

DOI: 10.12235/E20220402

文章编号: 1007-1989 (2023) 11-0061-11

论著

前交叉韧带重建术后感染的早期诊断与治疗*

侯费祎¹, 张莲², 李慎松¹, 邵宏斌¹, 杨勤旭¹

(联勤保障部队第九四〇医院 1.运动医学科; 2.保健一部, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 目的 为前交叉韧带重建术后感染的早期诊断和治疗提供依据, 以做到早期诊断和治疗, 最大限度地保护前交叉韧带的完整性。**方法** 回顾性分析2016年1月—2021年12月该科室收治的40例前交叉韧带重建术后感染患者(感染组)的临床资料。其中, 20例患者使用关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内植入(硫酸钙组), 20例患者使用关节镜下清理术联合置管冲洗引流术(置管冲洗组), 选取同一时间段正常前交叉韧带重建术后患者40例作为对照组, 检测两组患者术后不同时间炎症指标变化; 比较感染后, 两组(硫酸钙组和置管冲洗组)患者的临床表现和术后1、2和3周炎症指标变化情况, 以及术后1、2、3和6周膝关节活动度(ROM)、膝关节Lysholm评分和视觉模拟评分(VAS)。**结果** 感染组术后3或4 d, C反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)、降钙素原和白细胞介素-6(IL-6)均高于对照组, 两组比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$), 术后10~12 d, 感染组CRP、ESR、降钙素原和IL-6明显高于正常情况, 对照组CRP、ESR、降钙素原和IL-6均恢复正常, 两组比较, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 硫酸钙组和置管冲洗组术后炎症指标均下降, 但硫酸钙组术后1、2和3周CRP明显低于置管冲洗组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 术后2和3周, 硫酸钙组ESR和IL-6明显低于置管冲洗组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。硫酸钙组和置管冲洗组膝关节ROM较术前明显增大, 膝关节Lysholm评分较术前明显升高, 膝关节VAS较术前明显降低, 且硫酸钙组术后1、2、3和6周上述指标明显优于置管冲洗组, 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 行前交叉韧带重建术的患者, 术后ESR、CRP、降钙素原和IL-6持续维持较高水平, 关节腔内穿刺, 白细胞计数大于 $10\ 000 \times 10^6/L$, 同时合并膝关节疼痛明显加重, 可明确诊断为术后感染。对于前交叉韧带重建术后感染的患者, 早期行关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内植入, 有较好的临床效果。值得临床推广应用。

关键词: 前交叉韧带重建术后感染; 关节镜; 硫酸钙

中图分类号: R686.5; R619

Early diagnosis and treatment of infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery*

Hou Feiyi¹, Zhang Lian², Li Shensong¹, Shao Hongbin¹, Yang Qinxi¹

(1. Department of Sports Medicine; 2. Department of Health Care, the 940th Hospital of Joint Logistics Support Force of Chinese People's Liberation Army, Lanzhou, Gansu 730050, China)

Abstract: Objective To provide the basis for early diagnosis and treatment of infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery, to achieve early diagnosis and treatment, and protect the integrity of the reconstructed anterior cruciate ligament to the maximum extent. **Methods** Clinical data of 40 patients (infection group) with infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery admitted to this department from

收稿日期: 2022-07-01

* 基金项目: 甘肃省卫生健康行业科研计划项目 (No: GSWSKY2021-045); 甘肃省科技计划项目 (No: 20JR10RA009)

[通信作者] 张莲, E-mail: houfeiyiqq@163.com; Tel: 18194287685

January 2016 to December 2021 were collected. Among of them, 20 patients were treated with arthroscopic detoxination combined with intracarticular implantation of antibiotic loaded calcium sulfate particles (calcium sulfate group), and 20 patients were treated with arthroscopic debridement combined with catheter irrigation drainage (catheter irrigation group). 40 normal patients who underwent anterior cruciate ligament reconstruction surgery during the same time period were selected as the control group, and the changes of inflammation indexes at different time were detected in the two groups. The clinical manifestations and inflammatory indexes of the two groups (calcium sulfate group and catheter irrigation group) were detected after infection. The changes of inflammatory indicators 1, 2 and 3 weeks after the second operation, knee joint motion (ROM), knee joint Lysholm score and visual analogue score (VAS) at 1, 2, 3 and 6 weeks after the second operation were compared between the two groups. **Results** C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR), procalcitonin and interleukin-6 (IL-6) in infection group were higher than those in control group at 3 to 4 days after surgery, and the differences between the two groups were statistically significant ($P < 0.05$). At 10 to 12 days after surgery, CRP, ESR, procalcitonin and IL-6 in infection group were significantly higher than normal. In control group, CRP, ESR, procalcitonin and IL-6 all returned to normal, and there was statistical significance between the two groups ($P < 0.05$). Postoperative inflammatory indexes were decreased in calcium sulfate group and catheter irrigation group, but CRP in calcium sulfate group at 1, 2 and 3 weeks after surgery was significantly lower than that in catheter irrigation group, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). ESR and IL-6 in 2 and 3 weeks after operation were significantly lower than those in catheter irrigation group, with statistical significance ($P < 0.05$). Knee ROM and knee Lysholm score were significantly higher, and knee VAS was lower in calcium sulfate group and catheter irrigation group than those before surgery, and the calcium sulfate group was significantly better than the catheter irrigation group at 1, 2, 3 and 6 weeks after surgery, with statistical significance ($P < 0.05$). **Conclusion** In patients after anterior cruciate ligament reconstruction surgery, ESR, CRP, procalcitonin and IL-6 levels continue to be high after surgery, and the number of white blood cells in joint puncture is more than $10\ 000 \times 10^6/L$, while the knee pain is significantly aggravated, which can be clearly diagnosed as postoperative infection. Early arthroscopic clean-up combined with antibiotic loaded calcium sulfate granule implantation in patients with infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery has a good clinical effect. It is worthy of clinical application.

