

УДК 616.728.3-018.3-001-053.2-089.87
DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS64290>



Результаты лечения пациентов с повреждениями гиалинового хряща коленного сустава с применением резекционных и остеоперфоративных методик

С.В. Чеботарёв¹, В.В. Хоминец¹, Д.А. Земляной², Л.И. Калюжная¹, А.С. Гранкин¹, Р.А. Федоров¹

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

² Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Санкт-Петербург, Россия

Обоснование. Повреждение хрящевой ткани травматического и дегенеративного генеза встречается наиболее часто в практике ортопеда, при этом успех терапии остается ограниченным.

Цель — проанализировать результаты хирургического лечения пациентов с травматическими и дегенеративными повреждениями гиалинового хряща коленного сустава с применением дебридмента и остеоперфоративных методик и с учетом времени, прошедшего после выполнения оперативного вмешательства.

Материалы и методы. Проведен статистический анализ результатов лечения 223 пациентов с травматическим и дегенеративным повреждением суставного гиалинового хряща коленного сустава, которые получили оперативное лечение с использованием дебридмента зоны повреждения и остеоперфоративных методик (туннелизация, микрофрактурирование) в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2009 по 2019 г. В работе опирались на данные, полученные при анкетировании пациентов с помощью опросников KOOS и LKSS.

Результаты. Доля пациентов с хорошими результатами в период наблюдения от 1 года до 4 лет после операции была достоверно больше, чем доля пациентов в период от 4 до 8 и более 8 лет ($p = 0,004$). Достоверные различия в результатах лечения между группами с резекционными и разными остеоперфоративными методиками отсутствовали.

Заключение. Резекционные и остеоперфоративные методики лечения дефектов гиалинового хряща являются технически простыми и позволяют получить хорошие результаты у пациентов с повреждениями суставного хряща в период от 1 до 4 лет с момента операции. Ухудшение результатов лечения отмечено в период с 4 до 8 лет вне зависимости от использованной методики и более значимо у пациентов с послеоперационным сроком более 8 лет.

Ключевые слова: коленный сустав; гиалиновый хрящ; дефект хряща; хондропатия; хондропластика.

Как цитировать:

Чеботарёв С.В., Хоминец В.В., Земляной Д.А., Калюжная Л.И., Гранкин А.С., Федоров Р.А. Результаты лечения пациентов с повреждениями гиалинового хряща коленного сустава с применением резекционных и остеоперфоративных методик // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. 2021. Т. 9. № 4. С. 397–406. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS64290>

DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS64290>

Treatment outcomes of patients with knee hyaline cartilage damages using osteoperforative methods

Sergei V. Chebotarev¹, Vladimir V. Khominets¹, Dmitry A. Zemlyanoy², Lidiya I. Kalyuzhnaya¹, Aleksey S. Grankin¹, Roman A. Fedorov¹

¹ Kirov Military Medical Academy, Saint Petersburg, Russia;

² Saint Petersburg State Pediatric Medical University, Saint Petersburg, Russia

BACKGROUND: The treatment of traumatic and degenerative cartilage damage is one of the largest areas in orthopedic practice, and the therapy success remains limited.

AIM: To analyze the results of surgical treatment of patients with traumatic and degenerative injuries of the knee joint hyaline cartilage using debridement and osteoperforative techniques, taking into account the time from the surgical intervention.

MATERIALS AND METHODS: A statistical analysis was conducted on the treatment outcomes of servicemen with traumatic and degenerative damage in the knee joint articular hyaline cartilage. Patients underwent surgical treatment using osteoperforative techniques (abrasive chondroplasty, tunneling, and microfracturing) at the Clinic of Military Traumatology and Orthopedics of the S.M. Kirov Military Medical Academy from 2009 to 2019. The study relied on the data obtained from questioning the patients using the Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) and LKSS questionnaires.

RESULTS: The result analyses using the KOOS and LKSS scales revealed significantly higher good results in the observed group in the postoperative period from 1 to 4 years than in the groups from 4 to 8 and more than 8 years ($p = 0.004$). No significant differences were determined in the treatment outcomes of the groups with resection and different osteoperforative methods.

CONCLUSIONS: Treatment methods for hyaline cartilage defects, such as resection and osteoperforative, are technically simple with good treatment outcomes in patients with articular cartilage injuries from 1 to 4 years postoperative. Treatment outcome deterioration was noted in 4–8 years postoperative, regardless of the treatment method used, which is more significant in patients in >8 years postoperative.

Keywords: knee joint; hyaline cartilage; cartilage defect; chondropathy; chondroplasty.

To cite this article:

Chebotarev SV, Khominets VV, Zemlyanoy DA, Kalyuzhnaya LI, Grankin AS, Fedorov RA. Treatment outcomes of patients with knee hyaline cartilage damages using osteoperforative methods. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(4):397–406. DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS64290>

ОБОСНОВАНИЕ

Повреждения хрящевой ткани травматического и дегенеративного генеза встречаются наиболее часто в практике ортопеда, а сложность терапии обусловлена специфичностью гистологического строения гиалинового хряща [1].

