

ВОЗМОЖНОСТИ МОЗАИЧНОЙ ХОНДРОПЛАСТИКИ ХРЯЩЕВЫХ ДЕФЕКТОВ СУСТАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ

POSSIBILITIES OF MOSAIC CHONDROPLASTY OF CARTILAGE DEFECTS OF THE ARTICULAR SURFACES OF THE KNEE JOINT IN OSTEOARTHRITIS

Ларцев Ю.В. Lartsev Yu.V.
Кудашев Д.С. Kudashev D.S.
Зуев-Ратников С.Д. Zuev-Ratnikov S.D.
Распутин Д.А. Rasputin D.A.
Шмельков А.В. Shmelkov A.V.
Баранов Ф.А. Baranov F.A.

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, Самара, Россия
Samara State Medical University,
Samara, Russia

Цель – проанализировать среднесрочные и отдаленные результаты лечения пациентов с полнослойными деструктивно-дистрофическими остеохондральными дефектами суставных поверхностей коленного сустава после использования различных способов мозаичной хондропластики.

Материал и методы. Были оценены результаты хирургического лечения и проведен их сравнительный анализ у 87 пациентов с гонартрозом, имеющих остеохондральные дефекты суставной поверхности коленного сустава. Пациенты были разделены на три группы. В первой группе (n = 29) применяли классическую мозаичную аутохондропластику по L. Hangody, во второй группе (n = 31) использовали разработанный способ аутохондропластики (патент РФ № 2239377), при котором для замещения дефекта применяли костные губчатые аутооттрансплантаты из крыла подвздошной кости, в третьей группе (n = 27) был применен новый способ хондропластики (патент РФ № 2484784), при котором наряду с классической техникой L. Hangody дополнительно выполняли миопластику метафизарной области пораженного мыщелка несвободным мышечным трансплантатом из m. gracilis. Результаты лечения оценивали с помощью шкал Oxford knee score (OKS), индекса WOMAC и альгофункционального индекса Лекена. Магнитно-резонансную томографию (МРТ) и рентгенографию коленного сустава выполняли всем пациентам. Оценку результатов проводили до операции и после проведенного лечения на сроках 3, 12 и 36 месяцев.

Результаты. Анализ результатов лечения выявил их достоверную разницу у пациентов второй и третьей групп по сравнению с первой. Более выраженное клинико-функциональное восстановление коленного сустава, рентгенологические и МРТ-симптомы репарации суставной поверхности и более медленный темп прогрессии деструктивно-дистрофического поражения сустава в отдаленные сроки наблюдения были отмечены у пациентов второй и третьей групп. Одновременно с этим зафиксирован факт достаточно близких по значению результатов лечения у больных указанных групп уже через 12 месяцев после выполненного хирургического вмешательства.

Выводы. Сравнительный анализ результатов хирургического органосохраняющего лечения пациентов с деструктивно-дистрофическими остеохондральными дефектами суставной поверхности коленного сустава

Objective – to analyze the mid-term and long-term results of treatment of patients with full-layer destructive-dystrophic osteochondral defects of the articular surfaces of the knee joint after using various methods of mosaic chondroplasty.

Materials and methods. The results of surgical treatment were evaluated and their comparative analysis was carried out in 87 patients with gonarthrosis with osteochondral defects of the articular surface of the knee joint. The patients were divided into three groups. The first group (n = 29) received classical mosaic autochondroplasty according to L. Hangody. The second group (n = 31) received the developed technique of autochondroplasty (RF Patent No. 2239377), when cancellous bone autografts from the iliac wing were used for replacement of a defect. The third group (n = 27) received the new technique of chondroplasty (RF Patent No. 2484784), i.e. myoplasty of the metaphyseal region of the affected condyle was performed with non-free muscle graft from m.gracilis, along with the classic method by L. Hangody. Treatment outcomes were assessed using the Oxford knee score (OKS), WOMAC index, and Leken's algofunctional index. Magnetic resonance imaging (MRI) and radiography of the knee joint were performed in all patients. The results were evaluated before the operation and after the treatment at the terms of 3, 12 and 36 months.

Results. An analysis of the results of treatment revealed their significant difference in patients of the second and third groups compared with the first group. More pronounced clinical and functional recovery of the knee joint, X-ray and MRI symptoms of reparation of the articular surface, and a slower rate of progression of destructive-dystrophic joint damage in the long-term follow-up were noted in patients of the second and third groups. At the same time, the fact of sufficiently similar results of treatment in patients of these groups was recorded already 12 months after the surgical intervention.

Conclusion. A comparative analysis of the results of surgical organ-preserving treatment of patients with destructive-dystrophic osteochondral defects of the articular surface of the knee joint showed

Для цитирования: Ларцев Ю.В., Кудашев Д.С., Зуев-Ратников С.Д., Распутин Д.А., Шмельков А.В., Баранов Ф.А. ВОЗМОЖНОСТИ МОЗАИЧНОЙ ХОНДРОПЛАСТИКИ ХРЯЩЕВЫХ ДЕФЕКТОВ СУСТАВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КОЛЕННОГО СУСТАВА ПРИ ОСТЕОАРТРОЗЕ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2022. № 4, С. 25-35.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/438>

DOI: 10.24412/1819-1495-2022-4-25-35

показал, что наибольшую эффективность продемонстрировали способы мозаичной аутопластики, основанные не на постулировании приоритета простого механического заполнения области дефекта костно-хрящевыми трансплантатами, а базирующиеся на современном понимании роли костной ткани как в патогенезе остеоартроза, так и в процессах репаративной регенерации.

Ключевые слова: коленный сустав; деструктивно-дистрофические заболевания; дефект хряща; мозаичная хондропластика; органосохраняющие технологии.

that the most effective methods were demonstrated by mosaic autoplasty, based not on postulating the priority of simple mechanical filling of the defect area with bone and cartilage grafts, but based on a modern understanding of the role of bone tissue both in the pathogenesis of osteoarthritis and in the processes of reparative regeneration.

Key words: knee joint; destructive-dystrophic diseases; cartilage defect; mosaic chondroplasty; organ-preserving technologies.