Keywords: infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery; arthroscopy; calcium sulfate

膝关节前交叉韧带损伤是常见疾病。随着运动医学的发展,人们对前交叉韧带的认识也更加深入^[1-4]。由于前交叉韧带的特殊存在形态和重要作用,其损伤后行重建手术,已达成共识^[5-7]。由于前交叉韧带重建手术量的增多,随之而来的是术后感染带来的一些不利因素,如何早期诊断和治疗,是临床上关注的难点和重点。本文回顾性分析2016年1月—2021年12月本科收治的40例前交叉韧带重建术后感染患者(包括本科术后感染患者和外院术后感染患者)的临床资料,分析其感染早期相关指标变化情况,并对感染患者进行手术处理,评估二次术后(感染患者再次行关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内植入或者置管冲洗引流术)相关指标变化情况和关节功能恢复情况。现报道如下:

1 资料与方法

1.1 一般资料

感染组($n=40$)为前交叉韧带重建术后出现感染者,年龄22~46岁。其中,左膝24例,右膝16例,术后病理检查均提示有感染,根据感染组患者治疗方法,分为硫酸钙组($n=20$)和置管冲洗组($n=20$),硫酸钙组行关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内植入,置管冲洗组行关节镜下清理术联合置管冲洗引流术。对照组($n=40$)为选取同时期本科正常前交叉韧带重建者,年龄21~45岁。其中,左膝18例,右膝22例,所有患者均取同侧股薄肌半腱肌肌腱单束重建前交叉韧带,股骨段固定方式为祥钢板固定,胫骨段为界面螺钉固定,同时用空

心螺钉或外排钉进行栓桩固定。纳入标准: 均为前交叉韧带损伤后单束重建患者, 合并或者不合并半月板损伤患者; 术后病理检查明确为膝关节感染; 感染患者均行二次关节镜下清理术; 排除标准: 合并其他韧带损伤; 未行二次清理手术患者; 合并其他免疫系统疾病; 肝肾功能异常。感染组术后 3 d 体温升高 19 例, 术后 3 d 膝关节疼痛明显加重 34 例。感染组和对照组性别和年龄比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 具有可比性。见表 1。

1.2 方法

1.2.1 感染组 分为硫酸钙组和置管冲洗组, 手术

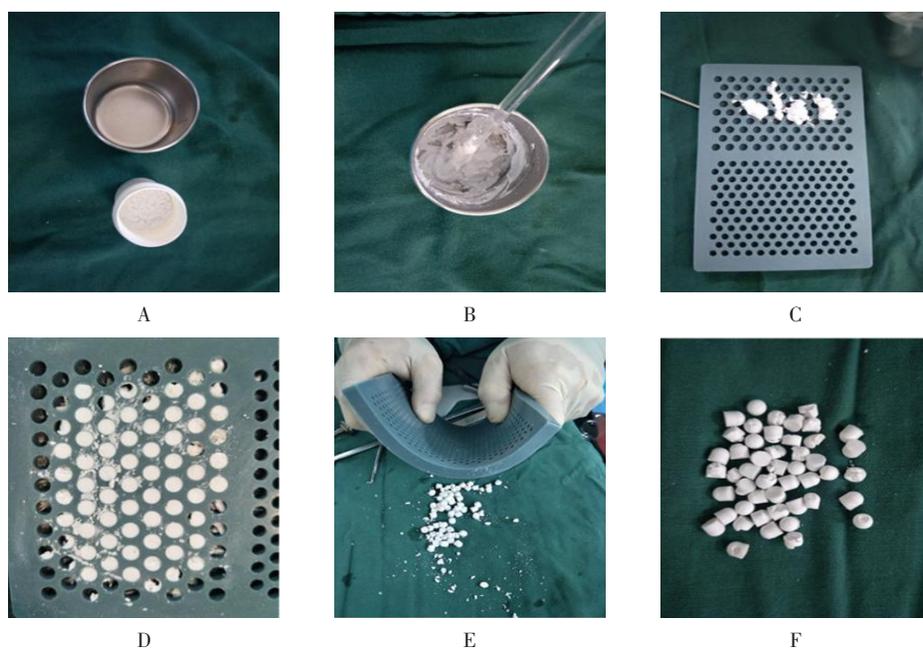
表 1 两组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data between the two groups

组别	性别/例		年龄/岁
	男	女	
感染组 ($n = 40$)	27	13	28.00±2.21
对照组 ($n = 40$)	24	16	27.00±3.18
χ^2/t 值	0.54 [†]		0.38
P 值	0.438		0.873

注: †为 χ^2 值

操作均由同一组医生完成。使用史赛克直径 4 mm、30° 的广角关节镜头。麻醉满意后, 患者取仰卧位, 采用跨膝关节驱血, 气囊止血带止血。关节镜下依次探查, 发现腔隙均有脓苔, 滑膜充血水肿, 表面黏附坏死物质, 术中取明显病变组织, 送病理检查, 对合并软骨或半月板损伤者, 行半月板及软骨修整。清理完毕后, 硫酸钙组中, 对于无药敏试验结果的病例, 使用硫酸钙 7.5 g+1.5 g 万古霉素混合, 对于有药敏试验结果的病例, 则加入敏感药物, 总量不超过 1.5 g 或 1.5 mL, 以免影响硫酸钙凝固, 加入 2.5 mL 生理盐水, 利用模板将含有抗生素的硫酸钙, 制作成颗粒状 (直径为 3 mm) (图 1)。利用髓核钳, 将硫酸钙颗粒放置于膝关节髌上囊和内外侧沟。置管冲洗组清理完毕后, 分别于髌骨上缘内和外侧, 各放置 1 根引流管作为冲洗管, 髌骨下缘内外侧放置 2 根引流管作为出水管, 给予硫酸庆大霉素盐水冲洗 (500 mL 生理盐水 + 8 万单位庆大霉素), 每天冲洗量为 3 000 mL。两组患者术后常规护理, 静脉使用抗感染药物 (根据药敏试验, 使用静脉抗感染药物, 无药敏试验结果者, 可根据经验性用药, 全覆盖抗感染治疗) 治疗 3 周, 3 周后, 更换为口服抗生素继续治疗 3 周。



