

DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.79

УДК: 616.72-018.3-007.21-089.8

Сравнительный анализ результатов лечения остеохондральных повреждений коленного сустава у спортсменов (проспективное, рандомизированное исследование)

Г.А. Айрапетов

ФГБОУ ВО Ставропольский государственный медицинский университет,
Министерство здравоохранения РФ, г. Ставрополь, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: оценить отдаленные результаты лечения остео-хондральных повреждений коленного сустава у спортсменов. Повреждение гиалинового хряща коленного сустава встречается довольно часто, а в 5-10% случаев требует хирургического лечения. При отсутствии должного лечения такие повреждения могут приводить к остеоартриту. По некоторым данным в структуре травм коленного сустава спортсменов около 36% занимают полнослойные повреждения гиалинового хряща. Наиболее популярными методами лечения, особенно у спортсменов, являются микрофрактурирование и мозаичная аутохондропластика. **Материалы и методы:** исследование выполнялось с 2015 по 2018 год. Нами обследовано 56 пациентов, которые профессионально занимаются спортом, с полнослойным повреждением гиалинового хряща коленного сустава из них: 32 – футболисты, 12 – волейболисты, 7 – кикбоксеры/борцы, 5 – легкоатлеты. Все пациенты разделены на 2 репрезентативные группы. В I группу включены 42 пациента, которым выполнялось микрофрактурирование, во II - 14 пациентов с мозаичной аутохондропластикой. Для оценки результатов использовались шкала KOOS и Lysholm Knee Scoring Scale. Полученные результаты обработаны статистически с использованием U-критерия Манна-Уитни. Уровень доказательности определялся, как $p \leq 0.05$. **Результаты:** средний срок наблюдения составил 2.3 года (от 1.5 до 2.8 лет). Сравнивая результаты, полученные в обеих группах мы получили разницу по шкале Lysholm Knee равную 1.5 балла (доверительный интервал 95%) в пользу мозаичной аутохондропластики, по шкале Knee injury and osteoarthritis outcome, разница составила 2.7 балла (доверительный интервал 95%). **Выводы:** отдаленные результаты лечения спортсменов с остео-хондральными повреждениями коленного сустава не показали существенной разницы между микрофрактурированием и мозаичной аутохондропластикой. В обеих группах получен высокий уровень функционального состояния по шкалам Knee injury and osteoarthritis outcome и Lysholm Knee в сравнении с предоперационной оценкой. Мы считаем, что микрофрактурирование является менее агрессивной и достаточно эффективной методикой лечения спортсменов с остео-хондральными дефектами крупных суставах, особенно молодого возраста. Однако необходимо отметить, что выполнение мозаичной аутохондропластики позволяет получить лучшие отдаленные результаты за счет стабильного и полноценного замещения дефекта.

Ключевые слова: спортивная травма, дефекты хряща, болезнь Кенига, микрофрактурирование, мозаичная аутохондропластика

Для цитирования: Айрапетов Г.А. Сравнительный анализ результатов лечения остеохондральных повреждений коленного сустава у спортсменов (проспективное, рандомизированное исследование) // Спортивная медицина: наука и практика. 2019. Т.9, №2. С. 79-84. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.79.

Comparative analysis of long-term results of treatment of patients with osteochondral knee injuries (prospective, randomized study)

Georgiy A. Airapetov

Stavropol State Medical University, Stavropol, Russia

ABSTRACT

Objective: to evaluate the long-term results of treatment of athletes with osteo-chondral knee defects. Damage of the hyaline cartilage of the knee joint is quite common, and in 5-10% of cases requires surgical treatment. In the absence of proper treatment, such damage can lead to the osteoarthritis. According to some data in the structure of knee injuries of athletes contains about 36% cases of full-layer damage of hyaline cartilage. The most popular methods of treatment are microfracture and mosaic autochondroplasty. **Materials and methods:** the study was carried out from 2015 to 2018. We examined 56 patients with full-layer damage of hyaline cartilage of the knee joint, among them: 32-soccer players, 12-volleyball players, 7-kickboxers/wrestlers, 5-field athletes. All patients were divided into 2 representative groups. The first group included 42 patients who underwent microfracturing, in the second group involved 14 patients with mosaic autochondroplasty. KOOS and Lysholm Knee Scoring Scale used to evaluate the results. The results statistically processed using the Mann-Whitney U-test. The level of evidence defined as $p \leq 0.05$. **Results:** the average follow-up period was 2.3 years (from 1.5 to 2.8 years). Comparing the results obtained in both groups, we registered a prevailing of mosaic autochondroplasty per 1.5 points by the