В настоящее время патогенез остеоартроза рассматривается с позиций абсолютной взаимосвязанности процессов ремоделирования субхондральной кости и гиалинового хряща в ответ на биомеханические нагрузки на сустав. Исследования последних лет убедительно показывают, что эти два анатомических образования формируют в суставе единый биокомпозит — морфологическую и функциональную единицу, с взаимопроникающей системой молекулярного сигналинга и коррелирующими биологическими и биомеханическими адаптационными процессами. При этом на первый план дискуссии выходит вопрос локализации первичных патологических процессов изменения структуры и состава тканей сустава при остеоартрозе, так как раннее постулирование о первичной инициации деструкции и дегенерации суставного хряща сегодня подвергается критической оценке [1, 2].

Характеризующие деструктивно-дистрофический процесс изменения в периапартулярной кости представляют собой адаптацию к локальным и биомеханическим и биологическим сигналам. Эти изменения опосредуются костными клетками, которые модифицируют архитектуру и свойство кости посредством активных клеточных процессов моделирования и ремоделирования [2, 3]. Развивающиеся нарушения микроциркуляции в метафизарных областях бедренной и большеберцовой костей с дальнейшим развитием внутрикостного венозного стаза, отека костного мозга и дезорганизации гомеостаза приводят к локальной ишемии, гипоксии и кистозной перестройке субхондральной кости. Это обуславливает нарушение трофики кальцифицированного и радиального слоев гиалинового хряща с его последующей дегенерацией и

формированием полнослойных пентрирующих дефектов суставных поверхностей [4, 5].

Таким образом, основным патогенетическим механизмом развития хондральных дефектов коленного сустава как при первичном остеоартрозе, так и при вторичных поражениях является нарушение адекватного ремоделирования гиалинового хряща и субхондральной кости в ответ на биомеханический стресс. Это приводит к процессам дистрофии и деструкции анатомо-функциональной системы хрящ/кость, манифестирующим в виде поражения, прежде всего, суставного хряща как анатомической структуры, эволюционно имеющей крайне низкий репаративный потенциал [6-8].

Обеспечение условий для максимально полноценной регенерации пораженной суставной поверхности является комплексной задачей, от полноты решения которой зависит как степень морфологического и функционального восстановления коленного сустава, так и повышение качества жизни пациентов с деструктивно-дистрофическими хондральными дефектами [9-11].

Главными особенностями дефектов суставных поверхностей при остеоартрозе являются их размеры и глубина — как правило, они имеют площадь более 4 см², а также III и IV степени поражения по классификациям Outerbridge (1961) и ICRS (International Cartilage Repair Society, 2000). Кроме этого деструктивно-дистрофические дефекты гиалинового хряща в подавляющем числе случаев располагаются на суставной поверхности наиболее нагружаемых отделов внутреннего мыщелка бедра, что предъявляет к этой области особые требования в плане сопротивления механическим нагрузкам. Все эти факторы значительно снижают

эффективность применения таких способов мезенхимальной стимуляции, как абразивная хондропластика, субхондральная туннелизация и микрофрактурирование, в качестве оперативного лечения [12-14].

Применение в данной ситуации различных вариантов клеточных технологий, в том числе имплантации культуры аутологичных хондроцитов и искусственных биоимплантов, технологии AMIC (autologous matrix-induced chondrogenesis) также не находят на сегодняшний момент широкого использования. Это обусловлено высокой стоимостью указанного лечения, нерешенностью ряда юридических вопросов, а также отсутствием стабильного прогноза для положительных результатов [15-17]. Рассматривая способы хондропластики с применением клеточных технологий, следует указать и на определенную дискуссионность патогенетического обоснования данных способов оперативного лечения, которое заключается по сути в замещении костно-хрящевых дефектов клеточной массой аутологичных культивированных хондроцитов. Поскольку основные характеристики прочности гиалинового хряща обеспечивают структурные макромолекулы внеклеточного матрикса, а хондроциты занимают не более 1-1,5 % объема хряща, расчет на восстановление необходимых физических свойств области трансплантации полнослойных дефектов при использовании суспензий культивированных клеток в отдаленном послеоперационном периоде является поводом для дискуссии [13, 18].

Одним из наиболее широко используемых способов хирургического лечения пациентов с хондральными дефектами остается мозаичная костно-хрящевая аутопластика, предложенная L. Hangody

в 1992 году и в настоящее время занимающая 17-27 % среди всех вариантов хондропластики. Способ предусматривает забор и имплантацию костно-хрящевых ауто-трансплантатов разного диаметра, донорской областью которых являются малонагружаемые отделы наружного и внутреннего мыщелков бедренной кости этого же сустава или межмыщелковой арки кпереди от места прикрепления передней крестообразной связки [1, 19].

Применение мозаичной костно-хрящевой аутопластики имеет продолжительный положительный клинический опыт, однако в случае дефектов деструктивно-дистрофического характера указанный способ показывает ряд негативных факторов, которые оказывают отрицательное влияние на процессы репаративного хондрогенеза, тем самым снижают число положительных результатов лечения в среднесрочном и отдаленном периодах наблюдения. Недостатки костно-хрящевой мозаичной аутопластики при ее использовании у пациентов с остеоартрозом мы сформулировали в виде следующих положений:

- ограниченность объема необходимого аутопластического материала;
- снижение площади активно функционирующего хряща в случае получения трансплантатов из малонагружаемых отделов, что ассоциировано с дополнительной травмой тканей сустава;
- в качестве донорского материала использование потенциально неполноценной (дистрофически измененной) хрящевой ткани (фактор, не зависящий от причин, которые привели к формированию дефекта хряща, кроме травмы);
- риск дистрофии трансплантатов после пересадки по типу «snowman» вследствие имеющегося деструктивно-дистрофического процесса в суставе;
- хронический болевой синдром в области забора трансплантатов;
- риск развития асептического воспаления в донорской зоне с его конверсией в хронический синовит и прогрессией развития вторичного остеоартроза.

Все вышеизложенное инициировало разработку нами новых спосо-

бов мозаичной аутохондропластики с последующим проведением анализа эффективности их применения у пациентов с остеоартрозом коленного сустава с наличием полнослойных хрящевых дефектов.

Цель работы — проанализировать среднесрочные и отдаленные результаты лечения пациентов с полнослойными деструктивно-дистрофическими остеохондральными дефектами суставных поверхностей коленного сустава после использования различных способов мозаичной хондропластики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В рамках исследования нами были оценены результаты хирургического лечения и проведен их сравнительный анализ у пациентов с гонартрозом, имеющих остеохондральные дефекты суставной поверхности коленного сустава, проходивших стационарное лечение в условиях травматолого-ортопедического отделения № 2 Клиник ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России с 2012 по 2020 г. включительно.

