



УДК 577.3
ББК 28.071

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕГЕНЕРАТОВ ПОСЛЕ ХОЛОДНОПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ НЕПОЛНОСЛОЙНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ГИАЛИНОВОГО ХРЯЩА

Д.А. Маланин, А.Л. Жуликов, В.В. Новочадов

В работе проведен морфологический анализ регенератов на месте экспериментальных неполнослойных повреждений гиалинового хряща в коленном суставе собак. Результаты заживления при спонтанной регенерации после механического дебридмента и холодноплазменной обработки с помощью аппарата «Atlas» («ArthroCare», США) были прослежены в течение 16 недель после повреждения. Выявлен положительный эффект холодноплазменной обработки в виде более раннего и полного восстановления суставной поверхности (сглаживания), увеличения доли хрящевой ткани в регенерате, снижения васкуляризации и роста соединительной ткани. По отношению к патологической регенерации в виде образования кластеров хондроцитов в поздние сроки после повреждения эффект холодноплазменной обработки признан сомнительным.

Ключевые слова: *суставной хрящ, хондроциты, регенерация, дебридмент, холодноплазменная обработка.*

Актуальность

Особенности строения, обмена веществ, а также серьезные расхождения между биологической природой суставного хряща и его функциональными нагрузками у современного человека определяют повышенный риск к механическим повреждениям и склонность к развитию дегенеративных поражений [15; 16]. Высокая частота травм крупных суставов у пациентов молодого и среднего возраста и значительная (до 45 % популяции) распространенность дегенеративных заболеваний среди лиц трудоспособного возраста переводит обеспечение профилактики и лечения суставных повреждений в разряд крупных медико-социальных проблем [2].

В отсутствие специальной обработки восстановление хряща оказывается весьма скоротечным и незавершенным, а при полнослойных дефектах суставной поверхности про-

цесс завершается формированием соединительной и/или волокнистой хрящевой ткани. В результате не обеспечивается точное соотношение анатомической формы суставных поверхностей, необходимое для полноценного функционирования сустава. Обработку поврежденного хряща проводят с помощью так называемого дебридмента. В основе этой манипуляции лежит удаление нежизнеспособных и поврежденных участков хряща (мини-хондрэктомия), препятствующих нормальному взаимодействию между собой суставных поверхностей. К дебридменту также относят удаление свободно отделяющихся фрагментов хряща свободных тел в полости суставов, обработку менисков, рассечение спаек и капсулы, удаление соударяющихся остеофитов, а также обильное промывание полости сустава жидкостью – лаваж [6; 16].

Согласно ряду исследований, выполненных в доказательном дизайне, классический механический дебридмент способен вызывать разволокнение и прогрессирование дегенерации хряща вследствие грубого нарушения архитектуры его матрикса. Нередким результатом деб-

ридмента становится ремоделирование гиалинового хряща в волокнистый, который подвергается быстрому износу; это приводит к возвращению первоначальной симптоматики и делает эффективность лечебного воздействия сомнительным [5; 14; 15].

Совершенствование техники обработки хряща в последние годы связывают с развитием различных способов радиочастотного воздействия на хрящ, в особенности – «бесконтактного дебридмента» с помощью источников холодной плазмы [4, с. 308; 5].

В основе холодноплазменной обработки тканей лежит эффект образования плазмы при наличии достаточной для этого напряженности электромагнитного поля в растворе электролита. Это достигается особым устройством электродов, имеющих в активной зоне рабочей поверхности до 20 положительных контактов и один общий отрицательный контакт в основании электрода. Электролитами являются растворы солей щелочных металлов (NaCl, KCl), формирование плазменного слоя из ионов металла на электроде начинается при мощности тока выше определенной (пороговой) величины. Дальнейшее повышение мощности приводит к формированию устойчивого плазменного поля, толщина которого не превышает 0,5–1,0 мм. Энергия плазмы разрушает связи в органических молекулах, полностью дезинтегрируя биологические ткани. Удобная конструкция электродов позволяет обрабатывать ткани в труднодоступных областях суставов, что существенным образом повышает скорость работы хирурга и сокращает продолжительность операции [4, с. 332–328].

