

УДК 617.583:616.72-018.3-089.844 3.3.3 Патологическая физиология 3.1.8 Травматология и ортопедия

DOI: 10.37903/vsgma.2022.3.2 EDN: AIWBYF

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МИКРОФРАКТУРИРОВАНИЯ С ВВЕДЕНИЕМ ПЛАЗМЫ, ОБОГАЩЁННОЙ ТРОМБОЦИТАМИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОСТЕОХОНДРАЛЬНЫХ ДЕФЕКТОВ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

© Васюков В.А.¹, Воротников А.А.¹, Айрапетов Г.А.¹, Чекрыгин С.Ю.¹, Яцукова В.Е.²

¹Ставропольский государственный медицинский университет, Россия, 355017, Ставрополь, ул. Мира, 310

²Южно-Уральский государственный медицинский университет, Россия, 454092, Челябинск, ул. Воровского, 64

Резюме

Цель. Проанализировать результаты морфологического исследования экспериментального материала. На основании сравнения результатов оценить эффективность комбинированного метода лечения полнотолстых остеохондральных дефектов коленного сустава с использованием внутрисуставного введения плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP-терапия) после микрофрактурирования в эксперименте.

Методика. Исследование выполнено на 27 экспериментальных животных (овцы романовской породы, возрастом от 5 месяцев до 1 года, весом от 20 до 35 кг), условно разделенных на 3 экспериментальные группы по 9 животных. Интраоперационно моделировали полнотолстый очаговый дефект гиалинового хряща с захватом поверхностной части субхондральной кости диаметром 5,0 мм по внутренней поверхности медиального мыщелка бедренной кости обеих задних конечностей. В первой группе слева выполняли остеохондральный дефект с микрофрактурированием, справа – остеохондральный дефект не подвергался иным воздействиям. Во второй группе слева выполнялся дефект, микрофрактурирование с введением плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP), справа выполнялся дефект. В третьей группе слева выполняли остеохондральный дефект, микрофрактурирование и через 3 недели вводили PRP, справа производили остеохондральный дефект.

Результаты. Сравнительный анализ результатов через 1, 3, 6 месяцев клинических и морфологических изменений в трех клинко-экспериментальных группах показал, что в 3 экспериментальной группе регенерация хрящевой ткани происходит более интенсивно.

Выводы: наиболее эффективным методом лечения остеохондральных дефектов коленного сустава в ходе работы показал себя комбинированный метод с помощью микрофрактурирования с использованием PRP внутрисуставно в период регресса воспалительных процессов и купирования послеоперационного гемартроза в коленном суставе.

Ключевые слова: хрящ, рассекающий остеохондрит, болезнь Кенига, PRP, остеохондральный дефект, тромбоцитарные факторы

THE EFFECTIVENESS OF MICROFRACTURING WITH THE INTRODUCTION OF PLATELET-ENRICHED PLASMA IN THE TREATMENT OF OSTEOCHONDRAL DEFECTS IN THE EXPERIMENT

Vasyukov V.A.¹, Vorotnikov A.A.¹, Airapetov G.A.¹, Chekrygin S.Yu.¹, Yatsukova V.E.²

¹Stavropol State Medical University, Russia, 355017, Stavropol, Mira Street, 310

²South Ural State Medical University, Russia, 454092, Chelyabinsk, Vorovskogo Street, 64

Abstract

Objective. Analyze the results of the morphological study of the experimental material. On the basis of comparison of the results, to evaluate the effectiveness of the combined method of treatment of full-thickness osteochondral defects of the knee joint using intra-articular injection of platelet-rich plasma (PRP-therapy) after microfracturing in the experiment.

Methods. the study was carried out on 27 experimental animals (sheep of the Romanov breed, aged from 5 month to 1 years, weighing from 20 to 35 kg), conventionally divided into 3 experimental groups of 9

animals. Intraoperatively, a full-thickness focal defect of the hyaline cartilage was modeled with the capture of the superficial part of the subchondral bone 5.0 mm in diameter along the inner surface of the femoral condyle of both hind limbs. In the first group, an osteochondral defect of the left knee joint was performed with microfracturing, in the right knee joint, an osteochondral defect was not subjected to other influences. In the second group, a defect of the left knee joint was performed, microfracturing with the introduction of platelet-rich plasma (PRP), and a defect in the femoral condyle was performed on the right. In the third group on the left, an osteochondral defect was performed.

