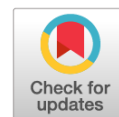


DOI: <https://doi.org/10.17816/PTORS64290>

膝关节透明软骨损伤切除及骨手术治疗的结果

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

论证。创伤性和退行性软骨组织损伤最常发生在骨科医生的实践中,但治疗的成功仍然有限。

目的是分析使用清创术和骨手术技术对膝关节透明软骨创伤和退行性损伤患者的手术治疗结果,并考虑手术干预后的时间。

材料与方法。统计分析了223例膝关节透明软骨外伤性退行性损伤患者的治疗结果。2009年至2019年,在The S.M. Kirov Military Medical Academy的军事创伤骨科临床应用损伤区清创及骨切开技术(隧道化、微骨折)对患者进行手术治疗。这项研究是基于使用KOOS和LKSS问卷调查患者期间获得的数据。

结果。术后随访1—4年效果良好的患者比例显著高于术后随访4—8年及8年以上的患者比例($p=0.004$)。手术切除组和不同骨手术技术组之间的治疗结果无显著差异。

结论。对于关节软骨损伤患者,手术后1—4年切除及骨手术治疗透明软骨缺损技术简单,可取得良好效果。无论采用何种治疗方法,4—8年治疗效果均有恶化,术后8年以上患者恶化更为明显。

关键词: 膝关节; 透明软骨; 软骨缺损; 软骨病; 软骨成形术。

引用本文:

Chebotarev SV, Khominets VV, Zemlyanoy DA, Kalyuzhnaya LI, Grankin AS, Fedorov RA. 膝关节透明软骨损伤切除及骨手术治疗的结果. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2021;9(4):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>

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>

论证

创伤性和退行性软骨组织损伤在骨科医师的实践中最为常见,治疗的复杂性是由于透明软骨的组织学结构的特异性[1]。

在门诊就诊的骨科创伤科医生中,超过50%的人都与大关节疼痛有关。对3万多例关节镜下大关节损伤的结果分析显示,63%的病例关节软骨损伤程度不同[2,3]。

关节软骨缺损的治疗方法多种多样,但治疗效果有限。在外科治疗中,自体骨软骨移植用于替代软骨组织缺损,但这种技术并非没有缺点。取骨处受供骨区面积的限制,应对应于软骨的无负荷关节面。供区是术后疼痛和关节退行性营养不良发展的危险因素[4]。

利用生物技术、细胞治疗和组织工程方法的方法正在积极发展[5]。这种方法与提供必要的实验室条件和具备培养细胞材料的适当资格的专家有关。此外,由于治疗的结果,软骨组织并不总是形成,使用再生医学方法的治疗效果与广泛使用的骨穿孔方法相当[6—8]。同时,后者的优势在于所需的手术器械最小,通过微创短期单一手术干预进行手术的成本低、操作简单。然而,有证据表明,使用骨手术技术获得的结果会随着手术时间的推移而恶化,这限制了它们的使用[9,10]。

The Military Medical Academy军事创伤骨科临床在关节软骨损伤部位的清创、隧道化、微骨折等骨手术技术的应用方面积累了丰富的经验。

目的是分析使用清创术和骨手术技术对膝关节透明软骨创伤和退行性损伤患者的手术治疗结果,并考虑手术干预后的时间。

材料与方法

回顾性研究2009—2019年在The S.M. Kirov Military Medical Academy军事创伤骨科门诊接受手术的223例患者。所有患者均分为两组。第一组包括43名膝关节损伤后股骨髁支撑面关节软骨软化的患者。第二组由180例类似区域的软骨软化患者组成,(长期变性软骨损伤的结果),为膝关节病的最初现象的出现。本研究纳入患者的标准为关节软骨损伤II级(34例;15.2%)、III级(105例;47.1%)、IV级(84例;37.7%)

