

• 论著 •

骨桥栓桩与界面螺钉固定前交叉韧带重建移植 胫骨端的临床价值对比^{*}

李强 胡勇 范志航 程松苗

(四川省骨科医院膝关节运动损伤科, 四川 成都 610041)

【摘要】 目的 对比骨桥栓桩与界面螺钉在膝关节前交叉韧带断裂重建术中的临床价值。方法 回顾性分析 2019 年 7 月—2020 年 12 月我院 700 例在关节镜下行前交叉韧带重建手术的患者, 股骨隧道均以横穿钉固定。按移植骨胫骨端固定方式分为骨桥栓桩组(380 例)及界面螺钉组(320 例)。对比两组手术时间、切口长度、住院时间及费用; 比较两组术后 3 个月、12 个月胫骨隧道大小、膝关节功能 Lyshlom 评分及术后 12 个月关节松弛度。结果 两组患者手术时间、胫骨端切口长度、住院时间比较差异均无统计学意义($P>0.05$), 但骨桥栓桩组手术费用显著低于界面螺钉组($P<0.05$)。术后 3 个月、12 个月两组患者胫骨隧道大小、膝关节功能 Lyshlom 评分及关节松弛度比较差异均无统计学意义($P>0.05$), 但随着时间的延长, 两组患者隧道均有不同程度的扩大($P<0.05$)。结论 对于行关节镜下前交叉韧带重建术的患者, 采用骨桥栓桩胫骨端固定方式可取得与界面螺钉固定相当的临床效果, 但骨桥栓桩固定更具医疗经济优势, 是一种可广泛推广的胫骨端固定方法。

【关键词】 前交叉韧带重建; 胫骨端固定; 骨桥栓桩; 界面螺钉

【中图分类号】 R686 **【文献标志码】** A **DOI:**10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 08. 019

A comparative study on the clinical effect and cost of bone bridge post and interference screw for anterior cruciate ligament fixation of tibial

LI Qiang, HU Yong, FAN Zhihang, CHENG Songmiao

(Department of Knee Sports Injury, Sichuan Orthopaedic Hospital, Chengdu 610041, China)

【Abstract】 **Objective** To compare the clinical efficacy and cost of bone bridge post and interference screw in the reconstruction of anterior cruciate ligament of knee. **Methods** 700 cases of anterior cruciate ligament reconstruction under arthroscopy were retrospectively studied. The femoral tunnel was fixed by cross nail. The patients were divided into bone bridge post group (380 cases) and interference screw group (320 cases) according to the fixation method of tibial end of graft. The operation time, incision length, hospital stay and cost were compared between the two groups, and the intraoperative conditions were evaluated. The size of tibial tunnel, Lyshlom score of knee function and joint laxity at 3 and 12 months after operation were compared between the two groups. **Results** There were no significant differences in operation time, tibial incision length and hospital stay between the two groups ($P>0.05$), but the operation cost of bone bridge post group was significantly lower than that of interference screw group ($P<0.05$). There were no significant differences in tibial tunnel size, Lyshlom score and joint laxity between the two groups at 3 and 12 months after operation ($P>0.05$), but with the extension of time, the two groups had different degrees of enlargement of the tunnel ($P<0.05$). **Conclusion** For arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction, tibial fixation with bone bridge post can achieve the same clinical effect as interference screw fixation, but it has more medical and economic advantages. It is a kind of tibial fixation method worthy of widespread promotion.