Проведенные экспериментальные исследования показали преимущества холодноплазменного дебридмента перед механической обработкой хряща и термальной обработкой, выполненной с помощью других радиочастотных аппаратов. Холодноплазменный дебридмент оставлял после себя достаточно гладкую поверхность, что делало ее механически стабильной и более стойкой к дальнейшему разрушению [7; 10].

Показано, что время холодноплазменного воздействия на суставной хрящ имеет критическое значение. Обработка 1 см² поверхности хряща со II стадией хондромалиции в течение 10–15 с приводит к формированию от-

носительно ровной поверхности с глубиной гибели хондроцитов от 0,8 до 2 мм. Если же время работы превышает 15 с, хондроциты погибают на глубине более 2,2 мм [10].

Полученные нами ранее результаты сравнительного гистологического и морфометрического исследования в модельных испытаниях на утильном материале подтвердили преимущества в сглаживающем эффекте холодноплазменного дебридмента перед механической обработкой повреждений суставного хряща [1; 2].

Несмотря на продолжающиеся во всем мире исследования, холодноплазменная обработка хряща за 10 лет с момента ее первого использования в мировой практике еще не отнесена к общепризнанным методам, а технологии ее применения далеки от стандартизации [10]. Многие вопросы регенерации тканей и восстановления нормальной структуры и биомеханических свойств суставной поверхности остаются малоизученными, а имеющиеся гипотезы требуют экспериментальной проверки.

Цель работы – провести экспериментальное изучение особенностей тканевого ремоделирования после холодноплазменной обработки поверхностных дефектов и разволокнений суставного хряща в сравнении с классическим механическим дебридментом и спонтанной регенерацией.

Методика исследования

Материал для исследования был представлен коленными суставами подопытных животных (собак), которые имеют довольно близкие с коленным суставом человека морфологические и физико-механические характеристики, так что могут быть использованы в качестве модели для изучения общебиологических закономерностей репаративного хондрогенеза [9].

Для моделирования повреждений и их обработки шести беспородным собакам (12 суставов) в возрасте от 1,5 до 7 лет и весом от 6 до 15 кг под внутривенным тиопенталовым наркозом осуществляли артротомию коленного сустава из передневнутреннего парапателлярного разреза мягких тканей длиной до 6 см. После мобилизации и смещения надко-

ленника кнаружи обнажали мышелки бедренной кости. В области нагружаемых зон мышелков бедренной кости – наиболее доступной для повторных хирургических манипуляций части суставных поверхностей коленного сустава собаки – с помощью скальпеля и зубного бура формировали до четырех поврежденных площадью 5×5 мм двух типов, наиболее часто требующих дебридмента: неполнослойные плоскостные дефекты и разволокнения. При масштабировании на коленный сустав человека размер дефектов был эквивалентен приблизительно 1 см^2 , в связи с чем их относили к категории больших повреждений. Вмешательство на противоположном коленном суставе выполняли при удовлетворительном общем состоянии животного, восстановления подвижности и опороспособности конечности не ранее 4–5 недель после первой операции.

Для холодноплазменной обработки использовали биполярные радиочастотные электроды для хондропластики «Paragon T2» аппарата «Atlas» («ArthroCare», США). Устройство создает на контактной поверхности плазму при температуре 45–55 °С. Поскольку температура 50–55 °С является критической для хрящевой ткани (при ней начинают погибать хондроциты), рабочие части электродов «ArthroCare» способны менять цвет, если температура начинает превышать 50 °С. Холодноплазменную обработку 16 повреждений проводили бесконтактным методом, выходная мощность генерации плазмы составляла 160 Вт, скорость перемещения электрода 3–4 мм/сек, техника воздействия – «художественная кисть». Другие 16 дефектов обрабатывали механическим артрошейвером «Stryker» (США), а еще 16 – оставляли без обработки для наблюдения за спонтанной регенерацией.

После гемостаза и промывания сустава раствором фурациллина (1 : 5 000) на рану накладывали послойные непрерывные швы, внутрисуставно вводили раствор гентамицина (20 мг). В послеоперационном периоде всем животным продолжали курс антибактериальной терапии (гентамицин – по 20 мг 2 раза в день в течение трех суток). Подвижность в оперированном суставе и активность животных не ограничивали.