Results. Comparative analysis of the results after 1, 3, 6 months of clinical and morphological changes in the three clinical-experimental groups showed that in the third experimental group, the regeneration of cartilage tissue occurs more intensively.

Conclusions. The most effective method for treating osteochondral defects of the knee joint was the combined method using microfracturing using intra-articular PRP during the period of regression of inflammatory processes and relief of postoperative hemarthrosis in the knee joint.

Keywords: cartilage, osteochondritis dissecans, Koenig's disease, PRP, osteochondral defect, platelet factors

Введение

Лечение локальных остеохондральных дефектов суставного хряща, является одной из важных и недостаточно изученных проблем современной артрологии. Существует большое количество заболеваний и повреждений, сопровождающихся поражением суставного хряща, однако рассекающий остеохондрит занимает лидирующее место [1, 3]. Это патологическое состояние, при котором происходит асептический некроз субхондральной кости, что приводит к дезинтеграции хондрального покрова с соответствующими клиническими проявлениями [3]. Отсутствие активной тактики ведения пациента неизбежно приводит к деформирующему артрозу с последующим снижением функции сустава и трудоспособности [1]. Полноценное восстановление хряща на разных стадиях его дегенерации может предотвратить раннее развитие остеоартрита, а также способствует восстановлению функции конечности [2, 7]. Простой в исполнении и популярной методикой лечения сегодня, является микрофрактурирование в патологическом очаге, которое стимулирует регенеративные процессы [1, 2]. Использование метода в сочетании с PRP-терапией в специальной литературе отражено недостаточно [1, 3]. Для обоснованного и безопасного внедрения в лечебный процесс новых технологий необходимо проведение экспериментальных исследований. Результаты, полученные в эксперименте на животных, позволяют учесть детали патогенеза заболевания и по возможности оптимизации его лечения.

Цель исследования – проанализировать результаты морфологического исследования экспериментального материала. На основании сравнения результатов оценить эффективность комбинированного метода лечения полнослойных остеохондральных дефектов коленного сустава с использованием внутрисуставного введения плазмы, обогащенной тромбоцитами (PRP-терапия) после микрофрактурирования в эксперименте.

Методика

Исследование выполнено на 27 экспериментальных животных (овцы романовской породы, возраст от 5 месяцев до 1 года, вес от 20 до 35 кг). Для проведения исследования получено заключение этического комитета №92 от 28.10.2020г. Все особи были условно разделены на 3 экспериментальные группы по 9 животных. Во всех 3 группах интраоперационно моделировали полнослойный очаговый дефект гиалинового хряща с захватом поверхностной части субхондральной кости диаметром 5,0 мм по внутренней поверхности медиального мыщелка бедренной кости обеих задних конечностей, левая конечность – экспериментальная, правая – контрольная. В 1 экспериментальной группе, помимо дефекта, выполнялось микрофрактурирование, во 2 экспериментальной группе – микрофрактурирование с введением PRP, в 3 экспериментальной группе – микрофрактурирование и введение PRP через 3 недели после операции. На контрольной правой конечности во всех группах производили остеохондральный дефект без иных воздействий. Операции выполняли под общей анестезией с использованием раствора 2% Рометара 0,5 мл/кг. Операционное поле обрабатывалась раствором антисептика форисепт. Оперированную конечность фиксировали к хирургическому столу в положении умеренной флексии. Внутренним парapatellarным доступом перпендикулярно проекции суставной щели длиной 4 см выполняли артротомию коленного сустава. На обнаженном

медиальном мыщелке бедра формировали дефект диаметром 5,0 мм с захватом субхондральной кости при помощи бора для аутохондропластики. В завершении операции, выполняли послойное ушивание послеоперационной раны. Микрофрактурирование выполнялось при помощи шила, в дефекте хряща производили микропереломы субхондральной кости на глубину 5 мм в количестве 4 на 1см² до появления геморрагий. Забор крови для PRP проводился из венозной крови, около 15 мл крови экспериментального животного. Для приготовления PRP использовали обычную центрифугу (Excelsa Baby II 206-R). После операции животные содержались в виварии. Животных выводили по 3 из эксперимента через 1, 3 и 6 мес. Эвтаназию производили с использованием раствора тиопентала натрия в летальной дозе (2,5 мл/кг). Выделенные костно-хрящевые фрагменты исследовали визуально, оценивали амплитуду движений в суставе, восстановление контура суставной поверхности, внутрисуставной спаечный процесс, наличие эрозий суставной поверхности и внешний вид регенерата с помощью специальной шкалы, предложенной Driscoll et al. в 2002 г. Данная шкала носит комплексный характер и базируется на критериях доказательной медицины. Критериями оценки морфометрического исследования являлись: удельный объем хондроцитов, удельный объем хрящевого матрикса, удельный объем соединительной ткани, средняя глубина дефекта от толщины здорового хряща. Статистический анализ проводился с использованием t-критерия Стьюдента и программы STATISTICA 13.3 (StatSoft.Inc).