Lysholm Knee scale (95% confidence interval) and 2.7 points by the Knee injury and osteoarthritis outcome scale (95% confidence interval). **Conclusions:** long-term results of treatment of patients with osteo-chondral injuries of the knee joint showed no significant difference between microfracturing and mosaic autochondroplasty. In both groups, a high level of functional state of knee joint was obtained on the scales of Knee injury and osteoarthritis outcome and Lysholm Knee in comparison with preoperative evaluation. We believe that microfracturing is less aggressive and quite effective method of treatment of patients with osteo-chondral defects of large joints, especially at young age. However, it should be noted that the implementation of the mosaic autochondroplasty allows to get the best long-term results at the expense of a stable and full replacement of the defect.

Key words: sports injury, cartilage defects, Koenig's disease, microfracturing, mosaic autochondroplasty

For citation: Airapetov GA. Comparative analysis of long-term results of treatment of patients with osteochondral knee injuries (prospective, randomized study). Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice). 2019;9(2):79-84. Russian. DOI: 10.17238/ISSN2223-2524.2019.2.79.

1.1 Введение

Крупные суставы являются наиболее травмируемыми сегментами у спортсменов. Особенно часто наблюдается повреждение коленного сустава, а в 5-10% случаев требуется хирургическое вмешательство [1]. В структуре травм коленного сустава у спортсменов хондральные и остеохондральные повреждения занимают особенное место, в связи с трудности их полноценного восстановления, а при отсутствии должного лечения такие повреждения могут приводить к раннему развитию остеоартрита [2]. По некоторым данным около 36% травм коленного сустава, во время занятий спортом, занимают полнослойные повреждения гиалинового хряща. [3].

Сегодня предложено большое разнообразие способов хирургического лечения таких повреждений. Наиболее популярными и относительно легко воспроизводимыми являются микрофрактурирование, туннелизация, абразивная артропластика и мозаичная аутохондропластика (МАХП) [4, 5]. Микрофрактурирование направлено на выход мезенхимальных клеток из костного мозга и формирование фибринового клея, который заполняет зону дефекта и тем самым формируется гиалиновоподобная фиброзная ткань с характеристиками близкими гиалиновому хрящу [6]. Некоторые спортивные врачи считают микрофрактурирование основным методом лечения таких повреждений у спортсменов [7]. В доступной литературе встречается много источников сообщающих о хороших результатах использования данной методики. [8].

Другим популярным сегодня способом лечения таких повреждений является мозаичная аутохондропластика [9]. Суть метода состоит в заборе цилиндрических блоков из ненагружаемого участка коленного сустава и трансплантация его в подготовленные предварительно бором углубления в зоне дефекта [10, 11]. В литературе упоминается о 80-90% хороших и отличных результатах применения данной методики [12, 13]. В разных источниках сообщается о преимуществах микрофрактурирования над мозаичной аутохондропластикой или наоборот [14].

Целью нашей работы является сравнить отдаленные результаты микрофрактурирования и мозаичной аутохондропластики при лечении повреждений гиалинового хряща коленного сустава у спортсменов.

Задачи исследования:

1. Оценить результаты применения микрофрактурирования и мозаичной аутохондропластики при лечении

спортсменов с остеохондральными повреждениями коленного сустава.

2. Проанализировать результаты лечения в разных группах.

1.2 Материалы и методы

Исследование выполнялось с 2015 по 2018 год. Нами обследовано 56 пациентов, которые профессионально занимаются спортом, с полнослойным повреждением гиалинового хряща коленного сустава. Все пациенты разделены на 2 репрезентативные группы. В I группу включены 42 пациента, которым выполнялось микрофрактурирование, во II – 14 пациентов с МАХП. Средний возраст составил 25,3 года (стандартное отклонение (co) 6.3). В исследование включены спортсмены с повреждениями гиалинового хряща III-IV степени по Outerbridge, диаметром от 1 до 3 см² и глубиной до 8 мм, проходивших лечение в отделении травматологии и ортопедии Ставропольской краевой клинической больницы. Пациенты занимались разными видами спорта: 32 – футбол (24 в I группе, 8 во II группе), 12 – волейбол (9 в I группе, 3 во II группе), 7 – кикбоксинг/борьба (5 в I группе, 2 во II группе), 5 – легкоатлеты (4 в I группе, 1 во II группе). Из исследования исключались пациенты с остеоартритом 3-4 стадии, нестабильностью в суставе, ограничением движений в суставе более 50. Во всех случаях диагноз ставился на основании МРТ с учетом стадии артроза [15]. В каждом случае с пациентом обговаривались преимущества и недостатки метода лечения. Подробная информация о пациентах, включенных в исследование представлена в таблице 1.