Повторные артротомии с целью забора биопсийного материала производили через 4, 8 и 16 недель после операций по моделированию повреждений суставных поверхностей и их обработке. Биоптаты забирали специальным цилиндрическим пробойником с диаметром рабочей части 5 мм в форме костно-хрящевых блоков таким образом, чтобы наряду с областью повреждения была представлена граничная нормальная хрящевая ткань. После гемостаза и обработки полости сустава антисептиками рану ушивали послойно.

Полученные биоптаты фиксировали в 10 %-м растворе буферизированного нейтрального формалина, декальцинировали Трилоном Б с проводкой материала по спиртам возрастающей концентрации и окрашивали гематоксилином и эозином [3, с. 18], трихром по Массону [там же, с. 42].

Изучение микропрепаратов и цифровую фотосъемку проводили с использованием микроскопа «Микмед 6», оснащенного цифровой камерой «ДСМ-300» («ЛОМО», Россия) и лицензируемым программным обеспечением Scope Photo 3.0 («Scope Tek», КНР). Часть дополнительных количественных исследований проводили с помощью программы свободного доступа Image Tool for Windows, v. 3.0 («UTHSCSA», США).

Использовали следующие стереометрические показатели:

- фактор поверхности, равный отношению площадей реальной поверхности и геометрически идеальной, сферической (безразмерная величина);
- объемная доля хондроцитов (%);
- объемная доля матрикса хрящевой ткани (%);
- средний объем кластеров (мкм^3);
- среднее число хондроцитов в 1-м кластере;
- объемная доля хондроцитов в кластере (%);
- доля кластеризованных хондроцитов (%);

Математическую обработку осуществляли непосредственно из общей матрицы данных «EXCEL 7.0» («Microsoft», США) с привлечением возможностей программ «STATGRAPH 5.1» («Microsoft», США). После проверки выборки на нормальность распределения вычислялась средняя арифметическая величина (M) и стандартная ошибка средней арифметической (m). Про-

верка достоверности различий осуществлялась по критерию Стьюдента (*t*).

Результаты и их обсуждение

В контрольной группе, где какая-либо обработка неполнослойных повреждений (разволокнений и поверхностных дефектов) не осуществлялась, к 16-й неделе подлежащий хрящ в зоне регенерации характеризовался явлениями умеренной деструкции, а сам регенерат был богато васкуляризован и представлял собой мозаичное сочетание волокнистой хрящевой и соединительной ткани. Хрящевые элементы преобладали в глубине регенерата и практически не выявлялись на его поверхности. В итоге элементы новообразованной соединительной ткани как бы «наползали» на суставную поверхность (рис. 1).

Холодноплазменная обработка неполнослойных плоскостных повреждений и разволокнений сопровождалась уплотнением поверхностной зоны хряща за счет аморфного склеивания части разволокненных участков, а остальной объем дефекта замещался в течение 16 недель эксперимента смешанным регенератом с преобладанием волокнистого хряща (см. рис. 2).

Несколько лучшие результаты в сглаживании, уплотнении матрикса и наименьшая гибель хондроцитов были получены при поверхностных повреждениях, в сравнении с результатами при разволокнении. Относительно малая васкуляризация и небольшая протяженность участков соединительной ткани в регенерате свидетельствовали о том, что холод-

ноплазменная обработка тормозила процессы образования соединительной ткани и стимулировала хондрогенез.

Результаты механического дебридмента можно было охарактеризовать как частично удовлетворительные. В течение 16 недель происходило полное заживление обработанных повреждений, но в находящемся под ними хряще выявлялись признаки дегенерации вторичного разволокнения, а в регенерате присутствовали сосуды (меньше, чем в контрольной группе, но больше, чем при холодноплазменной обработке) и достаточно обширные участки соединительной ткани, в том числе и в поверхностной зоне.

Результаты количественных исследований приведены в таблице 1.

Спонтанная регенерация не обеспечивала быстрого и полного сглаживания поврежденной суставной поверхности: к 4-й неделе фактор поверхности был в 8,7 раза больше величины показателя у нативного хряща, но и к 16-й неделе не достигал нормального уровня, превышая его в 1,3 раза. В группе с механическим дебридментом фактор поверхности был на 4-й неделе после операции выше нормальной величины в 3,6 раза, к концу эксперимента – в 1,13 раза. При холодноплазменной обработке удавалось получить гораздо более убедительные результаты сглаживания поврежденных поверхностей: значение фактора поверхности было выше нормального к 4-й неделе в 1,9 раза, а к 16-й неделе практически приближалось к нормальному.