Результаты исследования и их обсуждение

1) Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части медиального мыщелка правого бедра (контроль).

Макроскопическая оценка. Через 1 месяц после формирования дефекта глубина кратера «минус-ткань» сформированного очагового дефекта составляла 3/4 толщины, края не сглажены, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. Через 3 месяца после формирования дефекта глубина кратера «минус-ткань» составляла 2/3 толщины, края не сглажены, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. Существенных изменений в правом коленном суставе к 6 месяцам наблюдения не отмечалось. Глубина кратера «минус – ткань» составляла около 3/5 толщины от здорового хряща, края не сглажены, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко.

Микроскопическая оценка представлена на рис. 1.

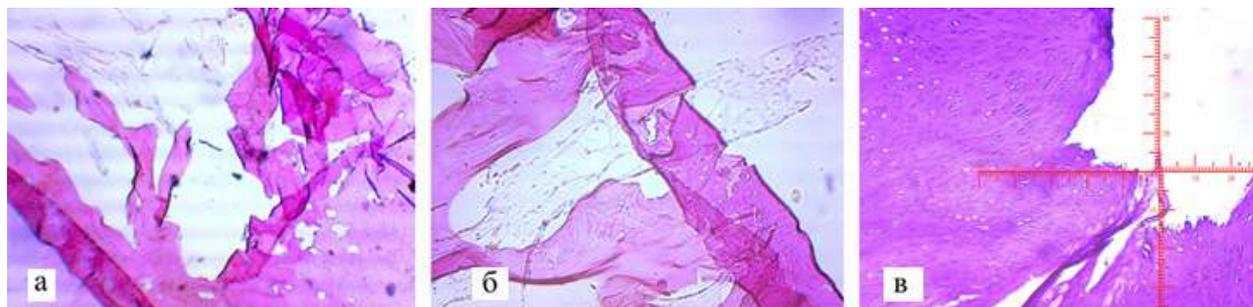


Рис. 1. Микроскопическая картина остеохондрального дефекта, контрольная группа: а – через 1 месяц, б – через 3 месяца, в – через 6 месяцев. Окраска: гематоксилином и эозином (ув.40)

Через 1 месяц выявленные морфологические изменения представляли собой признаки неполной репаративной регенерации костной и хрящевой ткани. Новообразованный гиалиновоподобный суставной хрящ несет в себе свойства незрелого. Через 3 месяца субхондральная костная пластинка имеет искривление в сторону субхондральной кости, обнаруживаются признаки ремоделирования хрящевой ткани, что указывает на частичное восстановление структуры хряща. Спустя 6 месяцев процесс регенерации хрящевой ткани носит незавершенный характер. Субхондральная костная пластинка и субхондральная губчатая кость уплотнены и утолщены, выступают в сторону поверхности.

2) Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра в 1 экспериментальной группе.

Макроскопическая оценка. Через 1 месяц глубина кратера «минус-ткань» составляет 3/4 толщины, края ровные, гладкие. Граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. Через 3 месяца определялась «минус-ткань», составляющая около 2/3 толщины сформированного дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. Спустя 6 месяцев определялась «минус-ткань», составляющая 1/2 толщины сформированного дефекта. Края гладкие ровные, граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко.

Микроскопическая оценка в динамике представлена на рис. 2.