Исследование проводили на основании этических принципов Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (с поправками 2013 г.), с соблюдением основ трехстороннего Соглашения по надлежащей клинической практике (ICH GCP), актуального законодательства Российской Федерации и в соответствии с утвержденным протоколом. Информированное добровольное согласие на участие в исследовании получено от каждого пациента.

Всего под нашим наблюдением находились 94 пациента. Критериями включения в исследование были следующие: пол — любой; возраст — до 65 лет; имеющийся верифицированный деформирующий гонартроз II и III стадий по Kellgren и Lawrence в модификации Leuquesne (1982); наличие остеохондрального дефекта суставной поверхности одного мыщелка III и IV степени по Outerbridge (1961).

Критериями исключения из исследования являлись: площадь дефекта суставной поверхности более 7 см²; указание на травму

крестообразных связок и/или менискэктомия в анамнезе; двустороннее поражение суставов; наличие сопутствующей эндокринной и обменной патологии, в том числе сахарного диабета и подагры; наличие заболевания соединительной ткани, носящего системный характер; беременность; варусная или вальгусная деформация коленного сустава; алиментарно-конституциональное ожирение II степени и выше (ИМТ > 33 кг/м²).

Вышеуказанным критериям включения соответствовали 87 пациентов, которые вошли в настоящее исследование.

Все больные, наблюдавшиеся в исследовании, посредством стратифицированной (послойной) рандомизации были распределены на три группы, в каждой из которых применяли тот или иной способ мозаичной хондропластики. Стратификацию в рамках проведенного исследования осуществляли распределением пациентов по группам с учетом следующих факторов: пол, возраст, длительность анамнеза заболевания (табл. 1).

Первой группе больных (29 пациентов) выполняли мозаичную костно-хрящевую аутопластику по классическому способу, предложенному L. Hangody. Для замещения дефекта в качестве пластического материала применяли остеохондральные аутооттрансплантаты этого же сустава, донорская область которых располагалась на малонагружаемых отделах.

Во второй группе (31 больной) хирургическое вмешательство выполняли с применением разработанного на кафедре способа хондропластики дефектов хряща суставной поверхности (патент РФ № 2239377). Способ основан на классической технике мозаичной хондропластики, при этом имеет важное отличие, заключающееся в применении для замещения области дефекта костных губчатых аутооттрансплантатов крыла подвздошной кости.

В третью клиническую группу вошли 27 пациентов, оперативное лечение которых проводили с использованием нового способа хондропластики суставных поверхностей (патент РФ № 2484784).

Таблица 1
Стратифицированная рандомизация пациентов по группам
Table 1
Stratified randomization of patients by groups

Группы / Groups		Первая группа First group (n = 29)	Вторая группа Second group (n = 31)	Третья группа Third group (n = 27)
Признак / Sign	Пол Gender			
	мужской / male	6	7	5
Возраст Age	женский / female	23	24	22
	30-39 лет / years	2	1	2
	40-49 лет / years	7	6	5
	50-59 лет / years	13	15	12
Длительность заболевания Disease duration	60-65 лет / years	7	9	8
	< 1 года / year	5	4	4
	1-3 года / years	6	8	6
	3-5 лет / years	11	10	11
	> 5 лет / years	7	9	6

Основным отличием данной операции, остеохондральный дефект при которой замещается с применением общеизвестной техники мозаичной хондропластики, является дополнительное формирование несвободного мышечного лоскута из брюшка нежной мышцы с последующим проведением его через специально сформированный канал в метафизарной зоне под основаниями костно-хрящевых аутоотрансплантатов в области имплантации.

Во всех случаях, вошедших в исследование, при выполнении основных этапов хирургического вмешательства применяли специализированный набор инструментов для хондропластики Acufex (Smith&Nephew).

По полу, возрасту и сопутствующей патологии пациенты всех групп были сопоставимы. Средний возраст пациентов варьировал от 30 до 65 лет и составил 53,2 года.

Из числа наблюдавшихся больных женщин было 66 (76,4 %), мужчин — 21 (23,6 %) (табл. 2). Площадь и локализация дефектов суставной поверхности у наблюдавшихся пациентов представлены в таблице 3.

Перед выполнением основного этапа операции всем пациентам проводили видеоартроскопию коленного сустава, в ходе которой анализировали состояние внутрисуставных структур, а также локализацию, площадь и степень поражения суставного хряща (по Outerbridge). При необходимости производили дебридмент, шейвинг суставного хряща вокруг дефекта и сглаживание краев последнего. Далее переходили непосредственно к выполнению мозаичной хондропластики по способу, соответствующему группе, в которую входил пациент. Во всех случаях данный этап операции осуществляли открыто,

после выполнения медиальной парapatеллярной артротомии.

Если хирургическая техника мозаичной костно-хрящевой аутопластики по L. Hangody, примененная у больных первой группы, хорошо известна и подробно описана в специализированной литературе, то описание способов операций у пациентов второй и третьей групп требует детализации.

У больных второй группы был применен разработанный нами способ замещения остеохондральных дефектов суставной поверхности (патент РФ № 2239377), основные этапы которого представлены ниже.

После выполнения артротомии визуализируется область дефекта суставной поверхности и окончательно оцениваются его характеристики (рис. 1). Затем по границе рубцовой ткани моделируются края дефекта хряща до видимого здоро-

Таблица 2
Распределение пациентов по возрасту и полу
Table 2
Distribution of patients by age and sex

Возраст / Age	30-39	40-49	50-59	60-65	Итого Total
Пол / Gender					
Мужчины Male	2	4	10	5	21
Женщины Female	3	14	29	20	66
Всего Total	5 (5.7 %)	18 (20.7 %)	39 (44.8 %)	25 (28.8 %)	87 (100 %)

Таблица 3
Площадь и локализация наблюдавшихся хондральных дефектов
Table 3
Area and localization of observed chondral defects

Площадь дефекта Defect area см ² /cm ²	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-5.9	6.0-6.9	Итого Total
Локализация Location					
Медиальный мыщелок Medial condyle	5	11	34	32	82
Латеральный мыщелок Lateral condyle	0	1	2	2	5
Всего Total	5 (5.7 %)	12 (13.8 %)	36 (41.4 %)	34 (39.1 %)	87 (100 %)

вого слоя. В субхондральной кости формируются каналы перпендикулярно контуру субхондральной кости при помощи полых фрез диаметрами от 4,5 до 8 мм, глубиной 20 мм (рис. 2). Количество каналов в реципиентной зоне всегда индивидуально и определяется необходимостью полного заполнения всей площади дефекта. Между формируемыми каналами при этом необходимо сохранять стенки до 3 мм толщиной. Это позволяет увеличить площадь контакта ауто-трансплантатов с костной тканью в реципиентной зоне и сохранить их трофику в условиях деструктивно-дистрофического поражения костной ткани.