Таблица 1

Морфометрическое исследование участков суставного хряща собак в зависимости от срока повреждения (*M ± m*)

Показатель	Срок, неделя	Фактор поверхности	Объемная доля, %	
			Хондроциты	Матрикс хряща
Нативный суставной хрящ	0	1,19 ± 0,06	9,7 ± 0,2	88,3 ± 5,3
Повреждение без дебридмента	4	10,36 ± 0,67 *	3,7 ± 0,5 *	33,8 ± 2,6 *
	8	2,56 ± 0,16 *	4,3 ± 0,2 *	37,6 ± 2,9 *
	16	1,49 ± 0,10 *	6,2 ± 0,3 *	41,2 ± 2,8 *
Механический дебридмент	4	4,67 ± 0,30 *	2,8 ± 0,8 *	37,0 ± 2,3 *
	8	2,28 ± 0,11 *	4,3 ± 0,5 *	41,5 ± 3,2 *
	16	1,35 ± 0,10	7,2 ± 0,5 *	53,8 ± 4,7 *
Холодноплазменная обработка	4	2,31 ± 0,13 *	3,0 ± 0,7 *	46,3 ± 3,1 *
	8	1,73 ± 0,10 *	5,7 ± 0,4 *	52,9 ± 4,0 *
	16	1,27 ± 0,08	7,8 ± 0,5 *	58,4 ± 4,2 *

* Достоверные различия со значением показателя в нативном суставном хряще.

В нативном суставном хряще объемная доля хондроцитов составляла в среднем 9,7 %. При спонтанной регенерации (без дебридмента) удельный объем хондроцитов к 16 неделям восстанавливался только до уровня 6,15 %, после механического дебридмента регистрировался прирост хондроцитов при тех же видах повреждений до 7,2 %, а после холодноплазменной обработки – до 7,8 %.

Объемная доля матрикса хрящевой ткани к 16-й неделе спонтанной регенерации оказалась более чем в 2,1 раза ниже, чем в нативном хряще; после механического дебридмента – в 1,6 раза ниже, после холодноплазменной обработки – в 1,5 раза ниже (все различия статистически достоверны).

Положительное действие холодноплазменной абляции в отношении поврежденной хрящевой ткани, как и ряд других авторов [7; 13], мы объясняли сочетанием двух эффектов – удалением поврежденных тканей и поверхностной коагуляцией, «завариванием» с уплотнением коллагеновых структур при сохранении температурных и энергетических условий для жизнеспособности клеток в подлежащих зонах.

С помощью конфокальной лазерной микроскопии показано, что зона повреждения окружающих тканей под действием механической фрезы распространяется на глубину 200–250 мкм, после термальной хондропластики – на 2–3 мм, в то время как при холодноплазменной обработке она обычно не превышает 200 мкм [10; 12].

По современным представлениям, наиболее ярким признаком дегенерации хряща, доступным к визуализации даже с помощью артроскопической конфокальной микротомографии, является формирование патологических кластеров хондроцитов. В норме скопления хондроцитов (изо группы) присутствуют только в глубоких слоях хряща и содержат до 8–12 клеток, территориальный матрикс вокруг них гомогенный и плотный. В дегенерирующем хряще такие кластеры обнаруживаются вблизи поверхности хряща, в них может встречаться до 30–40 клеток, а окружающий матрикс теряет однородность окраски, образуются фокусы просветления [8].

В наших опытах мы видели признаки патологической кластеризации хондроцитов, начиная с 8-й недели экспериментов, а с 16-й недели они приобретали отчетливый характер. Микроскопический анализ хрящевой ткани с наличием кластеризованных хондроцитов выявил признаки их вторичной дегенерации в виде умеренной гиперхромности ядер и анизохромии цитоплазмы. При окраске по Массону вокруг кластеров была видна четкая зона просветления, но окраска территориального матрикса не была однородной. Такие патологические кластеры были хорошо различимы с изо группами хондроцитов в глубоких зонах хряща (см. рис. 3).