【Key words】 Anterior cruciate ligament reconstruction; Tibial end fixation; Bolt bone bridge pile; Interference screw

基金项目: 四川省卫生健康委员会科技项目(16PJ388)

通讯作者: 胡勇, E-mail: 275769929@qq.com

引用本文: 李强, 胡勇, 范志航, 等. 骨桥栓桩与界面螺钉固定前交叉韧带重建移植骨胫骨端的临床价值对比[J]. 西部医学, 2023, 35(8): 1193-1196, 1202. DOI:10. 3969/j. issn. 1672-3511. 2023. 08. 019

近年,膝关节前交叉韧带(Anterior cruciate ligament, ACL)断裂发病率越来越高,前交叉韧带断裂不仅会影响患者的运动能力,若治疗不积极会导致半月板撕裂甚至骨关节炎^[1]。关节镜下前交叉韧带重建手术具有手术切口小、手术疗效确切,已经成为治疗前交叉韧带断裂的金标准^[2]。移植物胫骨端固定方式繁多;目前,胫骨端界面螺钉固定是主流的固定方式,但费用较高。同时,随着疾病诊断相关分类(Diagnosis Related Groups, DRGs)制度的出台实施,临床急需一种安全有效且价格低廉的固定方式。胫骨端骨桥栓桩是一种除了编织肌腱缝线外无需任何内植物的固定方式,我科从 2018 年底开始使用骨桥栓桩技术固定前交叉韧带重建患者移植物胫骨端,取得良好临床疗效。本研究拟回顾性对比分析在关节镜下前交叉韧带重建手术中采用骨桥栓桩与界面螺钉胫骨端固定的临床效果,为临床选择安全、可靠且价格低廉的手术方式提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性收集了 2019 年 7 月—2020 年 12 月我科临床诊断为单纯膝关节前交叉韧带断裂后行关节镜下前交叉韧带重建手术患者 700 例。根据移植物胫骨端固定方式,分为骨桥栓桩组(380 例)及界面落钉组(320 例)。纳入标准:①单纯初次膝关节前交叉韧带断裂。②年龄 <60 岁。③BMI <27 kg/m²。④术前胫骨端骨量检测 T >-2.5 。排除标准:①合并半月板及其他韧带损伤或合并膝关节周围或影响负重需要卧床的下肢骨。②既往存在膝关节手术史。③合并其他系统严重疾病者。本研究通过医院伦理委员会审查,所有纳入患者均是在充分告知病情及治疗方式后自愿加入且完成随访。

1.2 手术方法及术后处理 所有患者均由我科副主任医师独立完成。骨桥栓桩组患者胫骨端移植物采用骨桥栓桩固定,界面螺钉组患者胫骨端移植物采用界面螺钉固定,两组其余手术操作及术后处理方式相同。具体操作:手术在常规麻醉及术前准备下进行,仰卧位腿架分别固定于 90°和 120°,止血带一般压力为 230~260 mmHg,常规方法取腱,编织做成 5~6 股备用,要求直径 8~9 mm,长度要保证不少于 8 cm,移植体两端分别用骨科高强度缝线环形缝合 3 cm。然后,在 70°关节镜(美国 linvatec)下进行,建立胫骨骨隧道及胫骨隧道,引入移植体后,横穿钉固定股骨端。骨桥栓桩组手术方法:在胫骨隧道的下方 2 cm 处钻孔,建立骨隧道,将韧带缝合线部分引入并做骨隧道栓桩固定,见图 1。界面落钉组手术方法:在拉力器的帮助下扩孔,拧入隧道同直径的界面螺钉,见图 2。逐

层缝合,皮肤皮内缝合,弹力绷带从足尖部向近端包扎至大腿中段,松止血带。术后予以积极镇痛、预防血栓治疗、早期功能锻炼等治疗。



图 1 骨桥栓桩固定

Figure 1 Bone bridge

注:A. 骨桥栓桩胫骨端骨隧道 CT 矢状位图;B. 骨桥栓桩胫骨端骨隧道 CT 三维图。



图 2 界面落钉固定

Figure 2 Interference screw

注:A. 界面螺钉胫骨端骨隧道 CT 矢状位图;B. 界面螺钉胫骨端骨隧道 CT 三维图。

1.3 评价指标 记录两组患者在围手术期手术时间、胫骨端切口长度、住院时间、住院费用。所有患者术后第 3 月、第 12 月均至门诊随访。随访内容及评价指标:①膝关节正侧位 MRI 检查,根据 Peyrache 等^[3]方法,在 PACS 上测量胫骨隧道内口、中段直径,采用骨隧道扩大绝对值(即骨隧道直径减去钻头直径)评价胫骨隧道大小。②采用 Lysholm 评分表评定膝关节功能。③采用轴移试验、KT-1000 测量仪测量关节松弛度。

