

· 临床研究 ·

开放获取

自体腘绳肌腱重建前交叉韧带早期感染的处理

郭徽灵, 颜来鹏, 李书林, 胡世平, 汤发强*

(福州大学附属省立医院骨科, 福建福州 350001)

摘要: [目的] 探讨使用自体腘绳肌肌腱重建前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 早期感染的临床诊治方法。[方法] 2017年12月—2022年12月在本院行关节镜下 ACL 重建术后发生感染的患者共13例, 第一时间行膝关节穿刺抽液, 并送检细菌、真菌培养及常规细胞检查, 并尽快行关节镜下清理, 评价临床及检验结果。[结果] 13例患者均顺利完成手术, 手术时间平均 (67.5±14.3) min, 灌注时间平均 (9.1±1.8) d。患者均获随访, 与术前相比, 术后14 d及末次随访, 患者VAS评分 [(7.6±1.2), (3.5±0.9), (1.1±0.3), $P<0.001$] 显著减少, Lysholm 评分 [(47.5±9.4), (58.7±12.3), (83.8±11.5), $P<0.001$]、膝伸-屈 ROM [(65.9±13.6)°, (87.8±15.6)°, (121.4±11.7)°, $P<0.001$] 显著增加。其中12例成功保留移植, 1例术中予以去除, 二期重建。检验方面, 共培养出细菌11株, 其中表皮葡萄球菌最多, 共5株, 其次为金黄色葡萄球菌, 共3株。与术前相比, 术后14 d及末次随访时, 血液检查中 WBC 计数、中性粒细胞占比 (N%)、CRP、ESR 均显著降低 ($P<0.05$)。[结论] 采用自体腘绳肌重建 ACL 术后感染的病原菌以表皮葡萄球菌为主, 关节镜下清创+置管冲洗引流联合静脉使用抗生素可获得良好的临床疗效。

关键词: 前交叉韧带重建, 自体腘绳肌, 关节感染, 处理

中图分类号: R686.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 22-2088-04

Management of early joint infection secondary to anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring tendon autograft // GUO Hui-ling, YAN Lai-peng, LI Shu-lin, HU Shi-ping, TANG Fa-qiang. Department of Orthopaedics, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou, Fujian 350001, China

Abstract: [Objective] To analyze the clinical diagnosis and treatment of early joint infection secondary to anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR) with hamstring tendon autograft. [Methods] From December 2017 to December 2022, a total of 13 patients with joint infection after arthroscopic ACLR in our hospital underwent arthroscopic debridement as soon as knee joint aspiration for bacterial and fungal culture and routine cell examination. The clinical outcomes were evaluated. [Results] All the 13 patients had arthroscopic debridement conducted successfully with the average operation time of (67.5±14.3) min, and the average irrigation time of (9.1±1.8) days after operation. All patients were followed up, and with time from that preoperatively, 14 days after surgery and the last follow-up, the VAS score significantly reduced [(7.6±1.2), (3.5±0.9), (1.1±0.3), $P<0.001$], while the Lysholm score [(47.5±9.4), (58.7±12.3), (83.8±11.5), $P<0.001$], knee extension-flexion range of motion (ROM) [(65.9±13.6)°, (87.8±15.6)°, (121.4±11.7)°, $P<0.001$] significantly increased. The graft was successfully retained in 12 patients, while graft removed in 1 patient who received revision reconstruction in the second stage. Regarding lab test, a total of 11 strains of bacteria were cultured, Staphylococcus epidermidis was the most, with 5 strains, followed by Staphylococcus aureus, with 3 strains. The WBC count, neutrophil ratio (N%), CRP and ESR were significantly decreased 14 days after surgery and at the last follow-up ($P<0.05$). [Conclusion] Staphylococcus epidermidis is the main pathogen of joint infection secondary to ACLR with hamstring tendon autograft. Arthroscopic debridement combined with catheter irrigation and drainage and intravenous antibiotics do achieve good clinical efficacy.