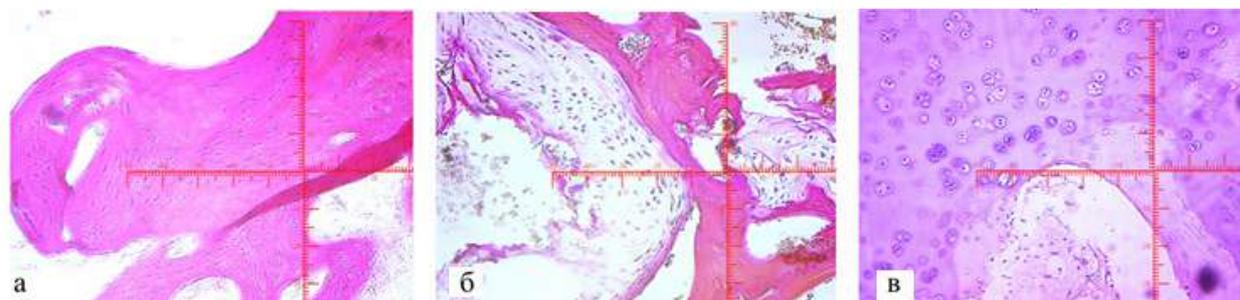


Рис. 2. Микроскопическая картина остеохондрального дефекта, 1 экспериментальная группа: а – через 1 месяц, б – через 3 месяца, в – через 6 месяцев. Окраска: гематоксилином и эозином (ув.40)

Через 1 месяц полость остеохондрального дефекта была заполнена фиброретикулярной тканью на 1/3 с наличием новообразованных сосудов. Отмечается пролиферация фибробластов. В фиброретикулярной ткани сохраняются очаговые лимфогистиоцитарные инфильтраты. Определяются единичные хондрогенные островки. Через 3 месяца дефект полностью заполнен молодой хрящеподобной тканью, образованной хондробластами и оксифильным межклеточным веществом. Надхрящница состоит из 2 слоёв: наружный (волоконистый) и внутренний (хондрогенный). Рост хряща происходит по аппозиционному типу. Ослаблен синтез ДНК. Через 6 месяцев преобладали хондроциты 2 типа. Полость остеохондрального дефекта мышелка заполнена незрелой хрящеподобной тканью. Полной регенерации хряща не происходит. Субхондральная костная пластинка восстановлена на всем протяжении, за исключением области в центральном отделе дна сформированного дефекта.

В 1 экспериментальной группе регенерация хряща происходит медленно. Процесс восстановления остеохондральных дефектов шел по пути локального (SIRS) синдрома системного воспалительного ответа - за счет потенциала собственного организма. Полученные в ходе исследования результаты микроскопического исследования в 1 экспериментальной группе, согласуются с литературными данными, свидетельствуют о течении фазовопротекающего воспалительного процесса репаративной регенерации остеохондрального дефекта [2].

3) Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мышелка бедра во 2 экспериментальной группе.

Макроскопическая оценка. Через 1 месяц после формирования дефекта определялась «минус-ткань», составляющая 1/2 толщины сформированного дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко, так как новообразованная ткань резко полнокровна. Через 3 месяца: «минус-ткань», составляющая 1/3 толщины кратера дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. Через 6 месяцев определялась «минус-ткань», составляющая около 1/4 толщины сформированного дефекта, с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохранившимся гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко, так как новообразованная ткань умеренно полнокровна.

Микроскопическая оценка в динамике представлена на рис. 3. Через 1 месяц в полости дефекта формируется органотипический соединительнотканый регенерат. В периостальной зоне регенерата определяются хондрогенные островки в количестве 5 в поле зрения микроскопа. Хондрогенные островки имеют такое же строение, как и в 1 экспериментальной группе, но они больше по размерам. Грануляционная ткань не определяется. Спустя 3 месяца полость дефекта

была полностью заполнена новообразованной молодой хрящеподобной тканью. В полости дефекта фиброретикулярная ткань не обнаружена. Хондробласты более интенсивно пролиферируют, они более дифференцированы, лакуны располагаются более тесно. Надхрящница полностью сформирована. Наблюдается интенсивный рост хряща по аппозиционному типу. Через 6 месяцев в области дефекта остеохондральной полости формируется незрелая хрящевая ткань. Хондроциты более дифференцированы. Наблюдается интенсивный рост хряща по аппозиционному типу. Субхондральная костная пластинка неравномерно восстановлена, определяется между губчатой костью и соединительной тканью, форма её извилистая.