A 和 B: 将硫酸钙与万古霉素混合并搅拌均匀; C 和 D: 将混合后的硫酸钙放置于模板上, 待硫酸钙完全凝固; E 和 F: 将硫酸钙自模板上取出, 可见硫酸钙颗粒。

图 1 硫酸钙颗粒制作过程

Fig.1 Production process of calcium sulfate granule

1.2.2 对照组 随机选取同一时间段正常前交叉韧带重建术后患者40例作为对照组,并检测相关指标。

1.3 观察指标

1.3.1 炎症指标 1)检测感染组和对照组术后3至4 d和10~12 d C反应蛋白(C-reaction protein, CRP)、红细胞沉降率(erythrocyte sedimentation rate, ESR)、降钙素原和白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)等炎症指标变化情况;2)检测硫酸钙组和置管冲洗引流组二次手术后1、2和3周CRP、ESR、降钙素原和IL-6等变化情况。

1.3.2 膝关节功能 监测二次手术后硫酸钙组和置管冲洗引流组1、2、3和6周膝关节活动度(range of motion, ROM)、Lysholm评分和视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)。

1.4 统计学方法

应用SPSS 20.0统计学软件对数据进行分析处理。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较行 t 检验;计数资料以例(%)表示,组间比较行 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 感染组术后情况

感染组术后所有患者局部皮温均有所升高。其中,19例患者术后3 d内出现体温升高,其余患者体温正常;关节腔内穿刺时,白细胞计数升高,最高 $22\,000 \times 10^6/L$,最低 $11\,000 \times 10^6/L$;二次手术时间距离上一次手术时间最短为10 d,最长为14 d;首次手术后3~5 d,12例患者膝关节疼痛明显加重,术后10~14 d,所有患者膝关节疼痛较前明显加重。

2.2 感染组与对照组炎症指标比较

2.2.1 CRP 检测两组患者术后3至4 d和10~12 d CRP变化情况,结果显示:术后3至4 d,感染组CRP处于较高状态,术后10~12 d持续升高,且明显高于正常值;术后3至4 d,对照组CRP稍高于正常值,术后10~12 d恢复正常,且无明显不适。两组患者术

后3至4 d和10~12 d CRP比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表2。

2.2.2 ESR 检测感染组和对照组术后3至4 d和10~12 d ESR变化情况,结果显示:术后3至4 d,感染组ESR处于较高状态,术后10~12 d持续升高;术后3至4 d,对照组ESR轻度高于正常值,术后10~12 d恢复正常,且患者无明显不适。两组患者术后3至4 d和10~12 d ESR比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表3。

2.2.3 降钙素原 检测感染组和对照组术后3至4 d和10~12 d降钙素原变化情况,结果显示:术后3至4 d,感染组降钙素原处于较高状态,术后10~12 d较术后3至4 d有所下降,但高于正常值;术后3至4 d,对照组降钙素原恢复正常,且患者无明显不适。两组患者术后3至4 d和10~12 d降钙素原比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表4。

2.2.4 IL-6 检测感染组和对照组患者术后3至4 d和10~12 d IL-6变化情况,结果显示:术后3至4 d,感染组IL-6处于较高状态,术后10~12 d持续升高;术后3至4 d,对照组IL-6稍高于正常值,术后10~12 d恢复正常,且患者无明显不适。两组患者术后3至4 d和10~12 d IL-6比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表5。

2.3 硫酸钙组和置管冲洗组炎症指标比较

2.3.1 CRP 进一步将感染组分为硫酸钙组和置管冲洗组,二次清理术后,分别对两组患者术后1、2和3周CRP进行监测,两组患者均可见炎症指标逐步下降。其中,硫酸钙组术后3周所有指标均已恢复正常。不同时段,硫酸钙组CRP明显低于置管冲洗组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表6。

2.3.2 ESR 二次清理术后1周,两组患者ESR比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。二次清理术后2和3周,两组患者ESR均逐渐下降,硫酸钙组ESR明显低于置管冲洗组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表7。

表 2 两组患者 CRP 比较 (mg/dL, $\bar{x} \pm s$)Table 2 Comparison of CRP between the two groups (mg/dL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 3 至 4 d	术后 10 ~ 12 d
感染组 ($n = 40$)	0.41±0.13	6.88±1.94	9.85±2.16
对照组 ($n = 40$)	0.39±0.08	1.73±0.51	0.61±0.18
<i>t</i> 值	1.38	4.58	3.34
<i>P</i> 值	0.847	0.000	0.003

表 3 两组患者 ESR 比较 (mm/h, $\bar{x} \pm s$)Table 3 Comparison of ESR between the two groups (mm/h, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 3 至 4 d	术后 10 ~ 12 d
感染组 ($n = 40$)	10.27±1.65	45.58±9.32	68.21±10.15
对照组 ($n = 40$)	11.38±1.13	29.27±1.27	5.57±1.22
<i>t</i> 值	8.24	6.78	8.63
<i>P</i> 值	0.982	0.006	0.000