(根据Outerbridge分级,1961年),其中一个股骨髁关节软骨支撑面损伤,总面积达2 cm²。本研究不包括伴有膝关节病理的患者,除了半月板的片状和退行性损伤(这些患者需要部分切除)。所有患者均采用以下手术技术:软骨损伤区清创术(50例;22.4%)—主要在II级关节软骨损伤患者;隧道化(64例;28.7%);微骨折(99例;44.4%)—III级和IV级损伤的患者。术后第2天进行了膝关节穿刺。从术后2天开始,建议在不负重的情况下拄拐行走,并进行治疗性体育锻炼(大腿和小腿肌肉的收缩),从第7天开始,建议进行物理治疗(磁疗、超高频治疗)。在关节清创患者中,从术后2天开始允许计量负荷,当使用骨手术技术时—从术后第4周开始。患者按性别分布情况如下:男性明显居多(164例;73.5%),女性为59例(26.5%)。患者年龄为17—69岁,第一组手术时平均年龄为32.7±12.4岁,第二组平均年龄为40.3±12.4岁。

每个检查组的手术治疗结果采用国际系统在两个量表上评估结果进行分析。为了对患者的病情、疾病对生活质量和职业活动的影响进行主观评估,使用了膝关节损伤和骨关节炎结局量表(Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score, KOOS)。分数从100分到0分,而结果从0到49分认为不满意,满意为50—79分,良好为80—99分,优秀为100分。该量表由五个分量表组成,用于评估疼痛和其他症状、日常生活活动、运动和娱乐中的腿部功能以及总体生活质量。由于KOOS量表问卷仅反映了患者的主观意见,为了避免个体对上述参数的感知导致结果失真,我们采用了LKSS膝关节评分量表(Lysholm Knee Scoring Scale)。该量表可以客观反映治疗结果,包括与跛足、膝关节肿胀、关节堵塞和不稳定发作、爬楼梯、下蹲和使用支撑设备时疼痛、不适和限制有关的问题。根据LKSS量表,65分以下为不良评分,65—83分为满意评分,84—94分为良好评分,95—100分为优评分。本研究采用两个量表对治疗结果进行综合分析,因为这两个量表基于不同的评估患者病情的方法[11,12]。

所得结果在StatSoft Statistica 6.1程序中进行统计处理。通过检验两种群相对频率相等假设,比较两组内的相对频率,取显著性

水平 $p < 0.05$, 当 $0.1 \geq p \geq 0.05$ 时, 认为存在差异的趋势[13]。

结果

第一组患者的治疗结果按亚组分布随术后时间的不同分析见表1。

采用KOOS和LKSS量表对第一组患者术后不同时间段的治疗满意度进行评价。建立了一个有趣的模式, 术后1—4年良好和优秀的患者比例明显大于术后4—8年 ($p = 0.004$)。需要强调的是, 在问卷调查中, 分析治疗结果超过8年的患者中, 没有一名患者的病情不被评为《优秀》或《良好》。

第二组患者调查结果见表2。

在评价第二组患者对KOOS量表治疗结果的满意度时, 我们观察到与第一组相似的数据。随着术后时间的增加, 良好和优异结果的比例从术后随访期从1至4年的亚组中的93.2%分别下降到4—8和8—10年的62.7和18.2%。同时, 评估其治疗结果为满意的患者比例增加 ($p = 0.035$)。应当指出, 根据KOOS量表, 即使是最长的观察期, 也没有不令人满意的结果。

对第二组患者进行LKSS量表的调查, 随访1—4年的患者中有93.2%的患者表现良好, 随访4—8年的患者中有51.0%的患者表现良好。此外, 在术后8—10年的亚组患者中也没有良好或优秀的治疗结果。当使用KOOS量表时, 发现了相同的模式 ($p = 0.014$)。同时, 干预4年后, 第二组部分患者认为治疗效果较差。

对比表1和表2的数据, 两组良好和优秀结果的比例均随着随访时间的增加而下降。同时, 第二组术后4—8年患者中评价病情良好者的比例高于第一组 (分别为62.7和28.6%, $p = 0.026$), 差异有统计学意义。