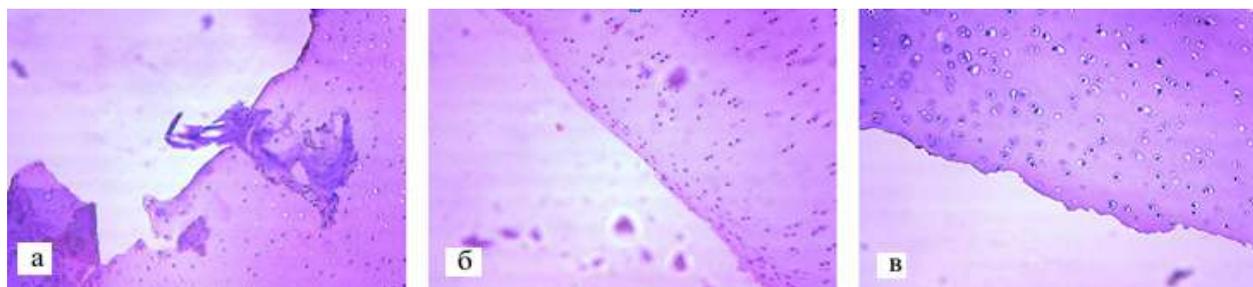


Рис. 3. Микроскопическая картина остеохондрального дефекта, 2 экспериментальная группа: а – через 1 месяц, б – через 3 месяца, в – через 6 месяцев. Окраска: гематоксилином и эозином (ув.40)

Во 2-й экспериментальной группе происходит более интенсивная регенерация хрящевой ткани. В результате дегрануляции, тромбоциты высвобождают свое содержимое, и начинается каскад последовательных процессов [4]. PRP активно участвует в процессах регенерации клетки, активизирует митотические процессы и способствует ангиогенезу [5]. Факторы роста в α -гранулах, посредством экзоцитоза высвобождаются из тромбоцитов во внеклеточную среду [6]. Некоторые авторы, как Ежов М.Ю. и др (2015) склонны считать, что присутствие эритроцитов в PRP, как негативный фактор, так как наличие гемартроза способствует гиперпродукции простагландинов и цитокинов, вызывающих воспалительные процессы, уменьшают выживаемость тромбоцитов. Введение внутрисуставно плазмы, обогащенной тромбоцитами сразу после операции в условиях гемартроза, тормозит процессы репаративной регенерации остеохондрального дефекта поскольку наличие свежих эритроцитов способствует поддержанию воспалительного процесса, уменьшения количества тромбоцитов, сокращения жизненного цикла их, тем самым уменьшается содержание факторов роста, что замедляет процессы репаративной регенерации остеохондрального дефекта, о чём свидетельствуют результаты, полученные во 2 экспериментальной группе.

4) Полнослойный дефект суставного хряща и субхондральной костной пластинки на нагружаемой части внутреннего мыщелка бедра в 3 экспериментальной группе.

Макроскопическая оценка. Через 1 месяц определялась «минус-ткань», составляющая 1/3 толщины сформированного дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко, новообразованная ткань резко полнокровна. Через 3 месяца определялась «минус-ткань», составляющая 1/4 толщины сформированного дефекта с ровными гладкими краями, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым суставным хрящом прослеживается четко. К 6 месяцам определяется практически полное восстановление дефекта, края ровные, граница между новообразованной тканью и сохраненным гиалиновым хрящом сглажена.

Микроскопическая оценка представлена на рис. 4. Через 1 месяц органический регенерат из фиброзной ткани полностью заполняет полость дефекта и плотно сращен с его стенками, коллагеновые волокна формируют плотные пучки. Отмечается усиленная пролиферация фибробластов. В фиброретикулярной ткани определяется большое количество хондрогенных островков (более 10 в поле зрения). Они значительно крупнее, чем во 2 экспериментальной группе. Спустя 3 месяца полость дефекта заполнена хрящеподобной тканью с наличием лакун и межклеточного вещества. Отмечается пролиферация хондробластов и их дифференцировка. Хрящеподобная ткань плотно сращена со стенками полости, остатки фиброретикулярной ткани не обнаружены. Через 6 месяцев после формирования дефекта полость дефекта полностью заполнена зрелой хрящевой тканью типа гиалинового хряща. Субхондральная костная пластинка восстановлена на всём её протяжении.