表 4 两组患者降钙素原比较 (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)Table 4 Comparison of procalcitonin between the two groups (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 3 至 4 d	术后 10 ~ 12 d
感染组 ($n = 40$)	0.04±0.01	0.12±0.02	0.06±0.02
对照组 ($n = 40$)	0.03±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
<i>t</i> 值	0.75	1.35	0.83
<i>P</i> 值	0.079	0.048	0.036

表 5 两组患者 IL-6 比较 (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)Table 5 Comparison of IL-6 between the two groups (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 3 至 4 d	术后 10 ~ 12 d
感染组 ($n = 40$)	4.76±1.84	33.70±8.56	37.78±9.25
对照组 ($n = 40$)	4.59±2.80	8.87±3.57	6.61±3.54
<i>t</i> 值	3.55	4.54	3.23
<i>P</i> 值	0.146	0.016	0.012

表 6 二次清理术后两组患者 CRP 比较 (mg/dL, $\bar{x} \pm s$)Table 6 Comparison of CRP between the two groups after secondary cleaning (mg/dL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周
硫酸钙组 ($n = 20$)	5.08±1.63	2.52±1.15	0.41±0.13
置管冲洗组 ($n = 20$)	6.44±1.33	4.25±1.41	2.46±0.65
<i>t</i> 值	5.94	6.74	7.15
<i>P</i> 值	0.033	0.024	0.018

表 7 二次清理术后两组患者 ESR 比较 (mm/h, $\bar{x} \pm s$)Table 7 Comparison of ESR between the two groups after secondary cleaning (mm/h, $\bar{x} \pm s$)

组别	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周
硫酸钙组 ($n = 20$)	69.09±8.66	46.91±11.40	14.27±1.64
置管冲洗组 ($n = 20$)	70.91±11.40	55.43±1.41	30.40±0.46
<i>t</i> 值	3.29	4.74	7.15
<i>P</i> 值	0.592	0.024	0.018

2.3.3 IL-6 二次清理术后 2 和 3 周, 两组患者 IL-6 逐渐下降, 硫酸钙组明显低于置管冲洗组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 8。

2.3.4 降钙素原 二次清理术后 1、2 和 3 周, 两组患者降钙素原逐渐下降, 但两组间比较, 差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 9。

2.4 硫酸钙组和置管冲洗组膝关节功能比较

2.4.1 膝关节 ROM 两组患者二次清理术前、术后 1、2、3 和 6 周, 膝关节 ROM 随着时间的延长, 活动度逐渐增大, 硫酸钙组术后 6 周膝关节 ROM 恢复至正常, 硫酸钙组二次清理术后各时段膝关节 ROM 明显大于置管冲洗组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 10。

2.4.2 膝关节 Lysholm 评分 两组患者二次清理术前、术后 1、2、3 和 6 周, Lysholm 评分逐渐升高, 且

硫酸钙组术后 1、2、3 和 6 周明显高于置管冲洗组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 11。

2.4.3 膝关节 VAS 两组患者二次清理术前、术后 1、2、3 和 6 周, 膝关节 VAS 逐渐降低, 且硫酸钙组术后 1、2、3 和 6 周明显低于置管冲洗组, 差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 12。

2.5 典型病例

2.5.1 X 线检查 术后 2 周 X 线检查示: 硫酸钙在体内已基本吸收, 可达到药物的缓慢释放和持续抗感染的效果。见图 2。

2.5.2 MRI 本研究中, 感染组 40 例患者前交叉韧带保留完整, 均无翻修, 术后 6 周、术后 3 和 6 个月 MRI 可见, 前交叉韧带信号走行良好, 术后 6 周和术后 3 个月可见关节腔内有少量渗出, 术后 6 个月渗出明显吸收。见图 3。

表 8 二次清理术后两组患者 IL-6 比较 (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)Table 8 Comparison of interleukin-6 between the two groups after secondary cleaning (pg/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周
硫酸钙组 ($n = 20$)	37.78±15.29	15.30±5.34	4.76±0.65
置管冲洗组 ($n = 20$)	40.59±14.19	25.28±4.69	15.73±0.28
<i>t</i> 值	4.65	3.37	5.64
<i>P</i> 值	0.442	0.003	0.000

表 9 二次清理术后两组患者降钙素原比较 (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)Table 9 Comparison of procalcitonin between the two groups after secondary cleaning (ng/mL, $\bar{x} \pm s$)

组别	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周
硫酸钙组 ($n = 20$)	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01
置管冲洗组 ($n = 20$)	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
<i>t</i> 值	5.47	6.84	7.85
<i>P</i> 值	0.742	0.605	0.874

表 10 二次清理术后两组患者膝关节 ROM 比较 [(°), $\bar{x} \pm s$]

Table 10 Comparison of knee joint ROM between the two groups after secondary cleaning [(°), $\bar{x} \pm s$]

组别	术前	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周	术后 6 周
硫酸钙组 (n = 20)	41.36±6.25	89.09±3.15	104.44±3.42	118.64±3.15	130.91±2.11
置管冲洗组 (n = 20)	42.72±5.74	35.43±4.21	40.52±4.29	70.39±4.75	90.34±3.64
t 值	3.57	4.79	5.94	5.25	4.92
P 值	0.954	0.023	0.002	0.003	0.003