Следующим этапом выполняется доступ к гребню подвздошной кости ипсилатеральной стороны прямым разрезом в его проекции, отступив на 2-3 см кзади от spina iliaca anterior superior. Из крыла и тела подвздошной кости формируются донорские ауто-трансплантаты соответствующего размера и в необходимом количестве (рис. 3).

В завершении выполняется поочередное введение донорских костных ауто-трансплантатов в подготовленную область остеохондрального дефекта суставной поверхности путем плотной посадки (press-fit) таким образом, чтобы на уровне суставного хряща, окружающего дефект, находилась дистальная часть трансплантатов (рис. 4 а, б).

Наш опыт показал, что при площади хондрального дефекта до 4 см² его можно полностью заместить трансплантатами, забранными

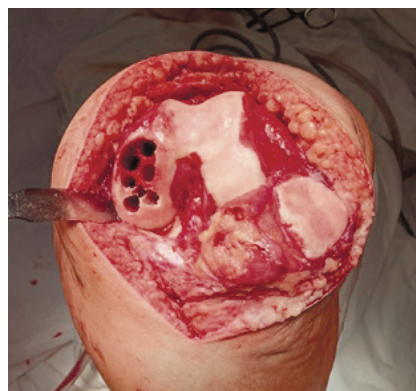
Рисунок 1
Визуализация остеохондрального дефекта в области медиального мыщелка бедра после выполнения артротомии коленного сустава
Figure 1
Visualization of an osteochondral defect in the area of the medial femoral condyle after knee arthrotomy



только из крыла подвздошной кости. При поражениях суставной поверхности большей площади для хондропластики мы используем комбинацию костных губчатых ауто-трансплантатов крыла подвздошной кости с костно-хрящевыми ауто-трансплантатами мало- и ненагружаемых отделов сустава. При этом применение костных губчатых ауто-трансплантатов позволяет заместить 50-60 % от всей площади дефекта.

У пациентов третьей клинической группы мы применяли второй разработанный нами способ аутохондропластики дефектов суставной поверхности (патент РФ

Рисунок 2
Вид области дефекта (реципиентная зона) после подготовки к трансплантации: сформировано пять каналов Ø = 8 мм и три канала Ø = 6,5 мм
Figure 2
View of the defect area (recipient zone) after preparation for transplantation: five channels Ø = 8 mm and three channels Ø = 6.5 mm were formed



№ 2484784). В основе его разработки лежат результаты экспериментальной работы по моделированию дефектов хряща и их оперативного лечения, выполненной на базе Института экспериментальной медицины и биотехнологий (ИЭМБ) Самарского государственного медицинского университета. Также наши исследования подтвердили данные работ ряда авторов о важнейшем значении субхондральной кости метаэпифизов длинных трубчатых костей в патогенезе деструктивно-дистрофических поражений суставов и обосновали необходимость коррекции микроциркуляции и метаболизма этой зоны при вы-

Рисунок 3

Вид донорской области — гребня и крыла подвздошной кости после забора костных аутотрансплантатов

Figure 3

View of the donor area — the crest and wing of the ilium after the collection of bone autografts



полнении хондропластики. С этой целью мы использовали технику миопластики несвободным мышечным аутотрансплантатом, которая с успехом применяется, в частности, при лечении поражения костной ткани длинных трубчатых костей при хроническом остеомиелите.

Оперативное вмешательство выполняли следующим образом. После выполнения этапа мозаичной хондропластики остеохондральными аутотрансплантатами из мало-нагружаемых отделов сустава дополнительный разрез кожи длиной до 2-3 см производится по внутренней поверхности коленного сустава в проекции нежной мышцы (*m. gracilis*). На следующем этапе выполняется ее выделение с формированием несвободного мышечного лоскута с последующей фиксацией на держалке. В последующем через этот же доступ под контролем рентгенографии в мышечке бедра в метафизарной зоне под основанием костно-хрящевых аутотрансплантатов в зоне дефекта формируется поперечный канал длиной до 4-5 см. Далее несвободный мышечный лоскут нежной мышцы, полученный ранее, проводится в сформированный канал и фиксируется трансоссально. Схематичное изображение хирургического вмешательства представлено на рисунке 5.

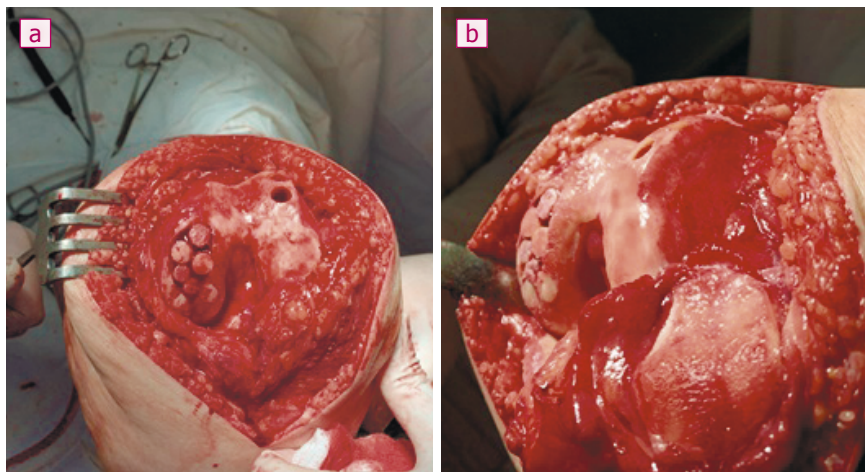
Протокол послеоперационного ведения пациентов всех клинических групп был полностью идентичен.