Более 50 % обращений к врачу — травматологу-ортопеду в амбулаторном звене связано с болью в крупных суставах. Анализ результатов более 30 тыс. артроскопических операций по поводу повреждений крупных суставов показал, что в 63 % случаев повреждение суставного хряща было различной степени [2, 3].

Существует большое количество способов лечения дефектов суставного хряща, но успех терапии остается ограниченным. При хирургическом лечении для замещения дефектов хрящевой ткани используют аутологичные остеохондральные трансплантаты, однако данная методика не лишена недостатков. Место забора трансплантата ограничено площадью донорского участка, который должен соответствовать ненагружаемой суставной поверхности хряща. Донорский сайт является фактором риска возникновения болезненности в послеоперационном периоде и развития дегенеративно-дистрофического процесса сустава [4].

Активно развиваются методики с применением биотехнологий, клеточной терапии, методов тканевой инженерии [5]. Такой подход связан с обеспечением необходимых лабораторных условий и наличием специалистов соответствующей квалификации для культивирования клеточного материала. Кроме того, в итоге лечения не всегда образуется хрящевая ткань, а результаты лечения с помощью методов регенеративной медицины сопоставимы с широко распространенными способами остеоперфорации [6–8]. При этом преимущество последних заключается в минимальном наборе необходимого хирургического инструментария, дешевизне и простоте выполнения процедур посредством минимально инвазивного кратковременного однократного оперативного вмешательства. Однако существуют данные, согласно которым результаты, полученные с применением остеоперфоративных методик, ухудшаются с течением времени после операции, что ограничивает их использование [9, 10].

В клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии накоплен большой опыт использования дебридмента участков поврежденного суставного хряща и таких остеоперфоративных методик, как туннелизация, микрофрактурирование.

Цель — проанализировать результаты хирургического лечения пациентов с травматическими и дегенеративными повреждениями гиалинового хряща коленного сустава с применением дебридмента и остеоперфоративных методик и с учетом времени, прошедшего после оперативного вмешательства.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В ретроспективное исследование включены 223 пациента, прооперированных в клинике военной травматологии и ортопедии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в период с 2009 по 2019 г. Все они были разделены на две группы. Первую группу составили 43 пациента с хондромалацией суставного хряща опорной поверхности мыщелков бедренной кости после травмы коленного сустава, а вторую (180 пациентов) — пациенты с хондромалацией аналогичных зон в результате застарелого дегенеративного поражения хряща, как отражения начальных явлений гонартроза. Критерием включения пациентов в исследование было повреждение суставного хряща II (34; 15,2 %), III (105; 47,1 %), IV (84; 37,7 %) степеней (по Outerbridge, 1961) с поражением опорной поверхности суставного хряща одного из мыщелков бедренной кости общей площадью до 2 см². В исследование не вошли пациенты с сопутствующей патологией коленного сустава, за исключением лоскутных и дегенеративных повреждений менисков, по поводу которых необходима их частичная резекция. Всем больным применяли следующие оперативные методики: дебридмент зоны поврежденного хряща (50; 22,4 %) — преимущественно у пациентов со II степенью повреждения суставного хряща; туннелизацию (64; 28,7 %); микрофрактурирование (99; 44,4 %) — у пациентов с III и IV степенями. На 2-е сутки после операции выполняли пункцию коленного сустава. Ходьбу при помощи костылей без нагрузки на оперированную ногу, а также упражнения лечебной физической культуры (сокращения мышц бедра и голени) рекомендовали со 2-х суток, а физиотерапевтические процедуры (магнитотерапию, ультразвуковую терапию) — с 7-х суток. Дозированную нагрузку у пациентов с дебридментом сустава разрешали со 2-х суток, а при использовании остеоперфоративных методик — с 4-й недели после оперативного вмешательства. Распределение пациентов по гендерному признаку оказалось таким: значительно преобладали лица мужского пола (164; 73,5 %), женщин было 59 (26,5 %). Возраст пациентов колебался от 17 до 69 лет, в среднем на момент операции в первой группе составлял $32,7 \pm 12,4$ года, во второй — $40,3 \pm 12,4$ года.

Результаты хирургического лечения пациентов каждой из обследованных групп анализировали с помощью международных систем оценки результатов по двум шкалам. Для субъективной оценки состояния пациента, влияния заболевания на качество жизни и профессиональную деятельность использовали шкалу исхода травмы и остеоартрита коленного сустава (Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, KOOS). Количество баллов — от 100 до 0, при этом неудовлетворительными считали результаты при значениях от 0 до 49 баллов, удовлетворительными — 50–79 баллов, хорошими — 80–99 баллов и отличными — 100 баллов. Эта шкала состоит из пяти подшкал для оценки боли и других

симптомов, активности в повседневной жизни, функции ноги во время занятий спортом и отдыха, качества жизни в целом. Опросник шкалы KOOS отражает только субъективное мнение пациентов, поэтому, чтобы избежать искажения результатов, обусловленное индивидуальным восприятием вышеуказанных параметров, нами была применена балльная шкала для коленного сустава LKSS (Lysholm Knee Scoring Scale). Она позволяет объективизировать результаты лечения и включает вопросы, касающиеся хромоты, отека коленного сустава, эпизодов блокирования и нестабильности в суставе, боли, дискомфорта и ограничений при подъеме по лестнице, приседаниях и использовании поддерживающих устройств. Согласно шкале LKSS менее 65 баллов — это плохие результаты, 65–83 — удовлетворительные, 84–94 — хорошие, 95–100 — отличные. Исследование проводили по двум шкалам для комплексного анализа результатов лечения, поскольку они основаны на разных подходах к оценке состояния пациентов [11, 12].