1.4 统计学分析 应用 SPSS 15.0 统计软件进行统计分析,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用单因素方差分析或独立样本 t 检验进行组间比较;计数资料以(n)或($\%$)表示,采用 χ^2 检验进行分析。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较 骨桥栓桩组中男性 296 例,女性 84 例,年龄 19~54 岁,平均(28.6 ± 7.04)岁, BMI 19.5~26.3 kg/m²,平均(23.22 ± 1.88)kg/m²;左膝关节 160 例,右膝关节 220 例;运动伤 274 例,生活及交通意外 86 例。界面螺钉组中男性 267 例,女性

53 例, 年龄 16~48 岁, 平均 (29.27 ± 8.06) 岁, BMI $18.9 \sim 25.5 \text{ kg/m}^2$, 平均 $(23.21 \pm 2.05) \text{ kg/m}^2$; 左膝关节 139 例, 右膝关节 181 例; 运动伤 156 例; 生活及交通意外 64 例。两组患者一般资料比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.2 两组患者围手术期情况对比 两组患者围手术期手术时间、胫骨端切口长度、住院时间比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 1。术后关节力线均良好, 无膝内外翻及严重不稳定情况, 所有患者均未发生感染, 术后 Lachman 试验均阴性。所有患者术后 3 个月、12 个月均得到随访, 平均随访时间 17 个月 (12~28 个月)。

表 1 两组患者围手术期情况对比 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of perioperative conditions between the two groups

围手术期情况	骨桥栓桩组 ($n=380$)	界面螺钉组 ($n=320$)	t	P
手术时间(min)	36.37 ± 7.82	38.37 ± 6.70	-1.016	0.318
胫骨端切口长度(mm)	3.98 ± 0.28	3.97 ± 0.25	0.275	0.785
住院时间(d)	7.77 ± 1.10	7.90 ± 1.06	-0.453	0.654

2.3 两组患者术后胫骨隧道扩大绝对值比较 两组患者术后 3 个月、12 个月骨隧道扩大绝对值比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 但两组术后 12 个月胫骨隧道扩大绝对值均大于术后 3 个月 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 两组术后胫骨隧道扩大绝对值比较 ($\bar{x} \pm s, \text{mm}$)

Table 2 Comparison of the absolute value of postoperative tibial tunnel enlargement between the two groups

术后胫骨隧道扩大绝对值	骨桥栓桩组 ($n=380$)	界面螺钉组 ($n=320$)	t	P
术后 3 个月	1.66 ± 0.31	1.65 ± 0.35	0.074	0.941
术后 12 个月	2.42 ± 1.13	2.59 ± 1.04	-0.576	0.569
t	-5.665	-5.573		
P	<0.001	<0.001		

2.4 两组患者术后膝关节 Lysholm 评分比较 两组患者组内术后 3 个月、12 个月膝关节 Lysholm 评分比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$), 两组患者组间术后 3 个月与术后 12 个月膝关节 Lysholm 评分比较差异无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 3。

表 3 两组患者术后膝关节 Lysholm 评分比较 ($\bar{x} \pm s, \text{分}$)

Table 3 Comparison of postoperative knee Lysholm scores between the two groups

膝关节 Lysholm 评分	骨桥栓桩组 ($n=380$)	界面螺钉组 ($n=320$)	t	P
术后 3 个月	66.6 ± 7.3	66.8 ± 6.9	-0.138	0.891
术后 12 个月	87.6 ± 6.3	86.3 ± 6.7	0.737	0.467
t	-2.976	-3.430		
P	<0.001	0.017		