Рисунок 4

Дефект суставной поверхности спереди (a) и сбоку (b) после завершения мозаичной костно-хрящевой аутопластики

Figure 4

Anterior (a) and lateral (b) articular surface defect after completion of mosaic osteochondral autoplasty



В основе лежит принцип полного ограничения опорной нагрузки на конечность в течение 6 недель. Однако основным условием является раннее начало сгибательно-разгибательных движений. Пациентам со вторых суток после хирургического вмешательства назначали занятия на аппарате для роботизированной

механотерапии нижней конечности (CPM — continuous passive motion).

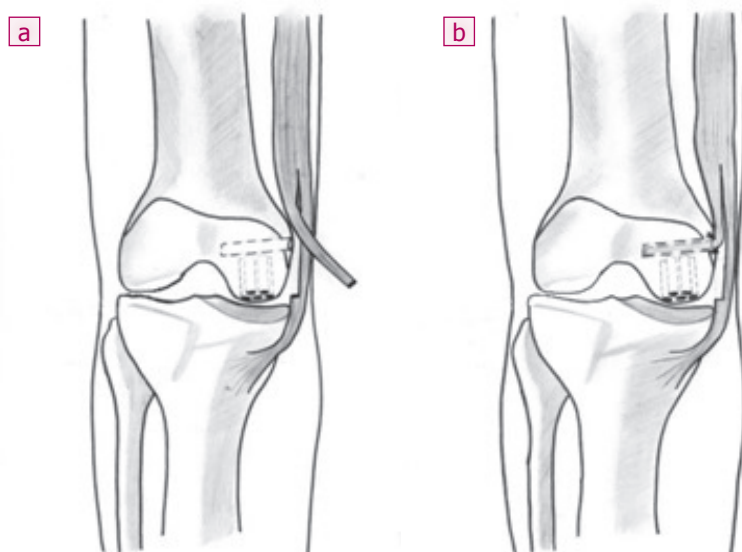
Кроме этого, в периоперационном периоде все больные получали системную антибиотикопрофилактику в виде введения парентерально до разреза (за 30 минут) цефалоспоринов II поколения (2 г) и затем по 2 г каждые 12 часов по

Рисунок 5

Миопластика метафизарной области внутреннего мыщелка бедренной кости *m.gracilis*: a) формирование мышечного аутотрансплантата (*m. gracilis*); b) введение сформированного аутотрансплантата под основание костно-хрящевых трансплантатов

Figure 5

Myoplasty of the metaphyseal region of the internal condyle of the femur *m.gracilis*: a) formation of a muscle autograft (*m.gracilis*); b) introduction of the formed autograft under the base of bone and cartilage grafts



сле хирургического вмешательства. Также у всех пациентов был реализован единый протокол медикаментозной симптоматической терапии.

Клиническую оценку результатов лечения — степень выраженности болевого синдрома и функциональные возможности коленного сустава — проводили с помощью следующих систем, рекомендованных Osteoarthritis Research Society International (OARSI): альгофункциональный индекс Лекена, индекс остеоартрита WOMAC и Oxford knee score (OKS) [1, 18]. Клинико-функциональные результаты лечения оценивали до операции и в сроки 3, 12 и 36 месяцев после проведения хирургического вмешательства. Кроме этого, для объективизации анализа структурных изменений суставной поверхности области трансплантации пациентам выполняли рентгенографию и магнитно-резонансную томографию (МРТ) коленного сустава. Указанные исследования проводили до выполнения хирургического вмешательства и после (через 12 месяцев).

Сравнения между группами были выполнены с помощью непараметрического дисперсионного анализа Краскела—Уоллиса с последующим сравнением групп по критерию Манна—Уитни—Вилкоксона. Критические значения уровня статистической значимости при проверке нулевой гипотезы принимали равными $p \leq 0,05$. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием программного пакета STATISTICA (Statistica for Windows, Release 6.1, StatSoft Inc., USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Показатели значений индексов и шкал клинической оценки до лечения, через 3, 12 и 36 месяцев после лечения представлены в таблицах 4-7.

Оценка полученных результатов лечения показала улучшение изучаемых показателей во всех группах наблюдавшихся пациентов. Однако проведенный анализ выявил достоверную разницу клинико-функционального восстановления у боль-

ных второй и третьей групп по сравнению с первой. Наиболее выражено данная разница результатов лечения проявляется в позднем (12 месяцев) и отдаленном (36 месяцев) периодах после операции. При этом необходимо отметить достаточно близкие по значению результаты лечения у пациентов второй и третьей клинических групп в отдаленные сроки наблюдения (суммарный индекс WOMAC — $437 \pm 58,4$ и $479 \pm 29,1$, альгофункциональный индекс M. Lequesne — $2,19 \pm 0,27$ и $2,34 \pm 0,11$, Oxford knee score — $17,72 \pm 0,38$ и $19,11 \pm 0,18$ соответственно). Мы связываем это с созданием оптимальных условий для процессов регенерации при применении предложенных способов хондропластики. Следует отметить, что во второй клинической группе использование костных губчатых аутооттрансплантатов, забранных внесуставно, показало их большую интеграцию с окружающими тканями и значительно выраженную морфологическую перестройку. Это сильно отличает их от трансплантатов, взятых в этом

Таблица 4

Показатели значений индексов и шкал клинической оценки до лечения, баллы ($M \pm \sigma$)

Table 4

Index values and scales of clinical evaluation before treatment, points ($M \pm \sigma$)

Показатели Values	Первая группа First group (I)	Вторая группа Second group (II)	Третья группа Third group (III)	p^{I-II}	p^{I-III}	p^{II-III}
Суммарный индекс WOMAC Total WOMAC index	903 ± 43.4	851 ± 62.2	889 ± 43.7	0.165	0.098	0.109
Альгофункциональный индекс M. Lequesne Algofunctional index by M. Lequesne	8.31 ± 0.38	7.45 ± 0.13	8.17 ± 0.55	0.124	0.137	0.059
Показатель шкалы Oxford knee score (OKS) Oxford knee score (OKS) value	33.17 ± 2.1	$39.57 \pm 0,14$	38.27 ± 0.57	0.086	0.121	0.261

Таблица 5

Показатели значений индексов и шкал клинической оценки через 3 месяца после лечения, баллы ($M \pm \sigma$)

Table 5

Values of indices and scales of clinical assessment 3 months after treatment, points ($M \pm \sigma$)