表 11 二次清理术后两组患者膝关节 Lysholm 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

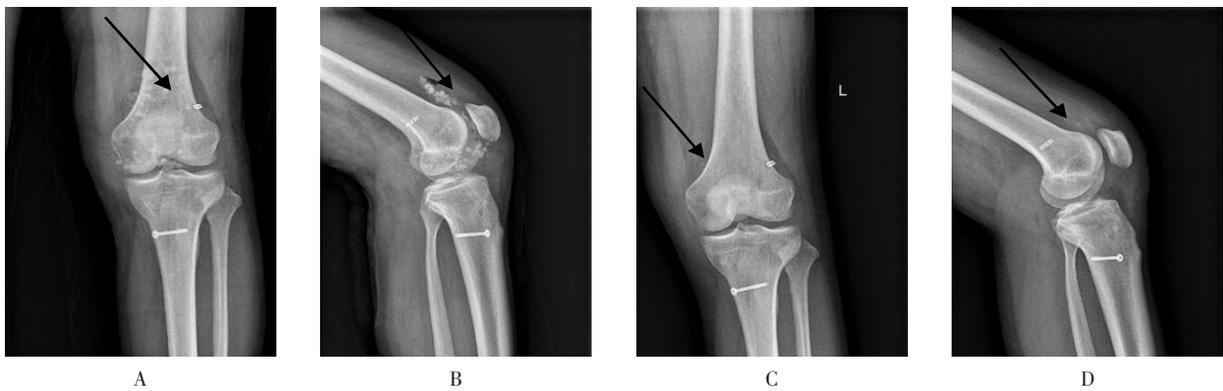
Table 11 Comparison of knee joint Lysholm score between the two groups after secondary cleaning (points, $\bar{x} \pm s$)

组别	术前	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周	术后 6 周
硫酸钙组 (n = 20)	42.55±2.64	53.91±3.77	81.20±3.89	89.91±1.45	92.36±0.95
置管冲洗组 (n = 20)	41.53±2.30	45.78±3.24	70.47±4.13	75.31±2.08	80.53±1.64
t 值	4.68	5.69	6.79	4.58	3.24
P 值	0.873	0.038	0.042	0.025	0.032

表 12 二次清理术后两组患者膝关节 VAS 比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

Table 12 Comparison of knee joint VAS between the two groups after secondary cleaning (points, $\bar{x} \pm s$)

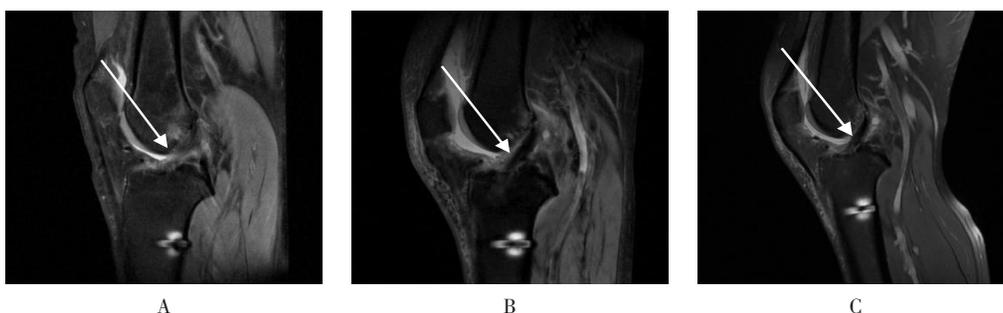
组别	术前	术后 1 周	术后 2 周	术后 3 周	术后 6 周
硫酸钙组 (n = 20)	7.27±0.80	4.36±0.54	2.82±0.35	1.09±0.46	0.45±0.10
置管冲洗组 (n = 20)	7.21±1.04	6.43±0.41	5.62±0.29	3.52±0.47	2.52±0.95
t 值	5.74	5.83	6.19	4.58	3.96
P 值	0.839	0.033	0.031	0.004	0.012



男性, 32 岁, 左膝前交叉韧带术后感染, A 和 B: 二次术后第 2 天 X 线检查, 可见关节腔内硫酸钙颗粒, 箭头所指为硫酸钙颗粒; C 和 D: 术后 2 周可见硫酸钙颗粒绝大部分已吸收, 可见零星小颗粒尚未完全吸收降解, 箭头所指为硫酸钙颗粒。

图 2 典型病例 X 线片所示

Fig.2 X-ray film of a typical case



男性，27岁，前交叉韧带术后感染，A：术后6周（箭头所指为前交叉韧带）；B：术后3个月（箭头所指为前交叉韧带）；C：术后6个月（箭头所指为前交叉韧带）。

图3 典型病例MRI所示

Fig.3 MRI of a typical case

3 讨论

3.1 前交叉韧带重建术后感染的临床表现

前交叉韧带重建术后感染患者，一般早期可表现为：局部皮温升高，ESR、CRP和IL-6在术后持续升高，或维持在一个较高水平，随着时间的延长，也未见降低。本研究中，降钙素原在术后出现较高状态，随着时间延长，逐渐降低，但仍高于对照组，差异有统计学意义。说明：在前交叉韧带重建术后感染早期，炎症反应较重，随着时间延长，身体出现自我保护性质反应，对感染灶进行包裹，会出现降钙素原降低，但早期降钙素原仍较高。因此，对于术后早期出现炎症指标较高，随着时间延长降低不明显，且膝关节疼痛有加重趋势者，不管体温是否升高，应当高度怀疑术后感染，可以行关节腔内穿刺，检测白细胞计数，进行综合判断。对于术后感染患者，笔者利用关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内置入治疗，术后膝关节ROM、VAS和Lysholm评分均明显优于置管冲洗组，术后行膝关节MRI和X线检查，发现：术后2周，硫酸钙基本吸收，达到持续抗感染的效果。说明：关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内置入治疗前交叉韧带重建术后感染，有着较好的临床效果，且经过早期诊断和治疗，能够更好地保留前交叉韧带完整性。