Результаты количественного анализа обнаруженных кластеров представлены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, кластерообразование можно было отнести к весьма варибельным процессам. Оно было в максимальной степени выражено при спонтанной регенерации, при механическом дебридменте доля кластеризованных хондроцитов в ткани была в 2,4 раза меньше, при холодноплазменной обработке – в 2,9 раза меньше. Объем хондроцитов при этом существенно не различался и составлял от 74 до 80 %. В то же время среднее количество клеток в одном кластере при спонтанной регенерации было значительно больше, чем после механического дебридмента или, в особенности, после холодноплазменной обработки. Соответственно, кластеры в регенерате без обработки повреждений оказывались максимально большими (порядка 10^6 мкм³), при механическом дебридменте – вдвое меньше, а после холодноплазменной обработки – в 3,6 раза меньше в сравнении с этой величиной.

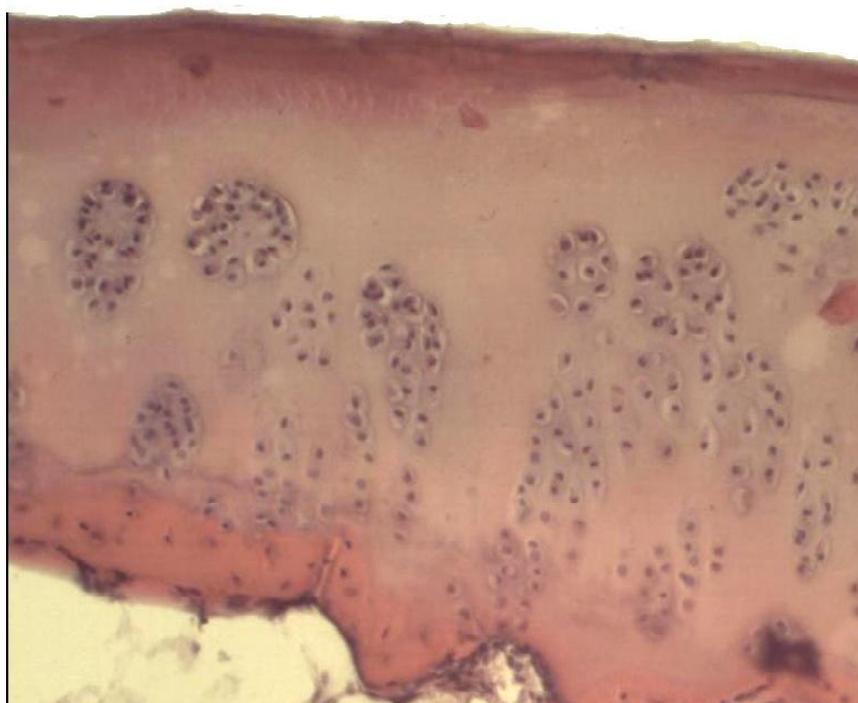
В известных литературных источниках не обсуждался вопрос репаративного ответа хрящевой ткани на воздействие холодной плазмы, а лишь высказывались некоторые предположения о возможностях стимулирующего действия. Ряд тканевых изменений, явно являющихся признаками патологической регенерации, были отнесены к вторичным изменениям и признакам нестабильности полученного регенерата [12; 13].



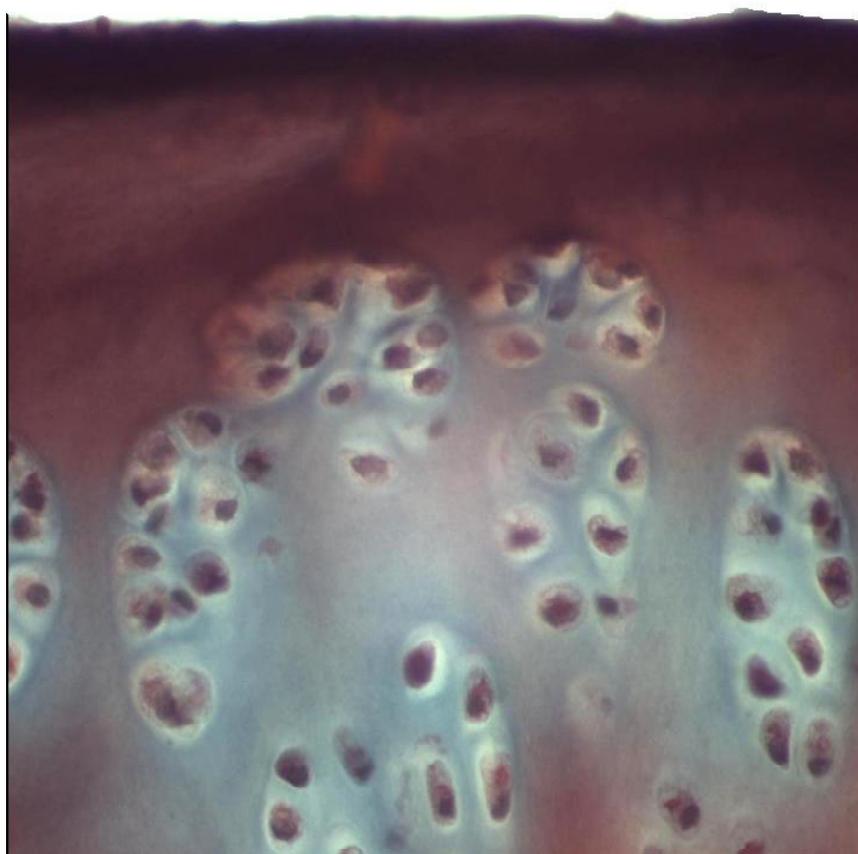
Рис. 1. Спонтанная регенерация разволокнения суставного хряща, 16-я неделя после повреждения (контрольная группа). Замещение преимущественно соединительной тканью.
Окраска гематоксилин – эозин. Увеличение 120



