42. [Bulanov JB. Khryashch. *Muscle Nutrition Review.* 2002;8:35-42. (In Russ).]
12. Павлова В.Н. Синовиальная среда суставов. – М.: Медицина, 1980. – 295 с. [Pavlova VN. *Sinovialnaya sreda sustavov.* Moscow: Meditsina; 1980. 295 p. (In Russ).]
13. Neidel J, Schulze M. Value of synovial analysis for prognosis of matrix synthesis of transplanted chondrocytes. *Der Orthopade.* 2000;29(2):158-63.
14. Патент РФ на изобретение № 2316281/10.02.08. Бюл. № 4. Царева Е.Е., Куркин С.А., Винокуров В.А., Норкин И.А. Способ внесуставной коррекции деформаций коленного сустава. [Patent RUS 2316281/ 10.02.08. Byul. № 4. Tsareva EE, Kurkin SA, Vinokurov VA, Norkin IA. Sposob vneshustavnoy korrektsii deformatsiy kolennogo sustava. (In Russ).]
15. Царева Е.Е. Хирургическое лечение деформаций коленного сустава у детей и подростков: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Саратов, 2008. [Tsareva EE. Khirurgicheskoe lechenie deformatsiy kolennogo sustava u detey i podrostkov. [dissertation] Saratov; 2008. (In Russ).]
16. Барабаш Ю.А. Оптимизация и стимуляция процессов остеорепарации при хирургическом лечении переломов длинных костей и их последствий (клинико-экспериментальное исследование): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2001. [Barabash JuA. Optimizatsiya i stimulyatsiya protsessov osteoreparatsii pri khirurgicheskom lechenii perelomov dlinnykh kostey i ikh posledstviy (kliniko-experimentalnoe issledovanie) [dissertation]. Saint-Petersburg, 2001. (In Russ).]
17. Винокуров В.А., Норкин И.А., Царева Е.Е., Куркин С.А. Репаративная регенерация гиалинового хряща в аспекте хирургического лечения околосуставной деформации конечности. В кн.: Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии. – СПб., 2004. – С. 46-47. [Vinokurov VA, Norkin IA, Tsareva EE, Kurkin SA. Reparativnaya regeneratsiya gialinovogo khryashcha v aspekte khirurgicheskogo lecheniya okolosustavnoy deformatsii konechnosti. In: *Aktual'nye voprosy detskoj travmatologii i ortopedii.* Saint-Petersburg, 2004. P. 46-47. (In Russ).]
18. Завьялов П.В., Плаксин И.Т. Деформирующий остеохондроз большеберцовой кости у детей (Болезнь Эрлахера — Блаунта). – Ташкент: Медицина УзССР, 1974. – 175 с. [Zavjalov PV, Plaksin IT. *Deformiruyushchiy osteokhondroz bolshebertsovoy kosti u detey (Bolezn Erlakhera-Blaunta).* Tashkent: Meditsina UzSSR, 1974. 175 p. (In Russ).]
19. Лаврищева Г.И., Оноприенко Г.А. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. – М.: Медицина, 1996. – 207 с. [Lavrishcheva GI, Onoprienko GA. *Morfologicheskie i klinicheskie aspekty reparativnoy regeneratsii opornykh organov i tkaney.* Moscow: Meditsina, 1996. 207 p. (In Russ).]

## SURGICAL CORRECTION OF JOINT DEFORMITIES AND HYALINE CARTILAGE REGENERATION

*Vinokurov V.A., Norkin I.A.*

Saratov Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saratov, Russian Federation

**Aim.** To determine a method of extra-articular osteochondral fragment formation for the improvement of surgical correction results of joint deformities and optimization of regenerative conditions for hyaline cartilage.

**Materials and Methods.** The method of formation of an articular osteochondral fragment without penetration into the joint cavity was devised experimentally. More than 30 patients with joint deformities underwent the surgery.

**Results.** During the experiments, we postulated that there may potentially be a complete recovery of joint defects because of hyaline cartilage regeneration. By destructing the osteochondral fragment and reforming

it extra-articularly, joint defects were recovered in all patients. The results were evaluated as excellent and good in majority of the patients.

**Conclusion.** These findings indicate a novel method in which the complete recovery of joint defects due to dysplastic genesis or osteochondral defects as a result of injuries can be obtained. The devised method can be used in future experiments for objectification and regenerative potential of hyaline cartilage (e.g., rate and volume of the reformed joints that regenerate, detection of cartilage elements, and the regeneration process).

**Keywords:** joint deformities, surgical correction, cartilage.

---

### *Сведения об авторах*

**Винокуров Вячеслав Александрович** — к. м. н., старший научный сотрудник, врач-травматолог-ортопед детского травматолого-ортопедического отделения ФГБУ «СарНИИТО» Минздрава России. E-mail: sarniito@yandex.ru.

**Норкин Игорь Алексеевич** — д. м. н., профессор, директор ФГБУ «СарНИИТО» Минздрава России. E-mail: sarniito@yandex.ru.

**Vinokurov Vyacheslav Alexandrovich** — MD, PhD, Senior research associate, Department of pediatric traumatology and orthopedics. Saratov Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopedics. E-mail: sarniito@yandex.ru.

**Norkin Igor Alekseevich** — MD, PhD, professor, Director. Saratov Scientific and Research Institute of Traumatology and Orthopedics.