В I группе пациентов использовалось микрофрактурирование в классическом исполнении. Первым этапом выполнялся дебридмент зоны повреждения и удалялся поврежденный гиалиновый хрящ. Далее выполнялись отверстия шилом на расстоянии 3 мм друг от друга. Глубина определялась достижением субхондральной кости и появлением геморрагий. Все манипуляции выполнялись эндоскопически (рис. 1).

Во II группе накладывался турникет на конечность и выполнялся медиальный или латеральный парапателлярный хирургический доступ. Далее выполнялся дебридмент зоны дефекта и мозаичная аутохондропластика по классической технологии. При этом выполнялся забор цилиндрических блоков диаметром 4.5 мм из

Таблица 1

Характеристика пациентов, включенных в исследование

Table 1

Characteristics of patients included in the study

	Группа 1 (n=42)/Group 1 (n=42)	Группа 2 (n=14)/Group 2(n=14)
Возраст/Age	25,3 (7,5)	24,7 (6,9)
Пол (м/ж)/Sex	51/45	14/6
Медиальный мыщелок/Medial condyle Латеральный мыщелок/Lateral condyle	92/4	21/1
Диаметр дефекта/Diameter of the defect	1,95 (1,1-2,8)	1,96 (1,2 – 2,8)

n – количество испытуемых/number of subjects

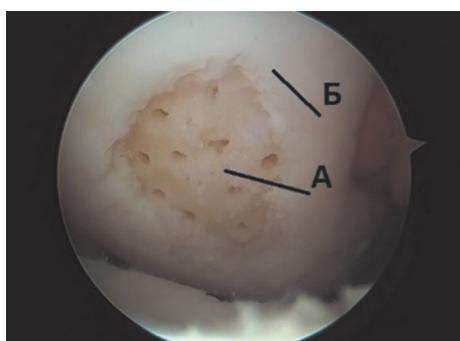


Рис. 1. Интраоперационное фото, где А – выполненные микропереломы, Б – intactный гиалиновый хрящ

Pic. 1. Intraoperation picture, where A – microfractures, B – intact hyaline cartilage

ненагружаемых участков коленного сустава по периферии и трансплантация их в предварительно обработанную бором зону дефекта. Дефект закрывался так, чтобы трансплантированные блоки не выходили за пределы нативного гиалинового покрова (рис. 2).

В послеоперационном периоде все пациенты начинали пассивную разработку движений в суставе на следующий день после операции. Отсутствие нагрузки на конечность и хождение при помощи костылей в течение 6 недель рекомендовалось в обеих группах, а затем постепенное увеличение нагрузки до полной к 8 неделе.

Результаты исследования оценивались по специальным шкалам: knee injury and osteoarthritis outcome score (KOOS) и Lysholm Knee Scoring Scale до операции и через 2 года.

Шкала KOOS включает в себя 42 вопроса разделенных на 5 разных групп (боль, тугоподвижность, активность в повседневной жизни, спорт и отдых, качество жизни). Каждая группа позволяет набрать от 0 до 100 баллов.

Lysholm Knee Scoring Scale включает в себя 8 групп вопросов (хромота, поддерживающие устройства, блоки в суставе, нестабильность, отечность, ходьба по лестницам, приседание и боль). Максимальное количество баллов равняется 100, что соответствует отличному результату.

Полученные результаты обработаны статистически с использованием U-критерия Манна-Уитни. Уровень достоверности определялся, как $p \leq 0.05$.

1.3 Результаты и их обсуждение

Средний срок наблюдения составил 2.3 года (от 1.5 до 2.8 лет).

Средний балл до операции в I группе по Lysholm Knee составил 55.5 (стандартное отклонение 7.2), во II группе 54.6 (со 6.7). По шкале Knee injury and osteoarthritis outcome score в I группе средний показатель равен 18.9 (со 8.1), во II группе 18.5 (со 7.7).