Показатели Values	Первая группа First group (I)	Вторая группа Second group (II)	Третья группа Third group (III)	p^{I-II}	p^{I-III}	p^{II-III}
Суммарный индекс WOMAC Total WOMAC index	769 ± 27.5	715 ± 68.2	781 ± 46.9	0.069	0.133	0.057
Альгофункциональный индекс M. Lequesne Algofunctional index by M. Lequesne	6.09 ± 0.27	5.73 ± 0.23	5.76 ± 0.19	0.073	0.082	0.197
Показатель шкалы Oxford knee score (OKS) Oxford knee score (OKS) value	31.07 ± 0.35	33.67 ± 0.11	34.29 ± 0.15	0.052	< 0.05	0.092

Таблица 6

Показатели значений индексов и шкал клинической оценки через 12 месяцев после лечения, баллы (M ± σ)

Table 6

Values of indices and scales of clinical assessment 12 months after treatment, points (M ± σ)

Показатели Values	Первая группа First group (I)	Вторая группа Second group (II)	Третья группа Third group (III)	p ^{I-II}	p ^{I-III}	p ^{II-III}
Суммарный индекс WOMAC Total WOMAC index	651 ± 79.3	584 ± 43.8	603 ± 37.4	0.069	0.133	0.064
Альгофункциональный индекса M. Lequesne Algofunctional index by M. Lequesne	5.07 ± 0.18	3.48 ± 0.64	4.11 ± 0.24	< 0.05	< 0.05	0.057
Показатель шкалы Oxford knee score (OKS) Oxford knee score (OKS) value	26.31 ± 0.11	24.06 ± 0.29	21.89 ± 0.41	0.053	< 0.05	0.087

Таблица 7

Показатели значений индексов и шкал клинической оценки через 36 месяцев после лечения, баллы (M ± σ)

Table 7

Values of indices and scales of clinical assessment 36 months after treatment, points (M ± σ)

Показатели Values	Первая группа First group (I)	Вторая группа Second group (II)	Третья группа Third group (III)	p ^{I-II}	p ^{I-III}	p ^{II-III}
Суммарный индекс WOMAC Total WOMAC index	509 ± 37.2	437 ± 58.4	479 ± 29.1	< 0.05	0.081	0.128
Альгофункциональный индекса M. Lequesne Algofunctional index by M. Lequesne	3.62 ± 0.24	2.19 ± 0.27	2.34 ± 0.11	< 0.05	< 0.05	0.163
Показатель шкалы Oxford knee score (OKS) Oxford knee score (OKS) value	21.98 ± 0.14	17.72 ± 0.38	19.11 ± 0.18	< 0.05	0.052	0.095

же пораженном суставе, с заведомо измененными деструктивно-дистрофическим процессом костной и хрящевой тканями, а также приводит к снижению травматизации сустава интраоперационно.

В третьей клинической группе, несмотря на использование остеохондральных аутотрансплантатов из малонагружаемых отделов сустава, миопластика метафизарной области трансплантации приводит к улучшению локального кровообращения и активизирует трофические процессы, что обеспечивает полноценную остеоинтеграцию костной части трансплантатов в реципиентной зоне и создает оптимальные условия для процессов репарации хрящевой ткани.

При анализе рентгенограмм коленного сустава в прямой и боковой проекциях, выполняемых в положении стоя, оценивали изменения субхондральной кости, структуру метафизарной области пораженного мыщелка и степень прогрессии рентгенологических симптомов остеоартроза. На магнитно-резонансных томограммах ана-

лизировали состояние суставного хряща, патологические изменения интраартикулярных мягких тканей, а также верифицировали выраженность и локализацию отека костного мозга с оценкой динамики его изменений.

Осуществляя оценку рентгеновских снимков, рентгенологические симптомы прогрессии деструктивно-дистрофического поражения сустава в виде усиления склерозирования субхондральной кости мыщелков бедра и асимметричного сужения рентгеновской суставной щели наблюдали в позднем периоде (12 месяцев) после операции у 5 (17,2 %) пациентов первой группы. Идентичную динамику патологического процесса в этот период наблюдения во второй и третьей группах визуализировали у 4 (12,9 %) и 5 (18,5 %) пациентов соответственно. Через 36 месяцев после хондропластики фиксировали прогрессирование рентгенологических симптомов остеоартроза у 11 (37,9 %) пациентов первой группы, у 7 (22,6 %) больных второй группы и у 8 (29,6 %) пациентов

третьей группы. Иными словами, способ оперативного вмешательства оказывает влияние на изменения рентгенологической картины во всех группах исследования, $\chi^2 = 6,8$, $p < 0,05$.

При изучении магнитно-резонансных томограмм коленного сустава на двенадцатый месяц после хирургического вмешательства у 8 (27,5 %) больных первой группы определяли истончение суставного гиалинового хряща в области трансплантации, визуализировали в пораженном мыщелке бедра зоны умеренного перифокального отека и кистовидную перестройку субхондральной кости в виде единичных или множественных полостей с характерными жидкостными сигналами и наличием склеротического ободка. Кроме этого, у пациентов этой группы верифицировали отек костного мозга донорской области — латерального эпифиза бедренной кости, что свидетельствовало о развитии хронического воспалительного процесса в указанной зоне. Во второй и третьей группах развитие дегенеративных

изменений гиалинового хряща, наиболее выраженное в области хондропластики, визуализировали у 5 (16,1 %) и 6 (22,2 %) пациентов соответственно.

На сроке наблюдения 36 месяцев прогрессирование дегенеративно-дистрофического поражения хряща суставных поверхностей как бедренной, так и большеберцовой кости наблюдали у 12 (41,3 %) больных первой группы. Аналогичные изменения суставного хряща во второй группе были менее выражены и наблюдались у 9 (29 %) пациентов. У больных третьей клинической группы прогрессию деструктивно-дистрофического поражения хряща с сохранением перифокального отека костного мозга пораженного мыщелка бедра визуализировали в 10 (37 %) случаях.

Необходимо отметить, что выявленные с помощью рентгенографии и МРТ симптомы прогрессии остеоартроза оперированного сустава в значительном числе случаев не сопровождались ухудшением клинических проявлений заболевания. Свидетельством этого является тот факт, что на сроке наблюдения 36 месяцев после операции только одному из наблюдавшихся больных выполнили тотальное эндопротезирование коленного сустава из-за значительного снижения качества жизни, обусловленного развитием клинически манифестной терминальной стадии остеоартроза.