Key words: anterior cruciate ligament reconstruction, hamstring tendon autograft, joint infection, treatment

前交叉韧带 (anterior cruciate ligament, ACL) 断裂是临床中常见的膝关节运动损伤之一, 因其损伤后会影

响膝关节的前后向及旋转稳定性, 故目前多采取关节镜下 ACL 重建处理^[1]。有学者报道, ACL 重建术后的感染率为 0.9%~1.6%^[2, 3]。但随着医疗技术的不断推

DOI:10.20184/j.cnki.issn1005-8478.100755

作者简介: 郭徽灵, 副主任医师, 研究方向: 运动医学与关节外科, (电子信箱)181308167@qq.com

* 通信作者: 汤发强, (电子信箱)873275732@qq.com

术后感染的患者 13 例，收集并分析其临床特征及处理流程，以期对 ACL 重建术后感染的临床工作提供帮助，具体报道如下。

1 临床资料

1.1 一般资料

回顾性分析 2017 年 12 月—2022 年 12 月在本院行自体腘绳肌肌腱重建 ACL 早期感染 13 例患者的临床资料，所有患者 ACL 重建术后康复期出现体温升高，并再度出现膝关节疼痛加重，伴肿胀及局部皮温增高；血常规示白细胞计数升高或 C 反应蛋白（C-reaction protein, CRP）及红细胞沉降率（erythrocyte sedimentation rate, ESR）明显升高；关节腔穿刺抽液送检示白细胞计数 $>20\times 10^6/L$ ；关节腔穿刺抽出浑浊液体并病原菌培养阳性。其中男 9 例，女 4 例；年龄 19~47 岁，平均（ 31.2 ± 7.3 ）岁。所有感染患者股骨侧均使用带袢 Endobutton 钢板悬吊固定，胫骨端使用带鞘挤压螺钉固定，两者厂家均为美国 DePuy Mitek。其中合并半月板损伤缝合 7 例，初次 ACL 重建手术时长为（ 96.7 ± 22.6 ）min，术后至感染发生的时间为 7~50 d，平均（ 17.5 ± 4.4 ）d。重建的 ACL 直径为 7~9 mm，平均（ 8.3 ± 1.1 ）mm。所有患者对病历资料用于试验分析均知情同意，并获得医院伦理委员会批准（审批编号：K2023-12-001）。

1.2 治疗方法

所有考虑感染的患者就诊时第一时间行膝关节穿刺抽液，关节液送检细菌、真菌培养及常规细胞检查。在培养结果出来前暂予广谱抗生素静脉滴注，并尽快行关节镜下清理，清除关节腔内的脓苔及坏死的滑膜组织等，探查移植物情况，若移植物结构及张力良好予以保留，若完全松散坏死则予以取出。手术结束时于膝关节外侧沟放置 1 条引流管，内侧沟放置 1 条进水管，进行 24 h 灌洗引流，灌洗液为 1 000 ml 生理盐水中加入 200 mg 阿米卡星，灌洗量为 2 000 ml/d。引流灌洗期间根据回报的细菌培养药敏结果，选用敏感抗生素持续静脉滴注 2 周，并于术后第 3、7、14 d 复查 CRP 及 ESR 指标。2 周后改为口服左氧氟沙星及利福平继续使用 4 周，并进行积极的膝关节功能锻炼，定期复诊。

1.3 评价指标

记录围手术期情况，包括手术时间、手术处理、引流时间、抗生素使用。采用疼痛视觉模拟评分（visual analogue scale, VAS）、Lysholm 评分、膝关活

动度（range of motion, ROM）评价临床效果。行实验室检查，记录白细胞计数（white blood cell, WBC）、中性粒细胞占比（neutrophils, N%）、ESR 及 CRP 等检验指标。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件对数据进行统计学分析，计量数据以 $\bar{x}\pm s$ 表示，资料呈正态分布时，采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床结果