Статистическую обработку полученных результатов осуществляли в программе StatSoft Statistica 6.1. Относительные частоты внутри двух групп сравнивали путем проверки гипотезы о равенстве относительных частот в двух популяциях, за уровень значимости p принимали величину $<0,05$, при $0,1 \geq p \geq 0,05$ считали, что существует тенденция к различию [13].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ результатов лечения пациентов в первой группе с распределением по подгруппам в зависимости от длительности послеоперационного периода представлен в табл. 1.

Удовлетворенность лечением пациентов первой группы оценивали согласно шкалам KOOS и LKSS в разные временные периоды после операции. Установлена интересная закономерность: доля пациентов с хорошими и отличными результатами в период от 1 года до 4 лет после операции была статистически значимо больше, чем в период от 4 до 8 лет ($p = 0,004$). Следует подчеркнуть, что, согласно данным опросникам, ни один из пациентов, результат лечения которого анализировали в сроки более 8 лет, не оценил свое состояние как «отличное» или «хорошее».

Результаты анкетирования пациентов второй группы представлены в табл. 2.

Картину, сходную с данными первой группы, мы наблюдали при оценке удовлетворенности результатами лечения пациентов второй группы по шкале KOOS. При увеличении длительности послеоперационного периода доля хороших и отличных результатов снизилась с 93,2 % в подгруппе со сроком послеоперационного наблюдения от 1 до 4 лет до 62,7 и 18,2 % в сроки от 4 до 8

Таблица 1. Результаты лечения пациентов первой группы в зависимости от длительности послеоперационного периода по шкалам KOOS и LKSS

Период после операции, подгруппы	Результат лечения							
	по шкале KOOS				по шкале LKSS			
	неуд.	удовл.	хор.	отл.	плохо	удовл.	хор.	отл.
От 1 года до 4 лет (1)	0; 0 %	0; 0 %	24; 92,3 %	2; 7,7 %	0; 0,0 %	2; 7,7 %	17; 65,4 %	7; 26,9 %
От 4 до 8 лет (2)	0; 0 %	10; 71,4 %	4; 28,6 %	0; 0 %	0; 0,0 %	10; 71,4 %	4; 28,6 %	0; 0,0 %
От 8 до 10 лет (3)	0; 0 %	3; 100 %	0; 0 %	0; 0 %	1; 33,3 %	2; 66,7 %	0; 0,0 %	0; 0,0 %
Уровень значимости, p	—	—	$p_{1-2} < 0,001$ $p_{1-3} < 0,001$	—	—	—	$p_{1-2} = 0,032$ $p_{1-3} = 0,04$	$p_{1-2} = 0,039$ $p_{1-3} = 0,31$

Примечание: p_{1-2} ; p_{1-3} ; p_{2-3} — уровень значимости различий в результатах лечения в зависимости от длительности послеоперационного периода.

Таблица 2. Результаты лечения пациентов второй группы в зависимости от длительности послеоперационного периода по шкалам KOOS и LKSS

Период после операции, подгруппы	Результат лечения							
	по шкале KOOS				по шкале LKSS			
	неуд.	удовл.	хор.	отл.	плохо	удовл.	хор.	отл.
От 1 года до 4 лет (1)	0; 0 %	8; 6,8 %	93; 78,8 %	17; 14,4 %	0; 0,0 %	8; 6,8 %	19; 16,1 %	91; 77,1 %
От 4 до 8 лет (2)	0; 0 %	19; 37,3 %	32; 62,7 %	0; 0 %	4; 7,8 %	21; 41,2 %	15; 29,4 %	11; 21,6 %
От 8 до 10 лет (3)	0; 0 %	9; 81,8 %	2; 18,2 %	0; 0 %	1; 9,1 %	10; 90,9 %	0; 0,0 %	0; 0,0 %
Уровень значимости, p		$p_{1-2} < 0,0001$ $p_{2-3} = 0,008$	$p_{1-2} = 0,031$ $p_{2-3} = 0,009$	$p_{1-2} = 0,005$	$p_{1-2} = 0,002$ $p_{1-3} = 0,002$	$p_{1-2} < 0,0001$ $p_{2-3} = 0,004$	$p_{1-2} = 0,049$ $p_{2-3} = 0,045$	$p_{1-2} < 0,0001$ $p_{2-3} < 0,0001$

Примечание: p_{1-2} ; p_{1-3} ; p_{2-3} — уровень значимости различий в результатах лечения в зависимости от длительности послеоперационного периода.