Средний балл после операции в I группе по Lysholm Knee составил 78.6 (стандартное отклонение 6.2), во II группе 80.1 (со 6.4). По шкале Knee injury and osteoarthritis outcome score в I группе средний показатель равен 87.6 (со 6.1), во II группе 90.3 (со 6.5).

Сравнивая результаты, полученные в обеих группах мы получили разницу по шкале Lysholm Knee равную 1.5 балла (доверительный интервал 95%) в пользу мозаичной аутохондропластики, по шкале Knee injury and osteoarthritis outcome, разница составила 2.7 балла (доверительный интервал 95%) (рис. 3).

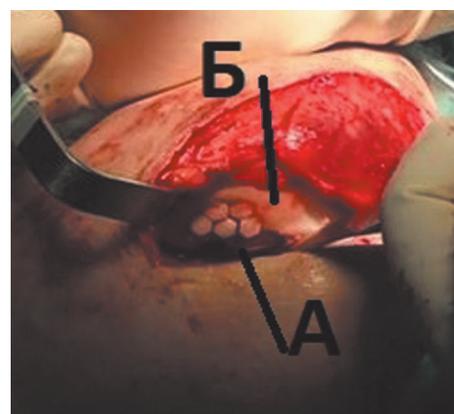


Рис. 2. Интраоперационное фото, где А – трансплантированный аутохрящ, Б – нативный хрящ

Pic. 2. Intraoperation picture, where A – transplanted autochondral cartilage, B – native cartilage

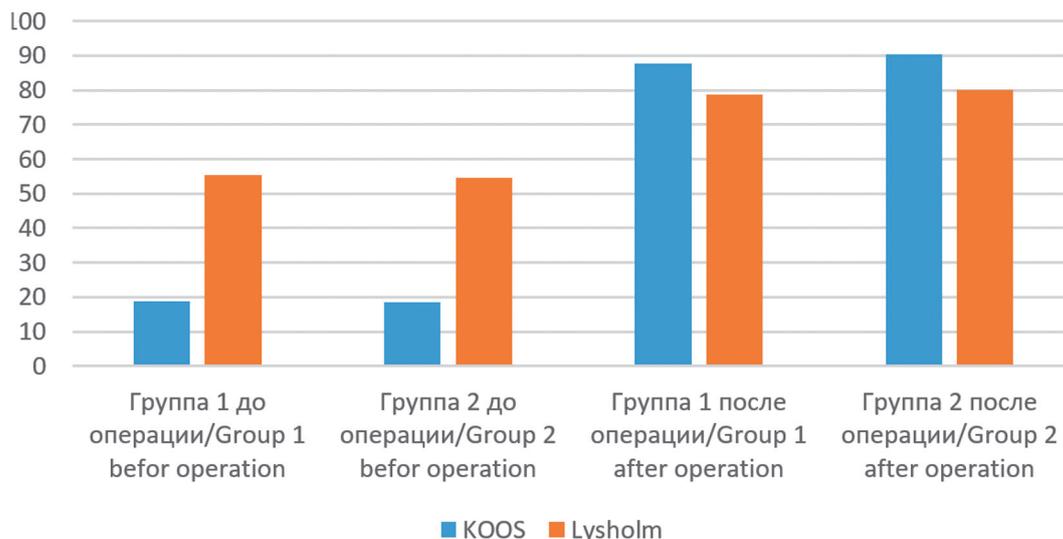


Рис. 3. Распределение полученных показателей до и после операции
Pic. 3. Distribution of the obtained parameters before and after the operation

Осложнения, наблюдаемые нами, представлены в таблице 2.

В период наблюдения за пациентами, часть спортсменов вернулись к профессиональным занятиям спортом и занятиям спортом на прежнем квалификационном уровне. Так, в I группе к занятиям на прежнем уровне вернулись: в футбол – 16 (66%) в волейбол – 6 (66%), в кикбоксинг/борьба – 3 (60%), в легкую атлетику – 2 (50%), во II группе к занятиям на прежнем уровне вернулись: в футбол – 5 (63%) в волейбол – 1 (33%), в кикбоксинг/борьба – 1 (50%), в легкую атлетику спортсмен возвращаться не захотел. Итого к занятиям спортом на прежнем уровне в I группе вернулись 27 (64%) спортсменов, а во II группе – 7 (50%) спортсменов. Следует отметить, что 8 (19%) пациентов в I группе и 2 (14%) пациента во II группе решили завершить занятия любым спортом.