ACL 重建患者 432 例，其中感染 13 例，感染率为 3.0%。13 例患者均顺利完成关节镜下清理并置管灌洗引流手术，手术时间平均（ 67.5 ± 14.3 ）min。所有感染病例在清创灌洗后体温及局部疼痛得到控制，灌洗时间为 5~14 d，平均（ 9.1 ± 1.8 ）d。所有患者在抽取关节液标本后即进行抗生素静脉滴注治疗，在培养结果回示前使用头孢类联合喹诺酮类抗生素，待培养结果回示后更换敏感抗生素静滴 2 周，再改用口服左氧氟沙星及利福平 4 周。患者临床结果见表 1，13 例感染患者均得到随访，与术前相比，术后 14 d 及末次随访，患者 VAS 评分显著减少（ $P<0.05$ ），Lysholm 评分、膝伸-屈 ROM 显著增加（ $P<0.05$ ）。其中 12 例成功保留移植物，1 例患者因就诊太迟，导致移植物完全坏死松散，术中予以去除，并清除所有内固定装置，二期重建（图 1）。

2.2 检验结果

13 例患者共培养出细菌 11 株，培养阳性率 84.6%。其中表皮葡萄球菌最多，共 5 株，占比 45.5%；其次为金黄色葡萄球菌，共 3 株，占比 27.3%。清创术前关节液送检常规细胞检查见白细胞计数（synovial white blood cell, SWBC）为 $13.7\times 10^6/L\sim 75.8\times 10^6/L$ ，平均 $44.9\times 10^6/L$ 。与术前相比，术后 14 d 及末次随访时，血液检查中 WBC 计数、中性粒细胞占比（N%）、CRP、ESR 均显著降低（ $P<0.05$ ）。

3 讨论

关节镜下 ACL 重建术后发生感染的概率很小，但若不及时处理，可导致严重后果。Mester 等^[4]报道了 1 例青少年患者采用自体腘绳肌腱重建 ACL 后金黄色葡萄球菌感染，经历 3 次关节镜清创灌洗仍未

治愈，进展为骨髓炎，再行开放清创并清除所有移植物及内固定后治愈，但后期随访发现膝关节于屈曲

30°位骨性强直且患肢明显短缩。故如何早期诊断并及时正确处理是治疗 ACL 重建术后感染的

表 1. 13 例患者临床及检验资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较
Table 1. Clinical and laboratory test data of the 13 patients ($\bar{x} \pm s$)

指标	清创术前	清创术后 14 d	末次随访	P 值
VAS (分)	7.6±1.2	3.5±0.9	1.1±0.3	<0.001
Lysholm 评分 (分)	47.5±9.4	58.7±12.3	83.8±11.5	<0.001
膝伸-屈 ROM (°)	65.9±13.6	87.8±15.6	121.4±11.7	<0.001
WBC ($\times 10^9/L$)	14.7±3.8	8.6±2.1	6.1±1.3	0.003
N (%)	86.7±11.5	72.3±7.4	63.5±5.1	0.010
ESR (mm/h)	51.7±21.2	45.6±17.3	21.7±9.5	0.013
CPR (mg/L)	89.8±33.4	17.4±7.4	7.6±3.2	<0.001

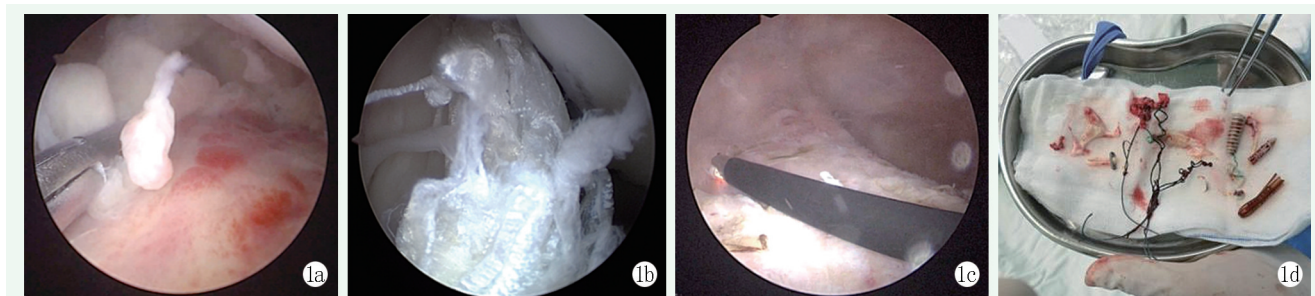


图 1. 患者男性，22 岁。1a: 清创术中见髌上囊大量脓苔组织；1b: 重建的 ACL 已坏死松散；1c: 将关节内的脓苔及坏死滑膜全部清理干净；1d: 取出的坏死肌腱及内固定物。

Figure 1. A 22-year-old male. 1a: A large amount of pus was found in the suprapatellar bursa during debridement; 1b: Reconstruction of the ACL was necrotic; 1c: All intra-articular pus and necrotic synovium were debrided; 1d: Appearance of removed necrotic tendon graft and implants.