3.2 前交叉韧带重建术后感染的发生风险

随着运动医学的发展，临床对前交叉韧带损伤的认识加深，前交叉韧带重建术已成为治疗前交叉韧带损伤的主流方向^[8-13]。但随着手术量的增加，术后感染风险也随之增加。因此，前交叉韧带重建术后感染的早期诊断和有效治疗，是当下要解决的问题。本文

通过回顾性研究发现，前交叉韧带重建术后感染患者早期体温可不升高，但术后ESR、CRP和IL-6可保持在较高状态，随着时间的延长，降低不明显，降钙素原早期可升高^[4]，后期虽稍有下降，但仍高于正常，一般术后10~12 d炎症指标基本降至正常，关节腔内穿刺白细胞计数大于 $10\ 000 \times 10^6/L$ ，患者同时伴有膝关节疼痛加重和皮温升高，此时，应当高度怀疑感染，一旦确定，需早期手术治疗，控制感染，将关节腔内感染对前交叉韧带重建的影响降至最低，以尽可能地保留膝关节前交叉韧带功能。也有研究^[15]提出，在感染早期行保守治疗，也可取得良好的效果。还有研究^[16]认为，前交叉韧带重建术后，膝关节感染是一种发生率低，但后果严重的并发症，临床诊断建议及早进行关节腔穿刺和病原学检查，一旦确诊，建议尽早行关节镜清理手术，并给予抗生素治疗。笔者认为，早期治疗，可最大限度地保留前交叉韧带功能，及时消除炎症组织及其感染灶，减少对重建韧带的破坏。本研究中，40例感染患者前交叉韧带保留完整，均无翻修，术后3和6个月复查MRI，提示：前交叉韧带信号良好。

3.3 前交叉韧带重建术后感染的治疗方法

目前，前交叉韧带重建术后感染主要治疗方法为：关节镜下清理术联合关节腔内置管冲洗引流。有研究^[17-18]表明，关节镜下前交叉韧带重建术后感染的病原菌以表皮葡萄球菌为主，首先表现为发热与患膝突发疼痛，静脉应用抗生素联合关节镜下膝关节腔清理和置管冲洗引流术，可获得满意的临床疗效。但笔者在临床中发现，关节镜下膝关节腔清理和置管冲洗引流术也存在诸多弊端和不利因素：1) 冲洗管路易

堵塞, 在长时间冲洗后, 局部管路堵塞, 冲洗管路不通畅, 局部粘连, 冲洗液进入组织间隙, 引发患肢肿胀, 增加患者痛苦; 2) 冲洗管路周围冲洗液渗出, 使得伤口周围长期处于潮湿状态, 影响伤口愈合, 严重者可造成局部皮肤感染, 不得不再次行清创手术; 3) 由于冲洗引流管放置于关节腔内, 患者膝关节稍有活动, 引流管就会刺激关节腔, 患者常有不适感, 严重者甚至彻夜难眠; 4) 冲洗过程一般需持续 2 周左右, 在此过程中, 患肢仅限于有限的直腿抬高活动, 后期可造成膝关节强直, 感染完全控制后, 恢复膝关节功能困难, 需要再次行手术松解; 5) 由于缺乏活动, 下肢血栓形成的概率大大增加, 可能危及患者生命; 6) 引流管的长期放置, 易造成引流管口的组织坏死, 炎性渗出, 严重者可能形成窦道, 甚至不愈合。以上不利因素对于前交叉韧带重建手术患者来说, 影响是巨大的。本研究发现, 术后 6 周, 置管冲洗组患者膝关节活动度, 仍未达到正常角度, 随着局部粘连的加重, 后期锻炼更加困难。本研究还发现, 硫酸钙组患者膝关节活动度明显大于置管冲洗组。考虑原因为: 1) 硫酸钙组患者术后就可以行膝关节功能锻炼, 减少了后期局部粘连的可能, 功能恢复相对较快; 2) 硫酸钙组患者炎症指标下降明显快于置管冲洗组, 随着时间延长, 炎性渗出减少, 局部疼痛和粘连等减轻, 也是术后功能恢复较好的重要原因。

3.4 载抗生素硫酸钙的抗菌作用

近年来, 诸多研究将硫酸钙作为抗生素载体, 并与聚甲基丙烯酸甲酯 (polymethyl methacrylate, PMMA) 展开了比较。MCCONOUGHNEY 等^[19]的一项体外试验发现, 载抗生素硫酸钙的局部抗菌能力与 PMMA 相比较, 效果更优。MCKEE 等^[20]将 PMMA 和硫酸钙作为局部抗生素载体, 治疗慢性骨髓炎和感染性骨不连, 研究发现, 硫酸钙在清除感染方面的疗效与 PMMA 相似, 但因其可降解, 所需的手术次数少于 PMMA。此外, BEENKEN 等^[21]的一项实验发现, 壳聚糖包裹载抗生素硫酸钙, 能提高缓释药物缓释功能, 治疗骨髓炎的疗效较好, 且降解性良好。因此, 笔者使用载抗生素硫酸钙颗粒联合关节镜下清理术治疗关节腔内感染, 由于其具有缓慢降解性, 可使抗生素缓慢释放, 达到持续抗感染的作用, 且术后 3 周内硫酸钙完全吸收降解。本文通过对前交叉韧带重建术

后感染患者进行随访, 结果提示: 关节镜下清理术联合载抗生素硫酸钙颗粒关节腔内植入, 治疗前交叉韧带重建术后感染, 效果良好, 患者术后膝关节功能恢复良好, 无关节强直和感染控制不佳者。