Лечение повреждений гиалинового хряща крупных суставов у спортсменов является достаточно большой проблемой в связи с необходимостью вернуть их на профессиональное поприще в максимально короткие сроки. Указанные повреждения отличаются тем, что гиалиновых хрящ плохо регенерирует, а образуемый регенерат достаточно уязвим и при ранних нагрузках быстро лизируется [16]. В связи с этим регулярно разрабатываются и внедряются новые методы лечения остеохондральных и хондральных дефектов крупных суставов. Особенно это актуально для спортсменов, которым необходимо восстановить не только функцию сустава, но и вернуться в профессиональный спорт. Основным методом диагностики повреждений гиалинового хряща является МРТ [17]. При этом методики микрофрактурирования и мозаичной аутохондропластики не теряют

Таблица 2

Наблюдаемые осложнения

Table 2

The observed complications

Осложнения/Complication	Группа I (n=42)/Group I (n=42)	Группа II (n=14)/Group II (n=14)
Инфекционно-септические/ Infectious and septic	1 (2%)	0
Гемартроз/Синовит/Hemarthrosis/Synovitis	14 (33%)	4 (29%)
Сохранение болевого синдрома/ Preservation of pain syndrome	8 (19%)	0
Болевой синдром в донорском ложе/ Preservation of pain syndrome/ Pain syndrome in the donor bed/	0	3 (21%)
Ревизионная операция/Revision operation	5 (12%)	1 (7%)

своей актуальности. Конечно несомненным преимуществом микрофрактурирования является простота выполнения методики во время артроскопии. Однако мозаичная аутохондропластика позволяет добиться полного закрытия дефекта стабильным аутотрансплантатом. В некоторых работах говорится о явных преимуществах использования микрофрактурирования перед другими методами, другая часть считает мозаичную аутохондропластику методом выбора при лечении локальных повреждений гиалинового хряща коленного сустава [18]. Проанализировав наши результаты, мы видим, что дооперационные данные по шкалам в обеих группах сопоставимы, что говорит о равнозначности функционального состояния пациентов. В отдаленном послеоперационном периоде результаты по шкалам высокие и сопоставимы в обеих группах. В доступной литературе встретились несколько статей сравнивающих методики МФ и МАХП. Однако во всех исследованиях различалась хирургическая техника, реабилитация и методы оценки результатов в связи с чем их невозможно сравнить. В большинстве работ указывается на высокую степень повторных операций по поводу нестабильности регенерата в группах, где выполнялось МФ. По нашим данным количество ревизионных операций незначительно различаются и составляют 5% в группе МАХП и 9% в группе МФ. Достаточно часто результаты исследований различаются в результате того, что МФ выполняет артроскопически, а при МАХП выполняется артротомия. Результаты исследований разнятся еще и в связи с разностью

размеров дефектов. По данным литературы результаты лечения пациентов с остеохондральными повреждениями достовернее лучше при меньшей площади дефекта. В одном из крупных исследований, проведенном Kruch и соавт. [19] показано значительное улучшение функции коленного сустава после выполнения, как МФ, так и МАХП. По нашему мнению, результаты представленной работы могут позволить ортопедам облегчить выбор метода лечения остеохондральных повреждений крупных суставов.

Выводы

Результаты лечения спортсменов с остеохондральными повреждениями коленного сустава не показали существенной разницы между микрофрактурированием и мозаичной аутохондропластикой. В обеих группах получен высокий уровень функционального состояния по шкалам Knee injury and osteoarthritis outcome и Lysholm Knee в сравнении с предоперационной оценкой. Учитывая тяжесть указанной патологии 64% пациентов вернулись к занятиям спортом на прежнем квалификационном уровне в I группе и 50% во II группе. Мы считаем, что микрофрактурирование является менее агрессивной и достаточно эффективной методикой лечения спортсменов с остеохондральными повреждениями крупных суставов. Однако необходимо отметить, что выполнение мозаичной аутохондропластики позволяет получить лучшие отдаленные результаты за счет стабильного и полноценного замещения дефекта.