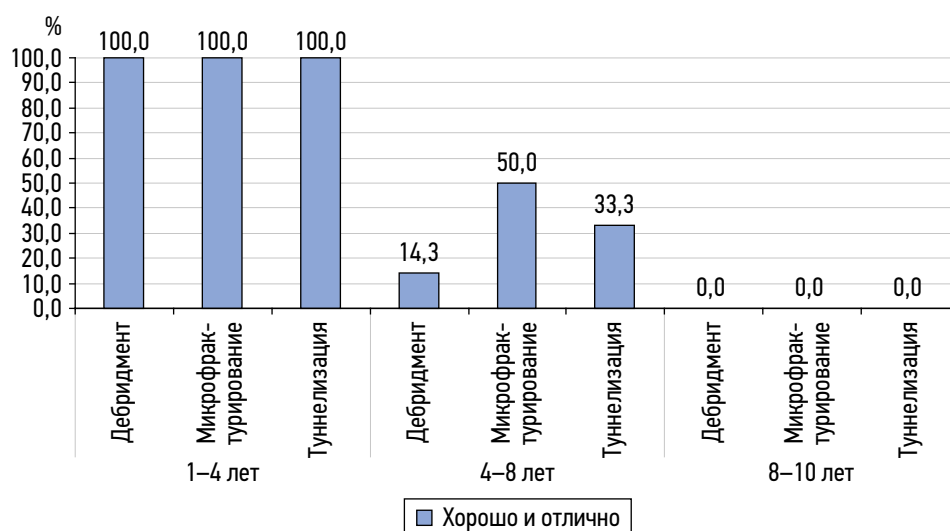


Рис. 1. Суммарная частота хороших и отличных результатов лечения пациентов первой группы в разные сроки после оперативных вмешательств в зависимости от их вида (оценка по шкале KOOS)

и от 8 до 10 лет соответственно. При этом увеличилась доля больных, которые оценили результаты своего лечения как удовлетворительные ($p = 0,035$). Обращает на себя внимание, что по шкале KOOS, даже при максимальном сроке наблюдения, неудовлетворительных результатов не было.

Было проведено анкетирование пациентов второй группы по шкале LKSS, в которой хорошие и отличные результаты в период наблюдения от 1 до 4 лет отмечены в 93,2 %, а в период от 4 до 8 лет — в 51,0 % случаев. Кроме того, в подгруппе пациентов со сроками от 8 до 10 лет после операции хороших и отличных результатов лечения не было. Выявлена такая же закономерность, как и при использовании шкалы KOOS ($p = 0,014$). В то же время уже через 4 года после вмешательства некоторые пациенты второй группы расценивали результат лечения как плохой.

Сравнение данных, представленных в табл. 1 и 2, показало, что уменьшение доли хороших и отличных результатов с увеличением срока наблюдения происходило в обеих группах. При этом среди пациентов второй группы с послеоперационным сроком от 4 до 8 лет доля лиц, оценивающих свое состояние как хорошее, была статистически значимо больше, чем среди пациентов первой группы (62,7 и 28,6 % соответственно, $p = 0,026$).

На рис. 1 и 2 представлены хорошие и отличные результаты лечения пациентов в зависимости от вида оперативного вмешательства и длительности послеоперационного периода.

Статистически значимых отличий результатов лечения пациентов первой группы между подгруппами с разными послеоперационными сроками в зависимости от вида оперативного лечения не обнаружено. В подгруппе с послеоперационным периодом от 4 до 8 лет результаты были

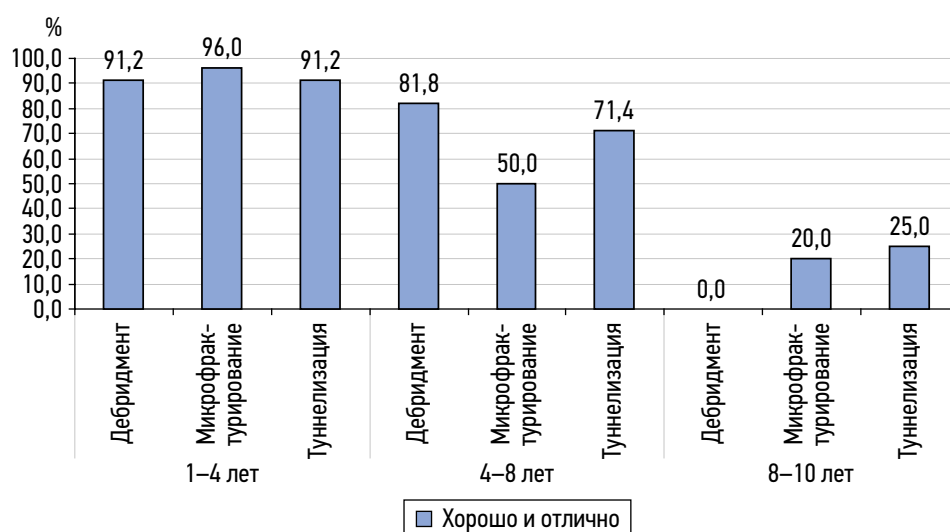


Рис. 2. Суммарная частота хороших и отличных результатов лечения пациентов второй группы в разные сроки после оперативных вмешательств в зависимости от их вида (оценка по шкале KOOS)

достоверно лучше у пациентов после микрофрактурирования.