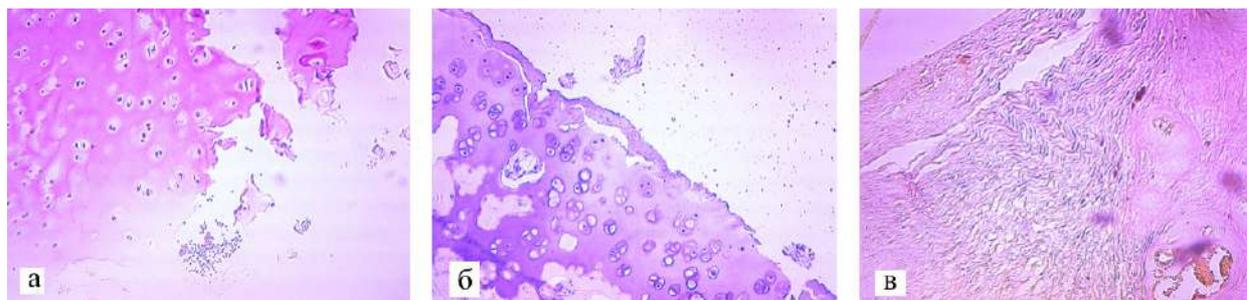


Рисунок 4. Микроскопическая картина остеохондрального дефекта, 3 экспериментальная группа: а – через 1 месяц, б – через 3 месяца, в – через 6 месяцев. Окраска: гематоксилином и эозином (ув.40)

В 3 экспериментальной группе регенерация хрящевой ткани происходит более интенсивно. PRP вводилась внутрисуставно через 3 недели после операции в период регресса воспалительных процессов в коленном суставе и купирования послеоперационного гемартроза экспериментального животного.

5) Результаты макроскопической оценки по шкале Driscoll во всех группах экспериментального исследования и контрольной группе представлены в табл. 3.

Таблица 3. Средние показатели суммы баллов ($M \pm m$) макроскопической оценки по шкале Driscoll

Наблюдение, мес.	Контроль	1 ЭГ	2 ЭГ	3 ЭГ
1 мес., n=3	4,0±0,0	5,67±0,58	6,33±0,58	8,0±0,0
3 мес., n=3	4,67±0,58	6,33±0,58	8,0±0,0	9,33±0,58
6 мес., n=3	5,33±0,58	7,0±0,0	8,67±0,58	10,0±0,0

Примечание: n – количество животных $p < 0,05$

Результаты, полученные в 3 экспериментальной группе, оказались статистически значимо выше, чем во всех экспериментальных группах и в контрольной.

6) Морфометрическая оценка за весь период проведения экспериментального исследования в контрольной и всех экспериментальных группах. Средние значения показателей $M \pm m$ представлены в таблицах 4-7.

Таблица 4. Удельный объём хондроцитов, %

Наблюдение, мес.	Контроль	1 ЭГ	2 ЭГ	3ЭГ
1 мес.	3,02±0,07	3,21±0,2	3,35±0,31	3,25±0,13
3 мес.	3,35±0,13	3,83±0,08	4,15±0,14	5,08±0,27
6 мес.	3,48±0,18	4,09±0,15	5,95±0,19	8,48±0,25

Таблица 5. Удельный объём хрящевого матрикса, %

Наблюдение, мес.	Контроль	1 ЭГ	2 ЭГ	3ЭГ
1 мес.	22,93±0,13	23,09±0,12	23,11±0,18	23,05±0,17
3 мес.	23,26±0,23	27,99±0,63	32,8±0,18	36,67±0,48
6 мес.	24,18±0,27	34,54±0,53	41,81±0,61	57,87±0,4

Таблица 6. Удельный объём соединительной ткани %

Наблюдение, мес.	Контроль	1 ЭГ	2 ЭГ	3ЭГ
1 мес.	70,75±0,44	69,92±0,6	69,77±0,23	69,86±0,16
3 мес.	69,75±0,19	66,97±0,14	60,93±0,33	55,9±0,52
6 мес.	68,48±0,43	62,82±0,28	52,73±0,41	32,97±0,39

Таблица 7. Средняя глубина дефекта, %

Наблюдение, мес.	Контроль	1 ЭГ	2 ЭГ	3 ЭГ
1 мес.	67,67±0,38	67,41±0,6	67,23±0,21	67,45±0,05
3 мес.	64,2±0,31	60,87±0,3	36,4±0,46	27,35±0,4
6 мес.	61,98±0,15	54,87±0,23	15,47±0,42	2,0±0,4

Статистически значимые результаты были получены спустя 3 и 6 месяцев от начала исследования ($p < 0,05$), спустя 1 месяц результаты не имели статистической значимости ($p > 0,05$). Лучшие результаты получены в 3 экспериментальной группе.