2.5 两组患者术后膝关节松弛度比较 两组患者术后 12 个月轴移试验结果及 KT-1000 测量值比较差异均无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 4。

表 4 两组患者术后轴移试验和 KT-1000 测量结果比较 [$n, (\bar{x} \pm s)$]

Table 4 Comparison of postoperative Pivot Shift test and KT-1000 results between the two groups

术后膝关节松弛度	骨桥栓桩组 ($n=380$)	界面螺钉组 ($n=320$)	Z/t	P
轴移试验				
0	20	21	-3.078	0.309
1	16	9		
KT-1000 (mm)	1.33 ± 0.99	1.43 ± 1.04	-0.356	0.725

2.6 两组患者手术费用比较 骨桥栓桩组患者总费用 (26621.9 ± 1474.5) 元, 界面螺钉组患者总费用为 (31232.7 ± 1326.7) 元。界面螺钉组手术费用显著高于骨桥栓桩组 ($t = -6.43, P < 0.05$)。

3 讨论

膝关节前交叉韧带断裂发病率逐年升高, 需要及时诊断和治疗, 否则可导致半月板撕裂和创伤性关节炎^[1]。目前, 关节镜下前交叉韧带重建手术已经成为治疗前交叉韧带断裂的金标准, 自体腘绳肌腱移植或骨-髌腱-骨移植重建前交叉韧带是主流术式。其中, 自体腘绳肌由于取腱区无并发症, 特别是在长期随访中, 更少出现膝前疼痛和肌肉缺损, 越来越受欢迎^[4]。移植物胫骨端固定方式很多, 如金属螺钉拴桩固定、锚钉固定、界面螺钉固定、骨桥栓桩固定、横穿钉固定、悬吊钢板固定等等, 其中胫骨端界面螺钉固定是主流的固定方式。然而, 临床研究发现, 移植物胫骨端固定方式不同, 手术临床效果、并发症及费用也存在较大差异。例如, 金属螺钉拴桩固定虽能有效固定移植物胫骨端, 但远期可能出现皮肤磨损、滑囊炎等不适, 甚至有二次手术取出金属内固定及胫骨隧道扩大风险, 目前应用较少^[5]; 横穿钉固定、锚钉固定虽能更牢靠固定移植物胫骨端, 但锚钉固定费用高, 适用性和经济性不强, 不同锚钉使用技术要求较高, 且有骨折及断钉的风险^[6-7]; 界面螺钉固定是目前使用最多的移植物胫骨端固定方式, 能适应各种骨质条件的胫骨隧道, 且能挤压肌腱让其与周围骨质充分接触, 在生物袖套的作用下也能减轻对移植物的切割, 但对肌腱有切割损伤风险, 且翻修时不易取出, 部分患者存在迟发免疫反应^[7-9]。骨桥栓桩采用 4 mm 克氏针在胫骨隧道外口远端 2 cm 处钻孔, 直角钳分别由两端向中心建立骨隧道, 形成骨桥, 预置引线, 待移植物胫骨端固定后将同一组肌腱两端的缝线中的一端通过引线穿过骨隧道, 与未穿过骨隧道的一端打结

固定。本方法不使用除肌腱缝合线以外的任何内植物,费用低廉,操作简单,学习曲线短,患者临床疗效与目前胫骨端广泛使用的界面螺钉一致,但无移植物切割风险,且翻修时操作简便,对新移植物影响小等^[10]。

在 ACLR 中无论选择何种移植体和何种内固定方式,雨刷器效应或蹦极效应在所有 ACLR 中几乎不可避免^[11-12]。Lee 等^[12]研究认为挤压螺钉相对与悬吊固定在 ACLR 胫骨端移植物固定具有明显优势。本研究随访我院近期部分前交叉韧带重建术后患者发现,术后 3 个月、术后 12 个月骨桥栓桩和界面螺钉患者的胫骨隧道扩大情况比较差异无统计学意义,且两种固定方式在术后 3 月时不会导致胫骨隧道扩大;然而,随着时间增加均有进一步扩大的风险,都可能无法避免雨刷器效应。