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время отмечается отчетливый тренд увеличения числа операций одномыщелкового эндопротезирования коленного сустава у пациентов с деструктивно-дистрофическими монокондиллярными остеохондральными дефектами суставных поверхностей. Однако данное оперативное вмешательство имеет целый ряд потенциальных рисков и дискуссионных моментов, к которым можно отнести проблему ожиданий и реальной удовлетворенности пациентов после данного хирургического вмешательства, неоднозначные отдаленные клинические результаты, замещение двух суставных поверхностей при поражении только одной, проспективную невозмож-

ность провести конверсию в тотальное эндопротезирование при развитии ряда осложнений и, наконец, сознательный отказ пациентов от одномыщелкового эндопротезирования [4, 6].

Научные данные многочисленных авторов и полученные в проведенном исследовании результаты, несмотря на существующее скептическое отношение к использованию мозаичной хондропластики при остеоартрозе, убедительно показывают возможность успешного ее клинического применения при деформирующем гонартрозе II и III стадии. Однако это может быть достигнуто при условии тщательной и взвешенной оценки сопутствующих факторов, определяющих исход вмешательства [1, 3].

Об эффективности использования мозаичной аутопластики при деструктивно-дистрофическом поражении сустава нам убедительно говорит интересная макроскопическая картина области трансплантации у пациентов с прогрессирующим остеоартрозом коленного сустава после предшествующей в анамнезе хондропластики, полученная при клиническом наблюдении у пациентов, которым мы выполняли тотальное эндопротезирование. В области аутопластики мыщелка бедра в этих наблюдениях четко визуализировали сформированную фиброзную хрящевую ткань, макроскопически измененную, как остальная окружающая суставная поверхность, а также отсутствие фатальных деструктивных изменений (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

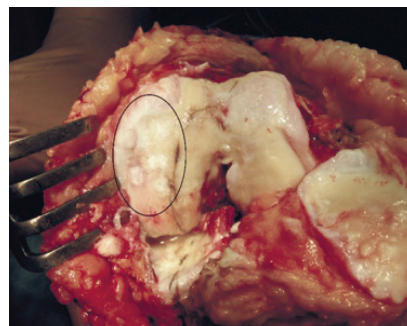
Применение при деструктивно-дистрофических дефектах хряща коленного сустава мозаичной костно-хрящевой аутопластики является патогенетически обоснованным, а эффективность способа оперативного восстановления суставной поверхности заключается в достижении выраженной клинической ремиссии и обеспечении функционального восстановления сустава. При остеоартрозе, сопровождающемся формированием монокондиллярных полнослойных хондральных дефектов, ее можно применять как один из основных

способов органосохраняющих хирургических вмешательств.

У пациентов с полнослойными деструктивно-дистрофическими хрящевыми дефектами суставной поверхности выполненный сравнительный анализ результатов их оперативного лечения показал, что наибольшая эффективность мозаичной аутохондропластики была выявлена в группах пациентов, где применяли способы оперативного вмешательства, основанные не на постулировании приоритета простого механического заполнения области дефекта костно-хрящевыми трансплантатами, а базирующиеся на современном понимании роли костной ткани как в патогенезе остеоартроза, так и в процессах репаративной регенерации, независимо протекающих в субхондральной, метафизарной кости и суставном хряще. Этот момент является, с нашей точки зрения, принципиально важным, так как итог процессов морфологической перестройки гиалинового хряща трансплантатов, а следовательно, и восстановление механических свойств области трансплантации в значительной степени определяет качество кости трансплантируемых структур и самой области трансплантации.

Рисунок 6
Область суставной поверхности внутреннего мыщелка бедра после операции аутохондропластики дефекта костными губчатыми аутооттрансплантатами спустя 6 лет (обведена линией)

Figure 6
The area of the articular surface of the internal femoral condyle after autochondroplasty of the defect with spongy bone autografts 6 years later (circled)



Полученные в настоящем исследовании результаты позволяют рекомендовать предложенные способы хондропластики для применения в клинической практике и открывают возможности для их дальнейшего усовершенствования.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Работа выполнена в соответствии с планом научных исследований кафедры и клиники травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова

ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Korzh NA, Golovakha ML, Orlyansky V. Damage to the cartilage of the knee joint. Zaporozhye: "Prosvita", 2013. 128 p. Russian (Корж Н.А., Головаха М.Л., Орлянский В. Повреждения хряща коленного сустава. Запорожье: «Просвита», 2013. 128 с.)
2. Sharma AR, Jagga S, Lee SS, Nam JS. Interplay between cartilage and subchondral bone contributing to pathogenesis of osteoarthritis. *Int J Mol Sci*. 2013; 14(10): 19805-19830. doi: 10.3390/ijms141019805
3. Marcacci M, Filardo G, Kon E. Treatment of cartilage lesions: what works and why? *Injury*. 2013; 44(suppl 1): S11-S15.
4. Bruns J, Werner M, Habermann C. Osteochondritis dissecans: etiology, pathology, and imaging with a special focus on the knee joint. *Cartilage*. 2018; 9(4): 346-362. doi: 10.1177/1947603517715736
5. Juneau C, Paine R, Chicas E, Gardner E, Bailey L, McDermott J. Current concepts in treatment of patellofemoral osteochondritis dissecans. *Int J Sports Phys Ther*. 2016; 11(6): 903-925.
6. Kushner FD, Scott VN, Scuderi JR. Knee Surgery. Moscow: Medical Literature, 2014. 274 p. Russian (Кушнер Ф.Д., Скотт В.Н., Скудери Ж.Р. Хирургия коленного сустава. Москва: Медицинская литература, 2014. 274 с.)
7. Richter DL, Schenck RC Jr, Wascher DC, Treme G. Knee articular cartilage repair and restoration techniques: a review of the literature. *Sports Health*. 2016;8(2):153-160. doi: 10.1177/1941738115611350
8. Hoffman JK, Geraghty S, Protzman NM. Articular cartilage repair using marrow stimulation augmented with a viable chondral allograft: 9-month postoperative histological evaluation. *Case Rep Orthop*. 2015; 2015: 617365. doi: 10.1155/2015/617365
9. Bozhokin MS, Bozhkova SA, Netylko GI. Possibilities of modern cellular technologies for the restoration of damaged articular cartilage (analytical review of the literature). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2016; (3): 122-134. Russian (Божоккин М.С., Божкова С.А., Нетьлько Г.И. Возможности современных клеточных технологий для восстановления поврежденного суставного хряща (аналитический обзор литературы) //Травматология и ортопедия России. 2016. № 3. С. 122-134.)
10. Garkavi AV, Blokov MYu. Arthroscopic chondroplasty of local cartilaginous defects of the knee joint using the chondro-gide collagen membrane. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2015; 3(15): 4-7. Russian (Гаркави А.В., Блоков М.Ю. Артроскопическая хондропластика локальных хрящевых дефектов коленного сустава с использованием коллагеновой мембраны chondro-gide //Кафедра травматологии и ортопедии. 2015. № 3(15). С. 4-7.)
11. Filardo G, Kon E, Roffi A, Di Martino A, Marcacci M. Scaffold-based repair for cartilage healing: a systematic review and technical note. *Arthroscopy*. 2013; 29(1): 174-186.
12. Vinokurov VA, Norkin IA. Surgical correction of knee joint deformity and regeneration of hyaline cartilage. *Pediatric Traumatology, Orthopedics and Reconstructive Surgery*. 2015; 3(4): 37-43. Russian (Винокуров В.А., Норкин И.А. Хирургическая коррекция деформации коленного сустава и регенерация гиалинового хряща //Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2015. Т. 3, № 4. С. 37-43.)
13. Becher C, Ettinger M, Ezechieli M, Kaps C, Ewig M, Smith T. Repair of retropatellar cartilage defects in the knee with microfracture and a cell-free polymer-based implant. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2015; 135(7): 1003-1010. doi: 10.1007/s00402-015-2235-5
14. Erggelet C, Vavken P. Microfracture for the treatment of cartilage defects in the knee joint – A golden standard? *J Clin Orthop Trauma*. 2016; 7(3): 145-52. doi: 10.1016/j.jcot.2016.06.015
15. Huang BJ, Hu JC, Athanasiou KA. Cell-based tissue engineering strategies used in the clinical repair of articular cartilage. *Biomaterials*. 2016; 98: 1-22. doi: 10.1016/j.biomaterials.2016.04.018
16. Gille J, Behrens P, Volpi P, de Girolamo L, Reiss E, Zoch W, et al. Outcome of autologous matrix induced chondrogenesis (AMIC) in cartilage knee surgery: data of the AMIC Registry. *Arch. Orthop. Trauma Surg*. 2013; 133(1): 87-93.
17. Ridley TJ, Rud CT, Macalena JA. Patellofemoral articulating osteochondral (Kissing) lesion treated with autologous chondrocyte implantation: a case report. *J Orthop Case Rep*. 2017; 7(3): 41-44. doi: 10.13107/jocr.2250-0685.798.
18. Deng Z, Jin J, Zhao J, Xu H. Cartilage defect treatments: with or without cells? Mesenchymal stem cells or chondrocytes? Traditional or matrix-assisted? A systematic review and meta-analyses. *Stem Cells Int*. 2016; 2016: 9201492. doi: 10.1155/2016/9201492
19. Hangody L, Dobos J, Baló E, Pánics G, Hangody LR, Berkes I. Clinical experiences with autologous osteochondral mosaicplasty in an athletic population: a 17-year prospective multicenter study. *Am J Sports Med*. 2010; 38(6): 1125-1133. doi: 10.1177/0363546509360405

Сведения об авторах:

Ларцев Ю.В., д.м.н., профессор, заведующий операционным отделением № 1 Клиник СамГМУ, профессор кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Information about authors:

Lartsev Yu.V., MD, PhD, professor, chief of surgery unit No. 1 of Clinics of Samara State Medical University, professor of department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov, Samara State Medical University, Samara, Russia.

Кудашев Д.С., к.м.н., доцент, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 2 Клиник СамГМУ, доцент кафедры травматологии ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Зуев-Ратников С.Д., к.м.н., доцент, доцент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 2 Клиник СамГМУ, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Распутин Д.А., к.м.н., доцент, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 2 Клиник СамГМУ, доцент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Шмельков А.В., к.м.н., заведующий детским травматолого-ортопедическим отделением Клиник СамГМУ, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Баранов Ф.А., к.м.н., врач травматолог-ортопед травматологического отделения педиатрического корпуса, СОКБ им. В.Д. Середавина; ассистент кафедры травматологии, ортопедии и поликлинической хирургии ИПО, ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России, г. Самара, Россия.

Адрес для переписки:

Кудашев Дмитрий Сергеевич, ул. Чапаевская, 89, г. Самара, Россия, 443099

Самарский государственный медицинский университет, кафедра травматологии, ортопедии и экстремальной хирургии имени академика РАН А.Ф. Краснова

Тел: +7 (927) 607-62-09

E-mail: dr.kudashev@gmail.com; dmitrykudashev@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 18.11.2022

Рецензирование пройдено: 23.11.2022

Подписано в печать: 01.12.2022

Kudashev D.S., candidate of medical sciences, associate professor, chief of traumatology and orthopedics unit No. 2 of Clinics of Samara State Medical University, associate professor of department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov, Samara State Medical University, Samara, Russia.

Zuev-Ratnikov S.D., candidate of medical sciences, associate professor, associate professor of department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov, Samara State Medical University; traumatologist-orthopedist, traumatology and orthopedics unit No. 2 of Clinics of Samara State Medical University, Samara, Russia.

Rasputin D.A., candidate of medical sciences, associate professor, traumatologist-orthopedist, traumatology and orthopedics unit No. 2 of Clinics of Samara State Medical University, associate professor of department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov, Samara State Medical University, Samara, Russia.

Shmelkov A.V., candidate of medical sciences, chief of pediatric traumatology and orthopedics unit of Clinics of Samara State Medical University, assistant of department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov, Samara State Medical University, Samara, Russia.

Baranov F.A., candidate of medical sciences, traumatologist-orthopedist of trauma unit of pediatric department, Samara Regional Clinical Hospital named after V.D. Seredavin, assistant of department of traumatology, orthopedics and polyclinical surgery of Institute of Professional Education, Samara State Medical University, Samara, Russia.

Address for correspondence:

Kudashev Dmitry Sergeevich, Chapaevskaya St., 89, Samara, Russia, 443099 Samara State Medical University, department of traumatology, orthopedics and extreme surgery named after RAS academic A.F. Krasnov

Tel: +7 (927) 607-62-09

E-mail: dr.kudashev@gmail.com; dmitrykudashev@mail.ru

Received: 18.11.2022

Review completed: 23.11.2022

Passed for printing: 01.12.2022