При проведении статистического анализа результатов лечения пациентов второй группы по шкале KOOS достоверных отличий между подгруппами в зависимости от послеоперационного периода с учетом техники операции также не выявлено. Следует отметить, что в подгруппе с послеоперационным периодом от 4 до 8 лет наблюдалась тенденция к различию между результатами лечения с наибольшим количеством положительных результатов у пациентов с применением дебридмента ($p = 0,08$).

При сравнении результатов лечения пациентов первой и второй групп со сроком послеоперационного периода от 4 до 8 лет обнаружено достоверное уменьшение оценки результатов лечения методом дебридмента зоны повреждения хряща у пациентов с травматическим повреждением суставного хряща ($p = 0,02$). Другие статистически значимые отличия результатов лечения между группами отсутствовали.

ОБСУЖДЕНИЕ

Мы проанализировали результаты хирургического лечения дефектов суставного хряща с помощью наиболее часто используемых и технически простых и доступных методов. Дебридмент, как резекционный метод, направлен на локальное сглаживание поверхности поврежденного хряща и удаление отслоенного. Данная методика преследует цель восстановления движения в суставе и улучшение конгруэнтности суставных поверхностей, но не предусматривает стимуляцию гистогенеза в образовавшемся дефекте. При применении остеоперфоративных методик с целью восстановления повреждений хрящевой ткани нарушается целостность субхондральной кости для создания каналов между дефектом в хряще и нижележащим костным мозгом [14]. Предполагается, что рекрутированные мультипотентные стромальные клетки костного мозга проникают в созданный дефект суставного хряща через эти каналы, способствуя последующему образованию новой ткани, сходной с суставным хрящом (ремоделированию).

В нашей работе статистически значимых отличий между группами с применением остеоперфоративных методов лечения выявлено не было. Сходные данные приводят и зарубежные авторы [15]. Однако при анализе результатов применения дебридмента и остеоперфоративных методик выяснилось, что среди пациентов второй группы со сроком послеоперационного наблюдения от 4 до 8 лет доля лиц, оценивающих свое состояние как хорошее, была больше, чем среди пациентов первой группы. Дебридмент оказался менее эффективным способом лечения пациентов с травматическим повреждением хрящевой ткани. Быстрое прогрессирование деструктивного процесса в травмированном суставном хряще, приводящее к раннему формированию дегенеративно-дистрофических

изменений сустава, предположительно связано с закономерными явлениями вторичной альтерации в зоне дефекта, усугубленной процедурой дебридмента, и анатомо-физиологическими особенностями самой хрящевой ткани, обуславливающими неспособность ее к спонтанной регенерации.

Следует отметить, что такие подходы к восстановлению суставного хряща эффективны только для небольших дефектов — площадью до 2 см² [16]. Обзор литературы показывает несомненное превосходство мозаичной хондропластики перед остеоперфоративными методиками в долгосрочной перспективе у пациентов с локальным повреждением хрящевой ткани площадью 4–6 см² [17]. Кроме того, ряд авторов отмечают, что остеоперфоративные методики, как и дебридмент суставной поверхности, обеспечивают относительно кратковременное функциональное улучшение [18], так как, вопреки ожиданиям, дефекты заполняются преимущественно волокнистым, а не гиалиновым хрящом. Этот эффект обнаружен и в нашем исследовании: если в подгруппах с короткими сроками наблюдения после операции зафиксированы отличные результаты, то в подгруппах со сроком наблюдения от 8 до 10 лет они отсутствуют, правда следует отметить, что количество пациентов в них было невелико (в первой группе — 3, во второй — 11 пациентов) (см. табл. 1, 2). По мере увеличения длительности послеоперационного периода пациенты чаще негативно оценивают результаты оперативного лечения по поводу дегенеративно-дистрофических заболеваний суставов. Именно поэтому ряд авторов с сомнением относится к выбору хирургических методик для лечения пациентов с остеоартритом, полагая, что количество стволовых клеток костного мозга, поступающих в полость сустава после остеоперфорации склерозированной субхондральной кости, недостаточно для регенеративного действия [19, 20]. По результатам нашего исследования, эффективность лечения с применением резекционных методик достоверно зависела от причин повреждения суставного хряща: дебридмент дал больше хороших результатов в группе с дегенеративной природой заболевания, чем в группе с травматическим повреждением хряща, в подгруппах с длительностью послеоперационного периода от 4 до 8 лет.

В целом данные, полученные с использованием двух шкал, были схожие: оценки результатов лечения ухудшались при увеличении длительности послеоперационного периода. В то же время при использовании шкалы LKSS, которая позволяет объективно оценить результаты лечения, в отдаленные сроки после операции выявлены плохие показатели, что, на наш взгляд, делает ее более информативной в сравнении со шкалой KOOS [11, 12].

В настоящее время ортопеды совершенствуют методики остеоперфоративного лечения хрящевых повреждений и предлагают комбинировать эти способы с выполнением корригирующих остеотомий, применением различных матриц для закрытия дефектов, введением факторов роста

хрящевой ткани, а также аутологических стволовых клеток [4]. Особенно перспективными способами для восстановления суставного хряща становятся методы тканевой инженерии, целью которых является создание в лабораторных условиях и использование для внутрисуставного лечения тканеинженерных продуктов с высокими регенеративными возможностями, способных потенцировать образование в зоне повреждения ремоделированного гиалинового хряща [20–22].