对 ACL 重建术后感染的早期诊断主要是要结合病史、体格检查和实验室检验来综合判断。本研究患者发热和患膝再发肿痛是 ACL 重建术后感染的主要症状。若有类似症状怀疑感染的，应进一步结合血液中的 CRP、ESR 及 WBC 计数等来综合判断。WANG 等^[5] 研究认为，在 ACL 重建术后感染诊断中，CRP 的最佳阈值为 41 mg/L（正常值为 0~10 mg/L），ESR 的最佳阈值为 32 mm/h（正常值为 0~20 mm/h），这两者的敏感性分别为 94.1%和 91.2%，特异度分别为 97.6%和 80.5%。本研究中感染患者的 CRP 及 ESR 均有不同程度的升高，但 CRP 的正常参考值可因其使用不同的试剂会有不同的范围，故笔者建议 CRP 高于正常值高限的 4 倍以上，ESR 高于正常值高限的 1.5 倍以上可作为诊断 ACL 重建术后感染的参考指标。在结合这些判断后，还应抽取关节液，了解其性状，并送常规检查及细菌培养。若关节液培养出病原菌，即可明确诊断。但关节液细菌培养的时间较长，一般需 5~7 d，甚至更久，故早期应结合关节液细胞常规检查等进行判断，尽早干预处理。目前关节镜下清理+灌洗引流是 ACL 重建术

后感染的首选术式，术后效果良好^[6, 7]。有学者报道，使用关节镜清理联合万古霉素硫酸钙缓释治疗膝关节感染，可取得良好的疗效^[8]。笔者采用早期关节镜下清理+灌洗联合抗生素使用的方法，感染均得到控制，其中移植物成功保留 12 例。

引起 ACL 重建术后感染的原因较复杂，主要在于术前自身原因及术中操作细节。Roecker 等^[9] 报道了 217 541 例 ACL 重建患者，其中感染 1 779 例，发现男性、肥胖、吸烟、年龄较大、抑郁、阿片类药物使用紊乱和伴随了软骨手术是 ACL 重建术后感染的重要危险因素。而有学者研究发现，在 ACL 重建术后感染的病例中，使用自体腓绳肌肌腱的感染率较使用骨-髌腱-骨、异体肌腱、人工韧带的高^[10, 11]。Maletis 等^[12] 认为，使用自体腓绳肌肌腱重建 ACL 感染率高是由于取腱、编腱等需要的准备时间较长，再者腓绳肌腱取腱处位于胫骨骨道开口处，可能更容易形成细菌滋生的伤口环境。而本研究中均采用自体腓绳肌肌腱，故感染率略高于其他报道。笔者建议可采用以下措施来预防：(1) 术前仔细排查有无潜在感染，如呼吸系统、泌尿系统及切

口周围的局部毛囊炎等；(2) 术区应仔细严格消毒，并使用含碘贴膜隔绝周围皮肤；(3) 器械操作台及手术床均使用防水铺巾，并最好在层流手术间进行；(4) 将取下的肌腱放置于5 mg/ml浓度的万古霉素溶液中，能大大降低感染率^[13, 14]；(5) 做好取腱区的引流及加压包扎，防止血肿形成。

综上所述，ACL重建术后感染虽然发病率低，但处理起来较为棘手。早期结合病史、体格检查及实验室辅助检查进行判断，尽早行关节镜下清理+灌洗，结合抗生素使用，可取得良好的临床效果。