Заключение

Анализ результатов проведенного морфологического исследования экспериментального материала показал, что регенерация хрящевой ткани в области остеохондрального дефекта происходит в три этапа. I этап – образование грубоволокнистой соединительной ткани, которая заполняет дефект. II этап – образование хрящеподобной ткани. III этап – образование хрящевой ткани различной степени зрелости. Сравнительный анализ морфологических изменений показал, что наилучшие результаты выявлены в 3 экспериментальной группе. Таким образом, в ходе работы наиболее эффективным методом лечения остеохондральных дефектов коленного сустава показал себя комбинированный метод с помощью микрофрактурирования с использованием PRP внутрисуставно в период регресса воспалительных процессов и купирования послеоперационного гемартроза в коленном суставе.

Литература (references)

1. Айрапетов Г. А., Воротников А. А., Коновалов Е. А. Методы хирургического лечения локальных дефектов гиалинового хряща крупных суставов (обзор литературы) // Гений ортопедии. – 2017. – №4. – С. 485-491. [Ajrapetov G. A., Vorotnikov A. A., Kononov E. A. Metody hirurgicheskogo lechenija lokal'nyh defektov gialinovogo hrjashha krupnyh sustavov (obzor literatury) // Genij ortopedii. – 2017. – N4. – P. 485-491. (in Russian)]
2. Айрапетов Г. А., Загородний Н. В., Воротников А. А. Экспериментальный метод замещения костно-хрящевых дефектов суставов (ранние результаты) // Медицинский вестник Юга России. – 2019. – №2. – С. 71-76. [Ajrapetov G. A., Zagorodnij N. V., Vorotnikov A. A. Jeksperimental'nyj metod zameshhenija kostno-hrjashhevyyh defektov sustavov (rannie rezul'taty) // Medicinskij vestnik Juga Rossii. – 2019. – N2. – P. 71-76. (in Russian)]
3. Воротников А. А. и др. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ. – 2020. [Vorotnikov A. A. i dr. OBZOR LITERATURY. – 2020. (in Russian)]
4. Демкин С. А. и др. Морфогенез гиалинового хряща коленного сустава на фоне внутрисуставного введения обогащенной тромбоцитами аутологичной плазмы и/или препарата гиалуроновой кислоты крыс с экспериментальным остеоартрозом // Травматология и ортопедия России. – 2016. – Т. 22. – №4. – С. 76-87. [Demkin S. A. i dr. Morfogenez gialinovogo hrjashha kolennogo sustavana fone vnutrisustavnogo vvedenija obogashhennoj trombocitami autologichnoj plazmy i/ili preparata gialuronovoj kisloty krys s jeksperimental'nyim osteoartrozom // Travmatologija i ortopedija Rossii. – 2016. – T. 22. – №4. – P. 76-87. (in Russian)]

5. Маланин Д.А. Обогащенная тромбоцитами аутологичная плазма в лечении пациентов с остеоартрозом коленного сустава II стадии // Гений ортопедии. – 2017. – №1. – С. 44-51. [Malanin D. A. Obogashhennaja trombocitami autologichnaja plazma v lechenii pacientov s osteoartrozom kolennogo sustava II stadii // Genij ortopedii. – 2017. – N1. – P. 44-51. (in Russian)]
6. Khan W. S., Johnson D. S., Hardingham D. S. The potential use of stem cells for knee articular cartilage repair // Knee. – 2010. – Т. 17. – N6. – P. 369-374.
7. Wall E.J. healing potential of stable juvenile osteochondritis dissecans knee lesions // The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume. – 2008. – Т. 90. – N12. – С. 2655-2659.

Информация об авторах

Васюков Вячеслав Анатольевич – ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: vasykov1234@gmail.com

Воротников Александр Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: vorotnikov@mail.ru

Айрапетов Георгий Александрович – доктор медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: airapetovga@yandex.ru

Чекрыгин Сергей Юрьевич – ассистент кафедры травматологии и ортопедии с курсом ДПО ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: Evrocheka@yandex.ru

Яцукова Варвара Егоровна – студент ФГБОУ ВО «ЮУГМУ» Минздрава России. E-mail: iatsukova.varvara@mail.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.