В представленной работе есть определенные ограничения, связанные с наличием неучтенных факторов, которые могли повлиять на результаты исследования. Это возраст пациентов на момент оперативного вмешательства, индекс массы тела, уровень физической активности, размер дефекта гиалинового хряща.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Остеоперфоративные методики восстановления хрящевой ткани и дебридмент, являясь технически простыми способами лечения, обеспечивают получение хороших результатов у пациентов с локальными повреждениями суставного хряща до 2 см на протяжении первых 4 лет после оперативных вмешательств. В дальнейшем у пациентов как с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями суставов, так и с травматическими повреждениями хрящевой ткани отмечается усиление болевого синдрома. В сроки от 4 до 8 лет результаты при выполнении дебридмента у больных с посттравматическими повреждениями несколько хуже, чем при применении

остеоперфоративных методик. После 8 лет удовлетворенность пациентов результатами лечения продолжает снижаться, различия в зависимости от использованных методик не прослеживаются.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Этическая экспертиза. Проведение исследования по проблеме хирургического лечения дефектов суставного хряща одобрено независимым этическим комитетом при Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова (протокол № 175 от 2016 г.). Пациенты дали информированное согласие на неперсонализированное использование данных обследования при публикации результатов исследований.

Вклад авторов. С.В. Чеботарёв — сбор данных и анкетирование пациентов, подготовка иллюстраций и написание первого варианта статьи; В.В. Хоминец — методическое сопровождение и редактирование окончательного варианта статьи; Д.А. Земляной — статистическая обработка, анализ и интерпретация первичных данных, редактирование окончательного варианта статьи; Л.И. Калужная — поиск литературы по избранной теме, разработка концепции и дизайна исследования; А.С. Гранкин, Р.А. Федоров — подбор клинического материала, методология исследования, редактирование окончательного варианта статьи.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Newman A.P. Articular cartilage repair // *Am. J. Sports Med.* 1998. Vol. 26. No. 2. P. 309–324. DOI: 10.1177/03635465980260022701
2. Волова Л.Т., Котельников Г.П., Россинская В.В. и др. Особенности регенерации гиалиновой хрящевой ткани после пластики дефектов суставной поверхности комбинированными трансплантатами // *Вестник Уральской медицинской академической науки.* 2014. № 5. С. 70–72.
3. Pearsall A.W., Madanagopal S.G., Tucker J.A. et al. The evaluation of refrigerated and frozen osteochondral allografts in the knee // *Surgical Science.* 2011. Vol. 2. No. 5. P. 232. DOI: 10.4236/ss.2011.25
4. Medvedeva E.V., Grebenik E.A., Gornostaeva S.N. et al. Repair of damaged articular cartilage: current approaches and future directions // *Int. J. Mol. Sci.* 2018. Vol. 19. No. 8. P. 2366. DOI: 10.3390/ijms19082366
5. Mundi R., Bedi A., Chow L. et al. Cartilage restoration of the knee: a systematic review and meta-analysis of level 1 studies // *Am. J. Sports Med.* 2016. Vol. 44. No. 7. P. 1888–1895. DOI: 10.1177/0363546515589167
6. Devitt B.M., Bell S.W., Webster K.E. et al. Surgical treatments of cartilage defects of the knee: systematic review of randomised controlled trials // *Knee.* 2017. Vol. 24. No. 3. P. 508–517. DOI: 10.1016/j.knee.2016.12.002
7. Goyal D., Keyhani S., Lee E.H. et al. Evidence-based status of microfracture technique: a systematic review of level I and II studies // *Arthroscopy.* 2013. Vol. 29. No. 9. P. 1579–1588. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.05.027
8. Gracitelli G.C., Moraes V.Y., Franciozi C.E. et al. Surgical interventions (microfracture, drilling, mosaicplasty, and allograft transplantation) for treating isolated cartilage defects of the knee in adults // *Cochrane Database Syst. Rev.* 2016. Vol. 9. DOI: 10.1002/14651858.CD010675.pub2
9. Orth P., Gao L., Madry H. Microfracture for cartilage repair in the knee: a systematic review of the contemporary literature // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2020. Vol. 28. No. 3. P. 670–706. DOI: 10.1007/s00167-019-05359-9
10. Zanasi S., Marcacci M., Brittberg M. Basic science, clinical repair and reconstruction of articular cartilage defects: Current status and prospects // *Timeo Editore SRL.* 2006.
11. Roos E.M., Roos H.P., Lohmander L.S. et al. Knee injury and osteoarthritis Outcome score (KOOS) — development of a self-administered outcome measure // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 1998. Vol. 28. No. 2. P. 88–96. DOI: 10.2519/jospt.1998.28.2.88

