

3D 打印导向器在镜下前交叉韧带胫骨撕脱骨折固定术中的应用效果

赵程锦, 冯阳阳, 李楠楠

(延安大学附属医院创伤骨科 陕西 延安 716000)

摘要 目的: 分析 3D 打印导向器在镜下前交叉韧带 (ACL) 胫骨撕脱骨折固定术中的临床应用及疗效。**方法:** 选取延安大学附属医院创伤骨科于 2020 年 10 月—2024 年 10 月收治的 ACL 胫骨撕脱骨折患者 100 例, 随机分为常规组 (行常规镜下 ACL 胫骨撕脱骨折固定术, $n=50$) 和 3D 组 (行 3D 打印导向器辅助镜下 ACL 胫骨撕脱骨折固定术, $n=50$)。比较两组患者的围手术期指标、膝关节功能、生活质量、屈曲挛缩发生率及并发症发生率。**结果:** 3D 组患者术中出血量、术后引流量、手术时间、骨折愈合时间、开始膝关节功能锻炼时间、住院时间均少于常规组 ($P<0.05$)。治疗前两组患者国际膝关节文献委员会评分、Tegner 膝关节运动评分、Lysholm 膝关节评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 治疗后两组患者各项评分均升高, 且 3D 组高于常规组 ($P<0.05$)。治疗前两组患者健康调查简表各维度评分比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$), 治疗后两组患者各维度评分均升高且 3D 组高于常规组 ($P<0.05$)。3D 组患者 5° 屈曲挛缩发生率、屈曲挛缩总发生率以及并发症发生率均低于常规组 ($P<0.05$)。**结论:** 3D 打印导向器在镜下 ACL 胫骨撕脱骨折固定术中临床应用效果显著, 可有效促进患者术后康复及膝关节功能恢复, 提高生活质量, 减少屈曲挛缩发生及并发症发生, 临床推广优势大。

关键词 前交叉韧带; 胫骨撕脱骨折; 3D 打印导向器; 膝关节功能

中图分类号 R687.4 **文献标识码** A **文章编号** 2096-7721 (2025) 03-0368-05

Application of 3D printing guide in microscopic anterior cruciate ligament tibial avulsion fracture fixation

ZHAO Chengjin, FENG Yangyang, LI Nannan

(Department of Trauma Orthopedics, Yanan University Affiliated Hospital, Yan'an 716000, China)

Abstract Objective: To analyze the clinical application and efficacy of 3D printing guide in microscopic anterior cruciate ligament (ACL) tibial avulsion fracture fixation. **Methods:** 100 patients with ACL tibial avulsion fractures in the Department of Trauma Orthopedics of the Yanan University Affiliated Hospital from October 2020 to October 2024 were selected and randomly divided into the conventional group (conventional microscopic ACL tibial avulsion fracture fixation, $n=50$) and the 3D group (3D printing guide-assisted microscopic ACL tibial avulsion fracture fixation, $n=50$). The perioperative indicators, knee function, quality of life, incidence of flexion contracture, and complication rate were compared between the two groups. **Results:** Patients in the 3D group experienced less intraoperative bleeding, postoperative drainage, operative time, fracture healing time, time to start knee function exercises, and length of hospital stay than those in the conventional group ($P<0.05$). The International Knee Documentation Committee score, Tegner knee motion score, Lysholm knee score, and Health Survey Short Form Score showed no statistically significant difference between the two groups before treatment ($P>0.05$). While all scores in both groups increased after treatment, and the 3D group outperformed the conventional group ($P<0.05$). In the 3D group, there was a decreased incidence of 5° flexion contracture, total flexion contracture, and complications compared to the conventional group ($P<0.05$). **Conclusion:** The clinical efficacy of 3D printing guides in microscopic ACL tibial avulsion fracture fixation is remarkable, it can effectively promote postoperative knee joint function recovery, improve the quality of life, reduce the incidence of flexion contracture and complications, which is worthy of clinical promotion.