ACLR 术前轴移分级为高度的术后部分患者有可能出现重建的张力下降韧带松弛或轴移阳性,表现为患者在回复运动后出现“错动”感,这是患者对重建手术不满及无法重返赛场的重要原因^[13-15]。孙睿等^[16]在动物尸体实验中证实,无论是骨桥栓桩技术还是界面螺钉技术,两者对于术后轴移和关节松弛无明显差异。两种固定方式术后轴移检测中,两组患者均为低度轴移,均不存在高度轴移,且术后 3 个月、术后 12 个月膝关节功能 Lysholm 评分比较差异无统计学意义,恢复活动、重返运动时的关节稳定性均较好,表明骨桥栓桩和界面螺钉固定均可取得满意的临床手术治疗效果。

膝关节前交叉韧带重建术中使用骨桥栓桩固定方式仍然存在一些局限性。例如,Eystuoy 等^[17]通过回顾研究发现,相对于金属螺钉栓桩复合其他方式固定,无论是单纯骨桥栓桩还是界面螺钉固定,翻修风险均略有升高。对于部分废用性骨质萎缩疏松患者,骨桥栓桩建立骨桥和打结时均有造成骨桥骨折的风险,建议存在明显骨质疏松的患者直接使用界面螺钉固定或者复合固定^[18-19];对于明显肥胖或局部软组织丰富的患者,局部丰富的软组织在一定程度上影响了栓桩的紧张度,建议存在明显肥胖或体脂高的患者直接使用界面螺钉或锚钉固定^[20];对于体脂低、软组织覆盖薄的患者,骨桥栓桩在骨皮质表面可触及,可能诱发局部软组织激惹不适感,其他内固定方式也有类似结果^[21]。极少数严重者需要手术干预,本研究有 1 例女性患者出现类似症状,局部外用药物后缓解。

临床研究发现,骨桥栓桩较其他固定方式,首先不存在内植物无法取出、难以取出、只能部分取出或取出时会明显扩大胫骨隧道的风险;其次,骨桥栓桩

手术技术本身简单易学,无需复杂工具辅助,对于基层医院前交叉韧带重建初学者十分友好。本研究结果显示,骨桥栓桩组不产生胫骨端内植物费用,且手术总费用显著低于界面螺钉组,表明骨桥栓桩可以显著减少患者及医保费用支出,减轻了患者及国家医保经济负担,有利于进一步扩大、落实 DRGs 政策,更具经济性,是一种可广泛推广的胫骨端固定方法。