12. Tegner Y., Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1985. No. 198. P. 43–49. DOI: 10.1097/00003086-198509000-00007
13. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA // Здоровоохранение. Медицинские науки. Методы исследования. Математические методы исследования. Статистические методы в медицине. Москва: Медиа Сфера, 2006.
14. Lamplot J.D., Schafer K.A., Matava M.J. Treatment of failed articular cartilage reconstructive procedures of the knee: a systematic review // *Orthop. J. Sports Med.* 2018. Vol. 6. No. 3. DOI: 10.1177/2325967118761871
15. Richter D.L., Schenck Jr R.C., Wascher D.C. et al. Knee articular cartilage repair and restoration techniques: a review of the literature // *Sports Health.* 2016. Vol. 8. No. 2. P. 153–160. DOI: 10.1177/1941738115611350
16. Gobbi A., Karnatzikos G., Kumar A. Long-term results after microfracture treatment for full-thickness knee chondral lesions in athletes // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* 2014. Vol. 22. No. 9. P. 1986–1996. DOI: 10.1007/s00167-013-2676-8
17. Куляба Т.А., Банцер С.А., Трачук П.А. и др. Эффективность различных хирургических методик при лечении локальных повреждений хряща коленного сустава (обзор литературы)

- ры) // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26. № 3. С. 170–181.
18. Mithoefer K., McAdams T., Williams R.J. et al. Clinical efficacy of the microfracture technique for articular cartilage repair in the knee: an evidence-based systematic analysis // *Am. J. Sports Med.* 2009. Vol. 37. No. 10. P. 2053–2063. DOI: 10.1177/0363546508328414
19. Kreuz P.C., Erggelet C., Steinwachs M.R. et al. Is microfracture of chondral defects in the knee associated with different results in patients aged 40 years or younger? // *Arthroscopy.* 2006. Vol. 22. No. 11. P. 1180–1186. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.06.020
20. Тришкин Д.В., Крюков Е.В., Чуприна А.П. и др. Эволюция концепции оказания медицинской помощи раненым и пострадавшим с повреждениями опорно-двигательного аппарата // Военно-медицинский журнал. 2020. Т. 341. № 2. С. 4–11.
21. Калюжная Л.И., Хоминец В.В., Чеботарёв С.В. и др. Применение биоматериала из пуповины человека для восстановления повреждений суставного хряща // Профилактическая и клиническая медицина. 2019. № 4. С. 45–52.
22. Калюжная Л.И., Чеботарев С.В. Гидрогель из пуповины человека в лечении дефектов суставного хряща в эксперименте // Известия Российской Военно-медицинской академии. 2020. Т. 39. № S3–1. С. 37–40.

REFERENCES

1. Newman AP. Articular cartilage repair. *Am J Sports Med.* 1998;26(2):309–324. DOI: 10.1177/03635465980260022701
2. Volova LT, Kotelnikov GP, Rossinskaya VV, et al. Features of the regeneration of hyaline cartilage tissue after plasty of articular surface defects with combined grafts. *Journal of Ural Medical Academic Science.* 2014;5:70–72. (In Russ.)
3. Pearsall AW, Madanagopal SG, Tucker JA, et al. The evaluation of refrigerated and frozen osteochondral allografts in the knee. *Surgical Science.* 2011;2(05):232. DOI: 10.4236/ss.2011.25
4. Medvedeva EV, Grebenik EA, Gornostaeva SN, et al. Repair of damaged articular cartilage: current approaches and future directions. *Int J Mol Sci.* 2018;19(8):2366. DOI: 10.3390/ijms19082366
5. Mundi R, Bedi A, Chow L, et al. Cartilage restoration of the knee: a systematic review and meta-analysis of level 1 studies. *Am J Sports Med.* 2016;44(7):1888–1895. DOI: 10.1177/0363546515589167
6. Devitt BM, Bell SW, Webster KE, et al. Surgical treatments of cartilage defects of the knee: systematic review of randomised controlled trials. *Knee.* 2017;24(3):508–517. DOI: 10.1016/j.knee.2016.12.002
7. Goyal D, Keyhani S, Lee EH, et al. Evidence-based status of microfracture technique: a systematic review of level I and II studies. *Arthroscopy.* 2013;29(9):1579–1588. DOI: 10.1016/j.arthro.2013.05.027
8. Gracitelli GC, Moraes VY, Franciozi CE, et al. Surgical interventions (microfracture, drilling, mosaicplasty, and allograft transplantation) for treating isolated cartilage defects of the knee in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;9. DOI: 10.1002/14651858.CD010675.pub2
9. Orth P, Gao L, Madry H. Microfracture for cartilage repair in the knee: a systematic review of the contemporary literature. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2020;28(3):670–706. DOI: 10.1007/s00167-019-05359-9
10. Zanasi S, Marcacci M, Brittberg M. Basic science, clinical repair and reconstruction of articular cartilage defects: Current status and prospects. *Timeo Editore SRL.* 2006.
11. Roos EM, Roos HP, Lohmander LS, et al. Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) — development of a self-administered outcome measure. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;28(2):88–96. DOI: 10.2519/jospt.1998.28.2.88
12. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res.* 1985;(198):43–49. DOI: 10.1097/00003086-198509000-00007
13. Rebrova OY. Statistical analysis of medical data. Application of the software package STATISTICA. Health. Medical sciences. Research Methods. Mathematical research methods. Statistical methods in medicine. Moscow: Media Sphere; 2006. (In Russ.)
14. Lamplot JD, Schafer KA, Matava MJ. Treatment of failed articular cartilage reconstructive procedures of the knee: a systematic review. *Orthop J Sports Med.* 2018;6(3). DOI: 10.1177/2325967118761871
15. Richter DL, Schenck Jr RC, Wascher DC, et al. Knee articular cartilage repair and restoration techniques: a review of the literature. *Sports Health.* 2016;8(2):153–160. DOI: 10.1177/1941738115611350
16. Gobbi A, Karnatzikos G, Kumar A. Long-term results after microfracture treatment for full-thickness knee chondral lesions in athletes. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2014;22(9):1986–1996. DOI: 10.1007/s00167-013-2676-8
17. Kulyaba TA, Bantser SA, Trachuk PA, et al. The effectiveness of various surgical techniques in the treatment of local injuries of the