Список литературы

1. **Божокин 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. Т.22, №3. С. 122-31.
2. **Barber FA, Chow JC.** Arthroscopic osteochondral transplantation: histologic results // Arthroscopy. 2001. Vol.17, №8. P. 832-5.
3. **Flanigan DC, Harris JD, Trinh TQ.** Prevalence of chondral defects in athletes' knees: a systematic review // Med Sci Sports Exerc. 2010. №42. P. 1795-801. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181d9eea0.
4. **Гилев Я.Х., Милуков А.Ю., Устьянцев Д.Д.** Применение костно-хрящевой мозаичной пластики у пациентов с деформирующим остеоартрозом коленного сустава // Политравма. 2018. №1. С. 32-8.
5. **Løken S, Heir S, Holme I, Engebretsen L.** 6-Year follow-up of 84 patients with cartilage defects in the knee. Knee scores improved but recovery was incomplete // ActaOrthop. 2010. Vol.81, №5. P. 611-8.
6. **Heir S, Nerhus TK, Røtterud JH, Løken S, Ekeland A.** Focal cartilage defects in the knee impair quality of life as much as severe osteoarthritis: a comparison of Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score in 4 patient categories scheduled for knee surgery // Am J Sports Med. 2010. Vol.38, №2. P. 231-7.
7. **Benthien JP, Behrens P.** The treatment of chondral and osteochondral defects of the knee with autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): method description and recent developments // Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011. Vol.19, №8. P. 1316-9.

References

1. **Bojokin MS, Bojцова SA, Netilko GI.** Possibilities of modern cellular technologies for restoration of damaged articular cartilage (analytical review of literature). Traumatology and orthopedics of Russia. 2016;22(3):122-31. Russian.
2. **Barber FA, Chow JC.** Arthroscopic osteochondral transplantation: histologic results. Arthroscopy. 2001;17(8):832-5.
3. **Flanigan DC, Harris JD, Trinh TQ.** Prevalence of chondral defects in athletes' knees: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. 2010;(42):1795-801. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181d9eea0.
4. **Gilev IH, Milucov AU, Ustiancev DD.** Application of osteochondral mosaic plasty in patients with deforming osteoarthritis of the knee joint. Politrauma. 2018;(1):32-8. Russian.
5. **Løken S, Heir S, Holme I, Engebretsen L.** 6-Year follow-up of 84 patients with cartilage defects in the knee. Knee scores improved but recovery was incomplete. ActaOrthop. 2010;81(5):611-8.
6. **Heir S, Nerhus TK, Røtterud JH, Løken S, Ekeland A.** Focal cartilage defects in the knee impair quality of life as much as severe osteoarthritis: a comparison of Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score in 4 patient categories scheduled for knee surgery. Am J Sports Med. 2010;38(2):231-7.
7. **Benthien JP, Behrens P.** The treatment of chondral and osteochondral defects of the knee with autologous matrix-induced chondrogenesis (AMIC): method description and recent developments. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2011;19(8):1316-9.

8. **Robert H, Brophy, Scott A, Rodeo, Ronnie P.** Knee Articular Cartilage Injuries in the National Football League – Epidemiology and Treatment Approach by Team Physicians // *J Knee Surg.* 2009. Vol.22, №4. P. 331-8.

9. **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. P. 1986-96.

10. **Зар В.В., Степанов Е.В.** Аутопластическое замещение дефектов хряща коленного сустава // *Соврем. проблемы науки и образования.* 2016. №6. С. 217.

11. **Kin E.** Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: a prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture // *Am J Sports Med.* 2011. №39. P. 549-57. DOI: 10.1177/0363546511420688.

12. **Mithoefer K, Williams RJ, Warren RF, Potter HG, Spock CR.** The microfracture technique for the treatment of articular cartilage lesions in the knee. A prospective cohort study // *J Bone Jt Surg Am.* 2005. Vol.87, №9. P. 1911-20.

13. **Gowd AK.** Management of Chondral lesions of the knee: analysis of trends and short-term complications using the national surgical quality improvement program database // *Arthroscopy.* 2019. Vol.35, №1. P. 138-46.

14. **Medvedeva EV, Grebenik EA, Gornostaeva SN.** Repair of damaged articular cartilage: current approaches and future directions // *Int. J. Mol. Sci.* 2018. Vol.19, №8. P. 2366.