Рис. 2. Заживление экспериментального плоскостного повреждения суставного хряща после холодноплазменной обработки, 16-я неделя. Формирование волокнистого хряща, присутствие сосудов и соединительной ткани на границе регенерата и подлежащего хряща.
Окраска гематоксилин – эозин. Увеличение 120



А



Б

Рис 3. Дегенеративные изменения суставного хряща в виде кластеризации изогенных групп.
А – окраска гематоксилин – эозин. Увеличение 180. Б – окраска трихром Массона. Увеличение 360

Таблица 2

Морфометрические показатели кластеров суставного хряща собак, возникших при различных методах обработки его неполнослойных дефектов

Показатель	Спонтанная регенерация	Механический дебридмент	Холодноплазменная обработка
16 недель после неполнослойных повреждений суставной поверхности			
Средний объем кластера, $\times 10^3$ мкм ³	978,3 ± 110,5	478,0 ± 60,7 *	269,8 ± 30,7 *
Среднее количество хондроцитов в 1-м кластере	33,4 ± 4,0	20,3 ± 1,8 *	16,4 ± 1,5 *
Объемная доля хондроцитов в кластере, %	74,0 ± 7,8	77,5 ± 6,5	80,0 ± 6,9
Доля кластеризованных хондроцитов, %	25,2 ± 3,5	10,4 ± 1,7 *	8,7 ± 1,5 *

* Достоверные различия со значением показателя при спонтанной регенерации.

В нашем исследовании очевидно положительное влияние холодноплазменной обработки неполнослойных повреждений в отношении образования кластеров в регенерате, однако такой эффект нельзя признать полным и достаточным. По-видимому, изолированная холодноплазменная обработка не в состоянии предотвратить вторичных дегенеративных изменений в регенерате, развивающихся после восстановления полноценных нагрузок на сустав. В то же время снижение васкуляризации, увеличение доли хрящевой ткани и относительно быстрое формирование гладкой суставной поверхности следует отнести к несомненным достоинствам холодноплазменной обработки, по сравнению с механическим дебридментом.

Заключение

Холодноплазменная обработка с помощью радиочастотного электрода отличается хорошим сглаживающим и заваривающим воздействием, благодаря которым удается добиться более полноценного в гистопографическом плане восстановления суставной поверхности с относительно высокой долей хрящевой ткани. Отдельной задачей становится практическая оптимизация времени и характера обработки поверхностей, которая обеспечивала бы более эффективную супрессию патологической регенерации в виде образования кластеров хондроцитов и разрыхления хрящевого матрикса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуликов, А. Л. Применение холодноплазменной абляции для восстановления поврежденных

суставных поверхностей: модельные испытания / А. Л. Жуликов, Д. А. Маланин, В. В. Новочадов // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – Т. 16, № 3. – С. 104–105.

2. Инновационные технологии в восстановлении коленного сустава при его повреждениях и заболеваниях / Д. А. Маланин, В. В. Новочадов, О. Г. Тетерин [и др.] // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2009. – № 2. – С. 7–13.