3.5 载抗生素硫酸钙的优点

1) 不放置引流管, 术后早期可行膝关节康复锻炼, 恢复关节功能, 避免了术后强直和膝关节血栓形成的风险; 2) 硫酸钙具有缓慢降解特性, 可持续释放抗生素, 抑制关节腔内感染, 达到长期局部给药控制关节腔内感染的作用; 3) 患者术后不需要长期卧床, 关节腔内无异物刺激感, 治疗过程中, 患者可保持较好的状态, 极大地减轻了患者痛苦; 4) 治疗过程中, 患者炎症指标下降较传统方法更快, 且感染控制效率更高。对于硫酸钙添加哪种抗生素, 一般通过关节液的细菌培养药敏试验决定, 但绝大部分关节液穿刺液培养提示阴性。有研究^[22-23]表明, 前交叉韧带重建术后感染率为 0.37%, 但经微生物学检测证实, 有细菌生长的仅 2 例。此时, 医师可根据经验用药, 一般手术感染多为革兰氏阳性球菌感染^[16, 24-25]。对于无药敏试验患者, 笔者使用万古霉素混合硫酸钙行关节腔内填充, 术后 1 至 2 d, 患者自觉膝关节有疼痛或异物感, 3 d 后无任何不适。

综上所述, 对于前交叉韧带重建术后感染患者, 早期诊断和有效治疗是治疗的重点, 早期诊断应根据多方面考虑, 包括: 患者自身疼痛感觉和炎症指标, 一旦确诊, 早期行手术治疗, 将感染引起的不利因素降至最低, 在感染控制上, 行关节镜下清理术联合载万古霉素硫酸钙抗菌颗粒关节腔内植入, 治疗前交叉韧带重建术后感染, 有较好的临床疗效, 值得临床推广应用。

参 考 文 献 :

- [1] 谭嘉劲, 马俭凡, 郑山林. 保留残端对前交叉韧带重建术后恢复的临床意义[J]. 智慧健康, 2021, 7(1): 95-97.
- [1] TAN J J, MA J F, ZHENG S L. The clinical significance of preserving the stump for the recovery of ACL reconstruction[J]. Smart Healthcare, 2021, 7(1): 95-97. Chinese
- [2] 赫晓康, 姜飞, 刘波, 等. 保留与非保留残端前交叉韧带重建的疗效比较[J]. 医学信息, 2022, 35(3): 121-123.
- [2] HE X K, JIANG F, LIU B, et al. Efficacy comparison of retaining ligament stump and non-reserving stump on anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Journal of Medical Information, 2022,

- 35(3): 121-123. Chinese
- [3] 黄泓慧, 潘华山, 赖春柏. 关节镜下保留残端与不保留残端重建前交叉韧带: 前瞻性、随机、对照研究的 Meta 分析[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(32): 5227-5231.
- [3] HUANG H H, PAN H S, LAI C B. Arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament with and without remnant preservation: a Meta-analysis of prospective, randomized, and controlled studies[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25(32): 5227-5231. Chinese
- [4] 韦钊岚, 韦朝喜, 于波. 经前交叉韧带腋下胫骨定位的后交叉韧带重建术[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29(4): 350-352.
- [4] WEI Z L, WEI C X, YU B. Tibial tunnel location under anterior cruciate ligament in full-arthroscopic reconstruction of posterior cruciate ligament[J]. Orthopedic Journal of China, 2021, 29(4): 350-352. Chinese
- [5] 廖欣宇, 何璐, 李彦林. 前交叉韧带保残单束解剖重建有利于本体感觉功能的恢复[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(17): 2631-2635.
- [5] LIAO X Y, HE L, LI Y L. Single-bundle anatomical reconstruction of the anterior cruciate ligament with residual ligament stump is beneficial to the recovery of proprioception[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2022, 26(17): 2631-2635. Chinese
- [6] 王瑞, 王雁娇. 前交叉韧带保留残存纤维重建研究进展[J]. 临床骨科杂志, 2022, 25(1): 145-149.
- [6] WANG R, WANG Y J. Research progress in the treatment of reconstruction for preserving-remnant fibers of anterior cruciate ligament[J]. Journal of Clinical Orthopaedics, 2022, 25(1): 145-149. Chinese
- [7] 黄伟刚, 许伟国, 何永浩. 前交叉韧带保留残端重建术在治疗前交叉韧带损伤中的临床应用效果[J]. 中外医疗, 2021, 40(36): 65-68.
- [7] HUANG W G, XU W G, HE Y H. Clinical application effect of anterior cruciate ligament preservation and stump reconstruction in the treatment of anterior cruciate ligament injury[J]. China & Foreign Medical Treatment, 2021, 40(36): 65-68. Chinese
- [8] 李志帅, 张红倩, 刘建全. 前交叉韧带重建后康复训练研究热点的可视化分析[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(26): 4234-4241.
- [8] LI Z S, ZHANG H Q, LIU J Q. Visualization analysis of current research hotspots on rehabilitation treatment after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2022, 26(26): 4234-4241. Chinese
- [9] 高京平, 高志增, 郑鹏. 前交叉韧带重建术中保留与不保留残段的近期临床疗效倾向评分对比研究[J]. 江西医药, 2021, 56(1): 26-30.
- [9] GAO J P, GAO Z Z, ZHENG P. The propensity score comparative study of the early clinical efficacy of anterior cruciate ligament reconstruction with and without remnant preservation[J]. Jiangxi Medical Journal, 2021, 56(1): 26-30. Chinese
- [10] 郑维蓬, 魏合伟, 刘治军. 三维重建 CT 与 X 射线片评价单束前交叉韧带类等长重建后骨隧道及移植物状态的比较[J]. 中国组织工程研究, 2021, 25(18): 2881-2886.
- [10] ZHENG W P, WEI H W, LIU Z J. Application of three-dimensional reconstructive CT versus X-ray in postoperative evaluating of bone tunnel and graft status after single bundle anterior cruciate ligament near-isometric reconstruction[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2021, 25(18): 2881-2886. Chinese
- [11] 张伟, 刘云鹏, 王星亮, 等. 膝关节前交叉韧带损伤危险因素的影像学分析[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(15): 2361-2366.
- [11] ZHANG W, LIU Y P, WANG X L, et al. Imaging analysis of risk factors for anterior cruciate ligament injury[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2022, 26(15): 2361-2366. Chinese
- [12] 曹福祥, 许建中, 陆世涛, 等. 自体韧带与 LARS 人工韧带编织物重建前交叉韧带: 骨隧道扩大值、韧带生长因子及膝关节功能的评价[J]. 中国组织工程研究, 2022, 26(21): 3281-3290.
- [12] CAO F Y, XU J Z, LU S T, et al. Autologous, mixed and ligament advanced reinforcement system ligaments reconstruction of anterior cruciate ligament: evaluation of bone tunnel enlargement value, ligament growth factor and knee function[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2022, 26(21): 3281-3290. Chinese
- [13] 傅捷, 郝岩, 周密, 等. 综合性措施预防关节镜下前交叉韧带重建术后感染[J]. 实用骨科杂志, 2020, 26(6): 550-552.
- [13] FU J, HAO Y, ZHOU M, et al. Comprehensive measures to prevent infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Journal of Practical Orthopaedics, 2020, 26(6): 550-552. Chinese
- [14] 周晓康, 冯彦华, 李莉, 等. 儿童急性骨关节感染血清学检查的诊断价值[J]. 中华医院感染学杂志, 2021, 31(7): 1051-1055.
- [14] ZHOU X K, FENG Y H, LI L, et al. Serological indexes of children with acute osteoarticular infection[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2021, 31(7): 1051-1055. Chinese
- [15] 徐洪港, 徐斌. 关节镜下前交叉韧带重建术后膝关节感染的诊断和治疗[J]. 中国内镜杂志, 2021, 27(3): 76-81.
- [15] XU H G, XU B. Diagnosis and treatment of knee joint infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. China Journal of Endoscopy, 2021, 27(3): 76-81. Chinese
- [16] 王成, 孟令宇, 陈拿云, 等. 前交叉韧带重建术后膝关节感染的诊断和治疗策略[J]. 北京大学学报(医学版), 2021, 53(5): 850-856.
- [16] WANG C, MENG L Y, CHEN N Y, et al. Management algorithm for septic arthritis after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Journal of Peking University (Health Sciences), 2021, 53(5): 850-856. Chinese
- [17] 徐奎帅, 张靓, 戚超, 等. 关节镜前交叉韧带重建术后感染临床