图1和图2显示了根据手术类型和术后时间的不同, 对患者的治疗效果很好很好。

第一组患者的治疗结果根据手术治疗方式不同, 在不同的术后时间亚组间差异无统计学意义。在术后4—8年的亚组中, 微骨折后的患者效果明显更好。

在对第二组患者的KOOS量表治疗结果进行统计分析时, 考虑到手术的技术因素, 各医学亚组在不同的术后时间之间也没有显著差异。值得

表1 根据KOOS和LKSS量表对第一组患者根据术后时间长短的治疗结果进行比较

术后时间, 分组	治疗结果							
	根据KOOS量表				根据LKSS量表			
	不良	满意	良好	优秀	不满意	满意	良好	优秀
1—4年 (1)	0; 0%	0; 0%	24; 92.3%	2; 7.7%	0; 0.0%	2; 7.7%	17; 65.4%	7; 26.9%
4—8年 (2)	0; 0%	10; 71.4%	4; 28.6%	0; 0%	0; 0.0%	10; 71.4%	4; 28.6%	0; 0.0%
8—10年 (3)	0; 0%	3; 100%	0; 0%	0; 0%	1; 33.3%	2; 66.7%	0; 0.0%	0; 0.0%
显著性水平, p	—	—	$p_{1-2} < 0.001$ $p_{1-3} < 0.001$	—	—	—	$p_{1-2} = 0.032$ $p_{1-3} = 0.04$	$p_{1-2} = 0.039$ $p_{1-3} = 0.31$

注: p_{1-2} ; p_{1-3} ; p_{2-3} —治疗结果差异的显著性程度取决于术后时间的长短。

表2 根据KOOS和LKSS量表对第二组患者根据术后时间长短的治疗结果进行比较

术后时间, 分组	治疗结果							
	根据KOOS量表				根据LKSS量表			
	不良	满意	良好	优秀	不满意	满意	良好	优秀
1—4年 (1)	0; 0%	8; 6.8%	93; 78.8%	17; 14.4%	0; 0.0%	8; 6.8%	19; 16.1%	91; 77.1%
4—8年 (2)	0; 0%	19; 37.3%	32; 62.7%	0; 0%	4; 7.8%	21; 41.2%	15; 29.4%	11; 21.6%
8—10年 (3)	0; 0%	9; 81.8%	2; 18.2%	0; 0%	1; 9.1%	10; 90.9%	0; 0.0%	0; 0.0%
显著性水平, p		$p_{1-2} < 0.0001$ $p_{2-3} = 0.008$	$p_{1-2} = 0.031$ $p_{2-3} = 0.009$	$p_{1-2} = 0.005$	$p_{1-2} = 0.002$ $p_{1-3} = 0.002$	$p_{1-2} < 0.0001$ $p_{2-3} = 0.004$	$p_{1-2} = 0.049$ $p_{2-3} = 0.045$	$p_{1-2} < 0.0001$ $p_{2-3} < 0.0001$