4 结论

在膝关节前交叉韧带重建术中使用骨桥栓桩固定方式可取得与界面螺钉固定相当的临床效果,但骨桥栓桩固定更具医疗经济优势,是一种可广泛推广的胫骨端固定方式。

【参考文献】

- [1] KOHN L, REMBECK E, RAUCH A. Verletzung des vorderen Kreuzbandes beim Erwachsenen : Diagnostik und Therapie [Anterior cruciate ligament injury in adults: Diagnostics and treatment[J]. Orthopade, 2020,49(11):1013-1028.
- [2] RICHMOND J C. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction [J]. Sports Med ArthroscRev,2018,26(4):165-167.
- [3] PEYRACHE M D, DJIAN P, CHRISTEL P, et al. Tibial tunnel enlargement after anterior cruciate ligament reconstruction by autogenous bone-patellar tendon-bone graft[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc,1996,4(1):2-8.
- [4] CHARLTON W P H, RANDOLPH D A, LEMOS S, et al. Clinical Outcome of Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with Quadrupled Hamstring Tendon Graft and Bioabsorbable Interference Screw Fixation[J]. American Journal of Sports Medicine, 2003, 31(4):518-521.
- [5] EISEN S H, DAVIDSON P A, RIVENBURGH D W. Supplemental tibial fixation for anterior cruciate ligament reconstruction[J]. Arthroscopy,2008,24(9):1078-80.
- [6] MUENCH L N, BERTHOLD D P, ARCHAMBAULT S, et al. Anterior cruciate ligament (ACL) repair using cortical or anchor fixation with suture tape augmentation vs ACL reconstruction: A comparative biomechanical analysis[J]. Knee,2022,34:76-88.
- [7] WOLFSON T S, ALAIA M J. Bone Tunnel Management in Modern Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction [J]. Bull Hosp Jt Dis (2013), 2020,78(1):53-64.
- [8] KHAN I, ULLAH S, KHATTAK S K, et al. Functional Outcome of Arthroscopic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Hamstring Autograft with Fixation Using Endobutton at Femoral End and Bioabsorbable Screw at Tibial End[J]. Mymensingh Med J, 2022,31(4):1142-1147.
- [9] DUMLAO P I E, PANER N, BATHAN L, et al. Delayed onset bioabsorbable screw reaction, intact screw extrusion and Pseudomonas aeruginosa tibial tunnel osteomyelitis years after arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction using hamstring graftP[J]. BMJ Case Rep,2019,12(9):e229927.

- 较[J]. 四川中医, 2019, 37(8):159-161.
- [11] 张妙林, 高志朝, 郑国富, 等. 桡骨远端骨折闭合复位后再移位相关危险因素分析[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(3): 262-265.
- [12] 张燕, 陈松芝, 黄啸琴. 桡骨远端骨折畸形对学龄前患儿功能恢复及生物力学状态的影响[J]. 中国妇幼保健, 2020, 35(24): 4752-4754.
- [13] 华浩昌, 葛雯雯, 尤福忠. 激痛点推拿配合关节松动手法治疗肩周炎气滞血瘀证 55 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2020, 28(2): 66-68, 71.
- [14] BARGER J, LASA S, DELL'OCA A F, *et al.* Operative Stabilization of Distal Radius Fractures Presenting With Ulnar Head Subluxation/Dislocation Addresses Distal Radioulnar Joint Instability Without Further Stabilization Procedures[J]. J Orthop Trauma, 2022, 36(5):174-181.
- [15] 蒋伟宇, 潘国平, 陈丹果, 等. 伤椎固定结合成形与跨伤椎固定结合伤椎成形治疗骨质疏松性胸腰椎爆裂骨折的疗效比较[J]. 中国骨伤, 2020, 33(5):440-444.
- [16] 吴同岭, 侯伟东, 唐向阳. 三柱理论指导外固定架与锁定钢板内固定治疗 AO-C 型桡骨远端骨折的比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2018, 33(7):697-700.
- [17] 李翼飞, 王满宜, 张胜利, 等. 急诊与择期手术治疗老年女性背侧移位伴干骺端骨粉碎的关节外桡骨远端骨折的疗效比较[J]. 中华创伤骨科杂志, 2019, 21(8):718-721.
- [18] 赵晖, 苗明三. 基于中西医临床病症特点的骨质疏松症物模型分析[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(3):1332-1336.
- [19] 张健, 查涛. 壮骨活血方治疗骨质疏松性桡骨远端骨折临床疗效[J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(4):213-215.
- [20] SHAPIRO L M, KAMAL R N, Management of Distal Radius Fractures Work Group, *et al.* Distal Radius Fracture Clinical Practice Guidelines-Updates and Clinical Implications[J]. J Hand Surg Am, 2021, 46(9):807-811.
- [21] 张伟, 陈华, 李建涛, 等. 股骨近端三角形结构力学重建治疗股骨转子间骨折术后失败的疗效[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37(4): 339-346.
- [22] SCHROEDER G D, KARAMIAN B A, CANSECO J A, *et al.* Validation of the AO Spine Sacral Classification System: Reliability Among Surgeons Worldwide[J]. J Orthop Trauma, 2021, 35(12):e496-e501.
- [23] 季佳庆, 王健, 张鑫, 等. 桡骨远端骨折掌侧内固定术后背侧关节内骨块移位的危险因素分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2022, 24(4):345-349.
- [24] MIMURA T, YAMAZAKI H, HAYASHI M, *et al.* The Predictive Factors of Displacement of Adult Distal End Radius Fracture Treated with Casting[J]. J Hand Surg Asian Pac Vol, 2021, 26(4):525-534.