- 分析[J]. 青岛大学学报(医学版), 2021, 57(5): 671-674.
- [17] XU K S, ZHANG L, QI C, et al. A clinical analysis of postoperative infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Journal of Qingdao University (Medical Sciences), 2021, 57(5): 671-674. Chinese
- [18] 牛国庆, 彭智浩, 潘耀成. 关节镜下前交叉韧带重建术后关节感染的临床表现及治疗转归[J]. 临床医学工程, 2020, 27(5): 555-556.
- [18] NIU G Q, PENG Z H, PAN Y C. Clinical manifestations and treatment outcomes of joint infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Clinical Medicine & Engineering, 2020, 27(5): 555-556. Chinese
- [19] MCCONOUGH S J, WISEMAN J, STOODLEY P, et al. Comparing PMMA and calcium sulfate as carriers for the local delivery of antibiotics to infected surgical sites[J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2015, 103(4): 870-877.
- [20] MCKEE M, LI-BLAND E A, WILDL M, et al. A prospective, randomized clinical trial comparing antibiotic-impregnated bioabsorbable bone substitute with standard antibiotic-impregnated cement beads in the treatment of chronic osteomyelitis and infected nonunion[J]. J Orthop Trauma, 2010, 24(8): 483-490.
- [21] BEENKEN K E, SMITH J K, SKINNER R A, et al. Chitosan coating to enhance the therapeutic efficacy of calcium sulfate-based antibiotic therapy in the treatment of chronic osteomyelitis[J]. J Biomater Appl, 2014, 4(4): 514-523.
- [22] GOBBI A, KARNATZIKOS G, CHAURASIA S, et al. Postoperative infection after anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Sports Health, 2016, 8(2): 187-189.
- [23] 张大海, 李欢. 关节镜下前交叉韧带重建术后早期感染三例[J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(2): 252-253.
- [23] ZHANG D H, LI H. Three cases of early infection after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery, 2018, 32(2): 252-253. Chinese
- [24] KRUTSCH W, ZELLNER J, ZEMAN F, et al. Sports-specific differences in postsurgical infections after arthroscopically assisted anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017, 25(12): 3878-3883.
- [25] 樊瑾, 刘文杰, 刘晓松, 等. 前交叉韧带重建术后感染的临床分析与治疗[J]. 中华医院感染学杂志, 2015, 25(15): 3534-3536.
- [25] FAN J, LIU W J, LIU X S, et al. Clinical diagnosis and treatment of postoperative infection in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. Chinese Journal of Nosocomiology, 2015, 25(15): 3534-3536. Chinese
- (曾文军 编辑)

本文引用格式:

侯费祎, 张莲, 李慎松, 等. 前交叉韧带重建术后感染的早期诊断与治疗[J]. 中国内镜杂志, 2023, 29(11): 61-71.

HOU F Y, ZHANG L, LI S S, et al. Early diagnosis and treatment of infection after anterior cruciate ligament reconstruction surgery[J]. China Journal of Endoscopy, 2023, 29(11): 61-71. Chinese