注: p_{1-2} ; p_{1-3} ; p_{2-3} —治疗结果差异的显著性程度取决于术后时间的长短。

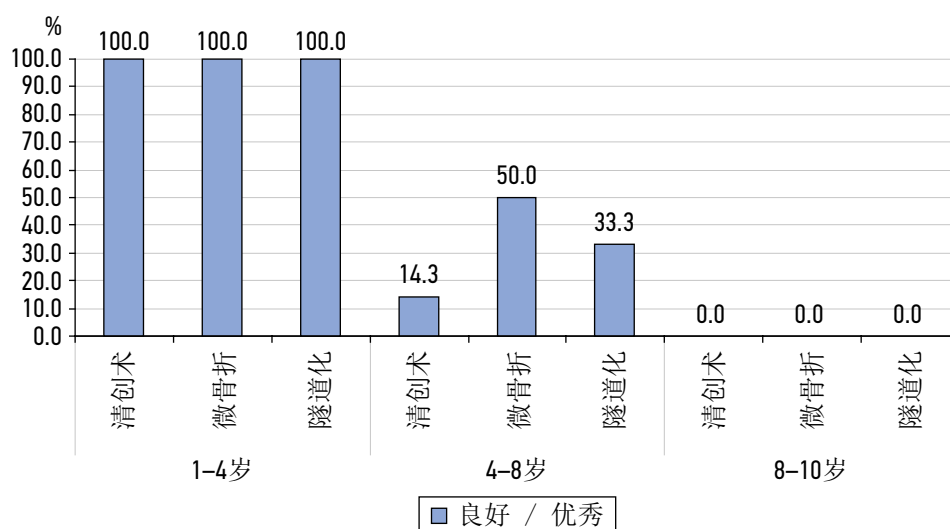


图1 第一组患者根据类型不同,在手术干预后不同时间治疗效果好、优的总频次(KOOS量表评估)

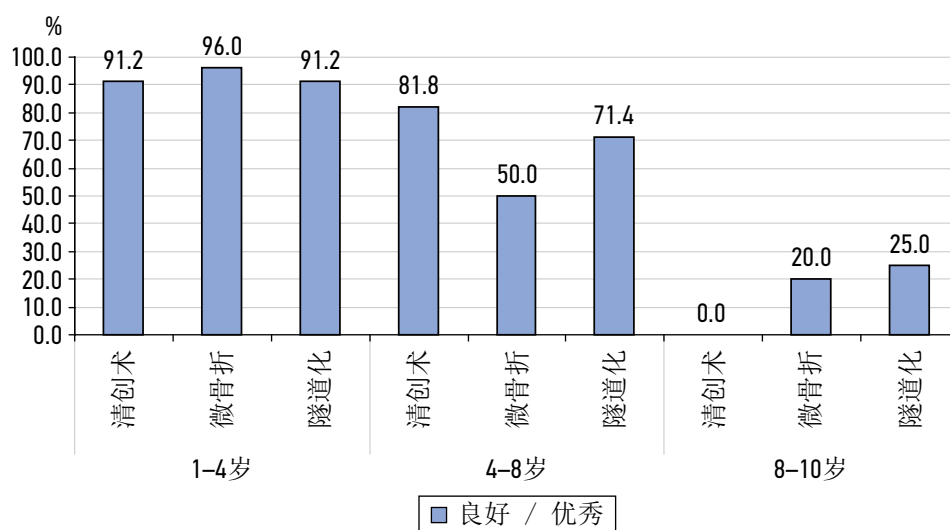


图2 第二组患者根据类型不同,在手术干预后不同时间治疗效果好、优的总频次(KOOS量表评估)

注意的是,在术后4—8年的亚组中,使用清创术的患者阳性结果最多的治疗结果有差异的趋势($p=0.08$)。

术后4—8年比较第一组和第二组患者的治疗结果,发现关节软骨外伤性损伤患者对软骨损伤区清创治疗效果的评价明显下降($p=0.02$)。两组之间的治疗结果没有其他统计学上的显著差异。

讨论

我们分析了关节软骨缺损手术治疗的结果,使用最常用和技术上简单和经济的方法。清创术是一种切除方法,其目的是局部平滑受损软骨表面,切除离体软骨。该技术的目的是恢复关节

的运动和改善关节表面的一致性,但不提供组织发生的刺激在由此产生的缺陷。当使用骨手术技术修复软骨组织损伤时,软骨下骨的完整性被破坏,从而在软骨缺损处与底层骨髓之间形成通道[14]。假设招募的多能骨髓基质细胞通过这些通道穿透所产生的关节软骨缺损,有助于随后形成类似关节软骨的新组织(重塑)。

在我们的研究中,使用骨手术治疗方法的两组之间没有统计学上的显著差异。国外作者提供了类似的数据[15]。然而,当分析使用清创术和骨手术技术的结果时,结果发现,在术后随访4—8年的第二组患者中,认为自己病情良好的人的比例大于第一组患者。清创术被证明是治疗创伤性软骨损伤的一种较不有效的方法。损伤关节