(收稿日期:2022-07-28;修回日期:2023-08-04;编辑:黎仕娟)

(上接第 1196 页)

- [10] VAN DE POL G J, BONAR F, SALMON L J, *et al.* Supercritical Carbon Dioxide-Sterilized Bone Allograft in the Treatment of Tunnel Defects in 2-Stage Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Histologic Evaluation[J]. Arthroscopy, 2018, 34(3):706-713.
- [11] CHEUNG P, CHAN W L, YEN C H, *et al.* Femoral tunnel widening after quadrupled hamstring anterior cruciate ligament reconstruction[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2010, 18(2): 198-202.
- [12] LEE T J, JANG K M, KIM T J, *et al.* Adjustable-Loop Cortical Suspensory Fixation Results in Greater Tibial Tunnel Widening Compared to Interference Screw Fixation in Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction[J]. Medicina (Kaunas), 2022, 58(9):1193.
- [13] VAN DER LIST J P, VERMEIJDEN H D, SIEREVELT I N, *et al.* Repair versus reconstruction for proximal anterior cruciate ligament tears: a study protocol for a prospective multicenter randomized controlled trial[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2021, 22(1):399.
- [14] GOODWILLIE A D, SHAH S S, MCHUGH M P, *et al.* The Effect of Postoperative KT-1000 Arthrometer Score on Long-Term Outcome After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2017, 45(7):1522-1528.
- [15] YOON K H, HWANG I U, KIM E J, *et al.* Anterolateral Ligament Reconstruction Improves Anteroposterior Stability As Well As Rotational Stability in Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction with High-Grade Pivot Shift[J]. J Knee Surg, 2021, 34(12):1310-1317.
- [16] 孙睿, 庄雷霆, 段茗一, 等. 胫骨界面螺钉结合骨隧道过线技术固定前交叉韧带的生物力学研究[J]. 中国修复重建外科杂志, 2021, 35(10): 1298-1302.
- [17] EYSTUROY N H, NISSEN K A, NIELSEN T, *et al.* The Influence of Graft Fixation Methods on Revision Rates After Primary Anterior Cruciate Ligament Reconstruction[J]. Am J Sports Med, 2018, 46(3):524-530.
- [18] PEDOWITZ R A. Editorial Commentary: Fixation of Soft-Tissue Anterior Cruciate Ligament Grafts in Osteoporotic Bone[J]. Arthroscopy, 2017, 33(9):1701-1702.
- [19] DOMNICK C, HERBORT M, RASCHKE M J, *et al.* Anterior Cruciate Ligament Soft Tissue Graft Fixation in the Elderly: Is There a Reason to Use Interference Screws? A Human Cadaver Study[J]. Arthroscopy, 2017, 33(9):1694-1700.
- [20] ALM L, KRAUSE M, FROSCH K H, *et al.* Preoperative medial knee instability is an underestimated risk factor for failure of revision ACL reconstruction[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020, 28(8):2458-2467.
- [21] URIBE J W, ARANGO D, FRANK J, *et al.* Two-year outcome with the AperFix system for ACL reconstruction. Orthopedics. 2013 eb;36(2):e159-164.

(收稿日期:2023-02-15;修回日期:2023-06-01;编辑:黎仕娟)