knee joint cartilage (literature review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2020;26(3):170–181. (In Russ.)

18. Mithoefer K, McAdams T, Williams RJ, et al. Clinical efficacy of the microfracture technique for articular cartilage repair in the knee: an evidence-based systematic analysis. *Am J Sports Med*. 2009;37(10):2053–2063. DOI: 10.1177/0363546508328414

19. Kreuz PC, Erggelet C, Steinwachs MR, et al. Is microfracture of chondral defects in the knee associated with different results in patients aged 40 years or younger? *Arthroscopy*. 2006;22(11):1180–1186. DOI: 10.1016/j.arthro.2006.06.020

20. Trishkin DV, Kriukov EV, Chuprina AP, et al. The evolution of the concept of medical care providing to the wounded and injured with injuries of the musculoskeletal system. *Military medical journal*. 2020;341(2):4–11. (In Russ.)

21. Kalyuzhnaya LI, Khominets VV, Chebotarev SV, et al. Application of biomaterial from the human umbilical cord to restore damage to articular cartilage. *Preventive and clinical medicine*. 2019;4:45–52. (In Russ.)

22. Kalyuzhnaya LI, Chebotarev SV. Human umbilical cord hydrogel in the treatment of joint cartilage defects in an experiment. *Izvestiya Rossijskoj Voenno-medicinskoj akademii*. 2020;39(S3–1):37–40. (In Russ.)

ОБ АВТОРАХ

* **Сергей Валерьевич Чеботарёв**, слушатель ординатуры, капитан мед. сл.;
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург,
ул. Академика Лебедева, д. 6;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3710-1983>;
eLibrary SPIN: 4817-5650;
e-mail: sergeichebotarev90@gmail.com

Владимир Васильевич Хоминец, д-р мед. наук, профессор, полковник мед. сл.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7693-3072>;
eLibrary SPIN: 5174-4433;
e-mail: khominets_62@mail.ru

Дмитрий Алексеевич Земляной, канд. мед. наук;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-809X>;
Scopus Author ID: 57222096502;
eLibrary SPIN: 3871-7531;
e-mail: zemlianoj@mail.ru

Лидия Ивановна Калюжная, д-р мед. наук, ст. научный сотрудник;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-4872>;
ResearcherID: B-6490-2016;
Scopus Author ID: 57041352100;
Scopus Author ID: 55265946400;
eLibrary SPIN: 1348-3306;
e-mail: terestra@mail.ru

AUTHOR INFORMATION

* **Sergei V. Chebotarev**, MD, residency student, Captain of the medical service;
address: 6 Akademika Lebedeva str.,
Saint Petersburg, 194044, Russia;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3710-1983>;
eLibrary SPIN: 4817-5650;
e-mail: sergeichebotarev90@gmail.com

Vladimir V. Khominets, MD, PhD, D.Sc., Professor, Colonel of the medical service;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7693-3072>;
eLibrary SPIN: 5174-4433;
e-mail: khominets_62@mail.ru

Dmitry A. Zemlyanoy, MD, PhD;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4716-809X>;
Scopus Author ID: 57222096502;
eLibrary SPIN: 3871-7531;
e-mail: zemlianoj@mail.ru

Lidiya I. Kalyuzhnaya, MD, PhD, D.Sc., Senior Researcher;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-4872>;
ResearcherID: B-6490-2016;
Scopus Author ID: 57041352100;
Scopus Author ID: 55265946400;
eLibrary SPIN: 1348-3306;
e-mail: terestra@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author

ОБ АВТОРАХ

Алексей Сергеевич Гранкин, канд. мед. наук,
майор мед. сл.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>;
eLibrary SPIN: 1122-8388;
e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru

Роман Александрович Федоров, канд. мед. наук,
подполковник мед. сл.;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>;
Scopus Author ID: 56939266400;
eLibrary SPIN: 6477-7160;
e-mail: roman.doc83@yandex.ru

AUTHOR INFORMATION

Aleksey S. Grankin, MD, PhD,
Major of the medical service;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4565-9066>;
eLibrary SPIN: 1122-8388;
e-mail: aleksey-grankin@yandex.ru

Roman A. Fedorov, MD, PhD,
Lieutenant colonel of the medical service;
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3509-4791>;
Scopus Author ID: 56939266400;
eLibrary SPIN: 6477-7160;
e-mail: roman.doc83@yandex.ru