软骨破坏过程的快速进展(导致关节退化性营养不良改变的早期形成)可能与缺损区继发改变的自然现象有关,清创过程加剧了这一现象,以及软骨组织本身的解剖和生理特征,导致其无法自发再生。

值得注意的是,这种修复关节软骨的方法仅对面积达 2 cm^2 的小缺损有效[16]。文献回顾显示,对于软骨组织局部损伤面积为 $4\text{--}6\text{ cm}^2$ 的患者,镶嵌软骨成形术在长期内无疑优于骨手术技术[17]。此外,一些作者注意到,由于与预期相反,缺陷主要由纤维软骨填充,而不是透明软骨,骨手术技术以及关节表面清创术可以提供相对短期的功能改善[18]。我们的研究也发现了这种效应:如果术后随访时间短的亚组表现良好,那么在随访8—10年的亚组中则表现不佳,但需要注意的是该亚组患者数量较少(第一组为3例,第二组为11例)(见图1,2)。随着术后时间的延长,患者对关节退化性营养不良疾病的手术治疗结果往往持负面评价。这就是为什么许多作者对治疗骨关节炎患者的手术技术的选择持怀疑态度。他们认为,硬化的软骨下骨进行成骨手术后,进入关节腔的骨髓干细胞数量不足以发挥再生作用[19,20]。根据我们的研究结果,切除技术的治疗效果显著取决于关节软骨损伤的原因:在术后4—8年的亚组中,退化性疾病组的清创效果优于创伤性软骨损伤组。

总的来说,使用这两种量表获得的数据是相似的:治疗结果的估计随着术后时间的增加而恶化。同时,在使用能够客观评价治疗结果的LKSS量表时,术后长期指标较差,我们认为这比KOOS量表更具信息量[11,12]。

目前,骨科医生正在改进软骨损伤的成骨治疗方法,并建议将这些方法与矫形截骨术相结合,使用各种基质封闭缺损,引入软骨生长因子,以及自体干细胞[4]。组织工程方法正在成

为修复关节软骨的特别有前途的方法。其目标是在实验室条件下创造和使用具有高再生能力的组织工程产品用于关节内治疗,能够增强损伤区重构透明软骨的形成[20—22]。

在本文所述的工作中,由于存在可能影响研究结果的未解释因素,存在一定的局限性。这些是病人在手术时的年龄,体重指数,体力活动水平,透明软骨缺损的大小。

结论

软骨组织修复和清创术是一种技术上简单的治疗方法,对于关节软骨损伤 2 cm 以上的患者在手术干预后的头4年具有良好的疗效。未来,关节退化性营养不良疾病和软骨组织创伤性损伤的患者会增加疼痛综合征。在4—8年的时间里,创伤后损伤患者的清创效果比使用骨手术技术时略差。8年后,患者对治疗结果的满意度继续下降,不追踪不同方法的差异。

附加信息

资金来源。这项研究没有赞助商的支持。

利益冲突。作者声明,不存在与本文发布有关的明显和潜在利益冲突。

伦理审查。The S.M. Kirov Military Medical Academy独立伦理委员会批准了一项关于关节软骨缺损手术治疗问题的研究(2016年第175号议定书)。在发表研究结果时,患者对调查数据的非个性化使用给予知情同意。

作者贡献。S.V. Chebotarev—负责收集数据,询问患者,准备插图,撰写文章初稿;V.V. Khominets—负责文章最终版本的方法学支持和编辑工作;D.A. Zemlyanoy—负责原始数据的统计处理、分析和解读,最终稿件的编辑工作;L.I. Kalyuzhnaya—负责对选定的课题进行文献检索,提出研究的概念和设计;A.S. Grankin, R.A. Fedorov—负责临床资料的选取,研究方法学,文章最终稿的编辑。

所有作者都对文章的研究和准备做出了重大贡献,在发表前阅读并批准了最终版本。

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-meditsinskoj akademii.* 2020;39(S3–1):37–40. (In Russ.)

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: 10.1177/194738115611350
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.

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

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

* Corresponding author / Автор, ответственный за переписку

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

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