参考文献

- [1] 许正文, 李振, 苏长征, 等. 自体腘绳肌腱与股四头肌腱前交叉韧带重建比较 [J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31 (14) : 1259-1264. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.14.03.
Xu ZW, Li Z, Su CZ, et al. Hamstring tendon versus quadriceps tendon autografts for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Orthopedic Journal of China, 2023, 31 (14) : 1259-1264. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2023.14.03.
- [2] Gupta R, Sood M, Malhotra A, et al. Incidence, risk factors, and management of infection following anterior cruciate ligament reconstruction surgery [J]. Indian J Orthop, 2018, 52 (4) : 399-405. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_379_17.
- [3] Barbara K, Alan I, Goran V, et al. Knee infection following anterior cruciate ligament reconstruction: a cohort study of one thousand, eight hundred and ninety one patients from the single-centre database [J]. Int Orthop, 2020, 44 (5) : 869-875. DOI: 10.1007/s00264-020-04500-5.
- [4] Mester B, Ullerich F, Ohmann T, et al. Ankylosis of the knee after septic arthritis following anterior cruciate ligament reconstruction in a 13-year-old male [J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103 (4) : 619-622. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.03.003.
- [5] Wang C, Ao Y, Fan X, et al. C-reactive protein and erythrocyte sedimentation rate changes after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: guideline to diagnose and monitor postoperative infection [J]. Arthroscopy, 2014, 30 (9) : 1110-1115. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.03.025.
- [6] Hettrich CM, Dunn WR, Reinke EK, et al. The rate of subsequent surgery and predictors after anterior cruciate ligament reconstruction: two- and 6-year follow-up results from a multicenter cohort [J]. Am J Sports Med, 2013, 41 (7) : 1534-1540. DOI: 10.1177/0363546513490277.
- [7] Schuster P, Schulz M, Immoendorfer M, et al. Septic arthritis after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction: evaluation of an arthroscopic graft-retaining treatment protocol [J]. Am J Sports Med, 2015, 43 (12) : 3005-3012. DOI: 10.1177/0363546515603054.
- [8] 任远中, 王昌耀, 姜雅萍, 等. 关节镜联合万古霉素硫酸钙治疗膝关节感染 [J]. 中国矫形外科杂志, 2020, 28 (17) : 1543-1547. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.17.05.
Ren YZ, Wang CY, Jiang YP, et al. Arthroscopic debridement combined with implantation of vancomycin-calcium sulfate for septic knee arthritis [J]. Orthopedic Journal of China, 2020, 28 (17) : 1543-1547. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2020.17.05.
- [9] Roecker Z, Kamalpathy P, Werner BC. Male sex, cartilage surgery, tobacco use, and opioid disorders are associated with an increased risk of infection after anterior cruciate ligament reconstruction [J]. Arthroscopy, 2022, 38 (3) : 948-952. DOI: 10.1016/j.arthro.2021.07.025.
- [10] Kuršumović K, Charalambous CP. Relationship of graft type and vancomycin presoaking to rate of infection in anterior cruciate ligament reconstruction: a meta-analysis of 198 studies with 68,453 grafts [J]. JBJS Rev, 2020, 8 (7) : e1900156. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.19.00156.
- [11] Marom N, Kapadia M, Nguyen JT, et al. Factors associated with an intra-articular infection after anterior cruciate ligament reconstruction: a large single-institution cohort study [J]. Am J Sports Med, 2022, 50 (5) : 1229-1236. DOI: 10.1177/03635465221078311.
- [12] Maletis GB, Inacio MC, Reynolds S, et al. Incidence of postoperative anterior cruciate ligament reconstruction infections: graft choice makes a difference [J]. Am J Sports Med, 2013, 41 (8) : 1780-1785. DOI: 10.1177/0363546513490665.
- [13] Hu M, Zhang Y, Shang G, et al. Vancomycin presoak reduces infection in anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24 (1) : 267. DOI: 10.1186/s12891-023-06331-y.
- [14] Figueroa F, Figueroa D, Calvo R, et al. Vancomycin presoaking of the graft appears to prevent infection after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis [J]. HSS J, 2022, 18 (1) : 138-144. DOI: 10.1177/15563316211011682.

(收稿:2023-10-24 修回:2024-07-01)
(同行评议专家: 陈敏, 崔办良)
(本文编辑: 郭秀婷)