15. **Айрапетов Г.А., Воротников А.А., Коновалов Е.А.** Создание макета гиалинового хряща коленного сустава у пациентов в норме, при варусной и вальгусной деформации голени // *Казанский медицинский журнал.* 2018. Т.99, №1. С. 157-61. DOI: 10.17816/KMJ2018-157.

16. **Westermann RW.** Return to sport after operative management of osteochondritis dissecans of the capitellum: a systematic review and meta-analysis // *Orthop. J. Sports Med.* 2016. Vol.4, №6. P. 23-5.

17. **Айрапетов Г.А., Воротников А.А., Коновалов Е.А., Чуков С.З.** Создание карты толщины гиалинового хряща коленного сустава человека // *Ульяновский медико-биологический журнал.* 2018. №2. С. 80-5. DOI: 10.23648/UMBJ.2018.30.14049.

18. **Hangody L, Fules P.** Autologous osteochondralmosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weightbearing joints: ten years of experimental and clinical experience // *J Bone Jt Surg Am.* 2003. Vol.85-A, №2. P. 25-32.

19. **Krych AJ.** Return to sport after the surgical management of articular cartilage lesions in the knee: a meta-analysis // *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* 2017. Vol.25, №10. P. 3186-96.

8. **Robert H, Brophy, Scott A, Rodeo, Ronnie P.** Knee Articular Cartilage Injuries in the National Football League – Epidemiology and Treatment Approach by Team Physicians. *J Knee Surg.* 2009;22(4):331-8.

9. **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):1986-96.

10. **Zar VV, Stepanov EB.** Autoplastic substitution of the defects of the knee cartilage. Modern problems of science and education. 2016;(6):217. Russian.

11. **Kin E.** Articular cartilage treatment in high-level male soccer players: a prospective comparative study of arthroscopic second-generation autologous chondrocyte implantation versus microfracture. *Am J Sports Med.* 2011;(39):549-57. DOI: 10.1177/0363546511420688.

12. **Mithoefer K, Williams RJ, Warren RF, Potter HG, Spock CR.** The microfracture technique for the treatment of articular cartilage lesions in the knee. A prospective cohort study. *J Bone Jt Surg Am.* 2005;87(9):1911-20.

13. **Gowd AK.** Management of Chondral lesions of the knee: analysis of trends and short-term complications using the national surgical quality improvement program database. *Arthroscopy.* 2019;35(1):138-46.

14. **Medvedeva EV, Grebenik EA, Gornostaeva SN.** Repair of damaged articular cartilage: current approaches and future directions. *Int. J. Mol. Sci.* 2018;19(8):2366. Russian.

15. **Airapetov GA, Vorotnikov AA, Kononov EA.** Creating a model of hyaline cartilage of the knee joint in patients with normal varus and valgus. *Kazan medical journal.* 2018;99(1):157-161. DOI: 10.17816/KMJ2018-157. Russian.

16. **Westermann RW.** Return to sport after operative management of osteochondritis dissecans of the capitellum: a systematic review and meta-analysis. *Orthop. J. Sports Med.* 2016;4(6):23-5.

17. **Airapetov GA, Vorotnikov AA, Kononov EA, Chuikov SZ.** Creating a map of the thickness of the hyaline cartilage of the human knee joint. *Ulyanovsk medical and biological journal.* 2018;(2):80-5. DOI: 10.23648 /UMBJ.2018.30.14049. Russian.

18. **Hangody L, Fules P.** Autologous osteochondralmosaicplasty for the treatment of full-thickness defects of weightbearing joints: ten years of experimental and clinical experience. *J Bone Jt Surg Am.* 2003;85-A(2):25-32.

19. **Krych AJ.** Return to sport after the surgical management of articular cartilage lesions in the knee: a meta-analysis. *Knee Surg. Sports Traumatol Arthrosc.* 2017;25(10):3186-96.

Информация об авторе:

Айрапетов Георгий Александрович, доцент кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО СтГМУ Минздрава России, к.м.н. ORCID ID: 0000-0001-7507-7772 (+7 (962) 446-67-28, airapetovga@yandex.ru)

Information about the author:

Georgiy A. Airapetov, M.D., Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics of the Stavropol State Medical University. ORCID ID: 0000-0001-7507-7772 (+7 (962) 446-67-28, airapetovga@yandex.ru)

Поступила в редакцию: 15.01.2019

Принята к публикации: 24.01.2019

Received: 15 January 2019

Accepted: 24 January 2019