3. Коржевский, Д. Э. Основы гистологической техники / Д. Э. Коржевский, А. В. Гиляров. – СПб.: Спецлит, 2010. – 95 с.

4. Лазерная инженерия хрящей / под ред. В. Н. Багратшвили, Э. Н. Соболя, А. Б. Шехтера. – М.: Физматлит, 2006. – 488 с.

5. A randomized trial of arthroscopic surgery for osteoarthritis of the knee / A. Kirkley, T. B. Birmingham, R. B. Litchfield [et al.] // N. Engl. J. Med. – 2008. – Vol. 11, № 359 (11). – P. 1097–1107.

6. Arthroscopic débridement for osteoarthritis of the knee / R. K. Aaron, H. A. Skolnick, S. E. Reinert [et al.] // J. Bone Joint Surg. – 2006. – Vol. 88, № 5. – P. 936–943.

7. Arthroscopic knee chondroplasty using a bipolar radiofrequency-based device compared to mechanical shaver: results of a prospective, randomized, controlled study / G. Spahn, E. Kahl, T. Muckley [et al.] // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. – 2008. – Vol. 16. – P. 565–573.

8. Cartilage cell clusters / M. K. Lotz, S. Otsuki, S. P. Grogan [et al.] // Arthritis Rheum. – 2010. – Vol. 62, № 8. – P. 2206–2218.

9. Chu, C. R. Animal models for cartilage regeneration and repair / C. R. Chu, M. Szczodry, S. Bruno // Tissue Eng. Part B. Rev. – 2010. – Vol. 16, № 1. – P. 105–115.

10. Comparison of radiofrequency treatment and mechanical debridement of fibrillated cartilage in an equine model / R. B. Edwards, Y. Lu, B. J. Cole [et al.]

// Vet. Comp. Orthop. Traumatol. – 2008. – Vol. 21, № 1. – P. 41–48.

11. Effects of radiofrequency energy on human articular cartilage : an analysis of 5 systems / S. Caffey, E. McPherson, B. Moor [et al.] // Am. J. Sports Med. – 2005. – Vol. 33, № 6. – P. 1035–1039.

12. Ex vivo comparison of mechanical versus thermal chondroplasty : assessment of tissue effect at the surgical endpoint / M. L. Lotto, E. J. Wright, D. Appleby [et al.] // Arthroscopy. – 2008. – Vol. 24, № 4. – P. 410–415.

13. Histomorphologic evaluation of radiofrequency mediated debridement chondroplasty / K. Ganguly,

I. D. McRury, P. M. Goodwin [et al.] // Open Orthop. J. – 2010. – Vol. 4, № 2. – P. 211–220.

14. Nutton, R. W. Is arthroscopic surgery a beneficial treatment for knee osteoarthritis? / R. W. Nutton // Nat. Clin. Pract. Rheumatol. – 2009. – Vol. 5, № 3. – P. 122–123.

15. Treatment of articular cartilage lesions of the knee / M. Falah, G. Nierenberg, M. Sundry [et al.] // Int. Orthop. – 2010. – Vol. 34, № 5. – P. 621–630.

16. Treatment of focal articular cartilage defects in the knee. A systematic review / R. A. Magnussen, W. R. Dunn, J. L. Carey, K. P. Spindler // Clin. Orthop. Rel. Res. – 2008. – Vol. 466, № 4. – P. 952–962.

MORPHOLOGY OF REGENERATION IN EXPERIMENTAL NON-FULL-THICKNESS DEFECTS OF HYALINE CARTILAGE AFTER THEIR COLD ABLATION

D.A. Malanin, A.L. Zhulikov, V.V. Novochadov

The article aimed to analyze morphologically the regenerates placed on the experimental non-full-thickness defects of hyaline cartilage in canine knee. The results of spontaneous regeneration, mechanical debridement, and cold ablation using radiofrequency device “Atlas” (“ArthroCare”, US) were monitored during 16 weeks after damage. The beneficial effect of cold ablation was revealed as more early and whole restoration of articular surface (smoothing), the increase of chondral tissue ratio in regenerates, as the decrease of vascularization and growth of connective tissue. Regarding the pathologic regeneration in chondrocyte cluster formation to late terms of experience the effect of cold ablation was called in question.

Key words: *articular cartilage, chondrocytes, regeneration, debridement, cold ablation.*