Key words Anterior Cruciate Ligament; Tibial Avulsion Fracture; 3D Printing Guide; Knee Joint Function

基金项目: 国家自然科学基金 (82160431)

Foundation Item: National Natural Science Foundation of China (82160431)

引用格式: 赵程锦, 冯阳阳, 李楠楠. 3D 打印导向器在镜下前交叉韧带胫骨撕脱骨折固定术中的应用效果 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6 (3): 368-372.

Citation: ZHAO C J, FENG Y Y, LI N N. Application of 3D printing guide in microscopic anterior cruciate ligament tibial avulsion fracture fixation [J]. Chinese Journal of Robotic Surgery, 2025, 6(3): 368-372.

通讯作者 (Corresponding Author): 李楠楠 (LI Nannan), Email: qqagui2004@sohu.com

前交叉韧带（Anterior Cruciate Ligament，ACL）胫骨撕脱骨折是运动医学中常见的损伤类型，治疗的关键在于骨折块的精准复位和牢固固定，以恢复关节的稳定性和功能^[1]。传统的手术治疗方法往往依赖于术者的经验和手感，存在一定的操作难度和不确定性。随着数字医学和3D打印技术的快速发展，这些高科技手段开始应用于治疗ACL胫骨撕脱骨折，并展现出显著的优势^[2-3]。3D打印导向器作为一种新兴的手术辅助工具，能够基于患者的个体化CT扫描数据，精确构建伤膝的三维模型，并模拟手术过程，直接定位骨道位置^[4]。该技术的引入，不仅极大地提高了手术的精准性和可重复性，还显著减少了手术操作时间和患者的创伤，促进了术后关节功能的快速恢复^[5]。本研究旨在探讨3D打印导向器在镜下ACL胫骨撕脱骨折固定术中的临床应用与效果，评估其手术效果、安全性以及对患者术后生活质量的影响，以期能够为ACL胫骨撕脱骨折治疗提供一种更为精准、高效和安全的手术方案，进一步推动运动医学领域的发展。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取延安大学附属医院创伤骨科2020年10月—2024年10月收治的ACL胫骨撕脱骨折患者100例作为研究对象。纳入标准：①经查体及CT、X线等影像学检查确诊为ACL胫骨撕脱骨折^[6]（患者通常有明确的外伤史，主要症状包括膝关节疼痛、肿胀、活动受限、行走困难。体格检查中可能出现浮髌试验阳性、Lachman试验阳性、内外翻侧方应力试验阳性等），且一般情况较为良好；②年龄18~70岁；③既往未接受治疗；④资料齐全；⑤签署知情同意授权书。排除标准：①既往有膝关节手术史者；②存在重要脏器功能衰竭者；③合并

其他部位骨折者；④合并类风湿性关节炎者；⑤中途退出者。将纳入的患者以随机数字表法分成两组，一组为常规组（n=50），行常规镜下ACL胫骨撕脱骨折固定术治疗，一组为3D组（n=50），行3D打印导向器辅助镜下ACL胫骨撕脱骨折固定术治疗。两组患者一般资料比较，差异无统计学意义（P>0.05），具有可比性（见表1）。本研究经医院医学伦理委员会批准通过。

1.2 方法

1.2.1 常规组 行常规镜下ACL胫骨撕脱骨折固定术治疗。连续硬膜外麻醉下，患者取仰卧位，行标准膝关节前外侧与前内侧入路，冲洗并探查关节腔，特别注意半月板前角及膝横韧带是否嵌入骨折间隙，必要时进行钩出或切除。于胫骨结节内侧切1 cm小口，使用ACL胫骨定位器（设定为50°角）引导，在骨折块两侧23 mm处钻4.5 mm骨隧道，保留510 mm骨桥。清除碎屑后，引入PDS II牵引线和双股Orthocord固定线，通过骨隧道拉至关节外打结固定。在牵引线牵引下，固定线骑跨于ACL基底部骨折块上，关节外拉紧固定线两端，镜下确认骨折复位良好。屈膝30°，于骨隧道胫骨端外打结固定，先打滑结后打五重方结。处理其他合并损伤，确认关节活动无障碍、骨折固定可靠、ACL松紧适宜后，冲洗关节腔，置引流管，弹力绷带包扎，伸膝位支具固定。术后患者需佩戴支具，接受消肿、抗炎、镇痛治疗，同时进行踝泵运动、直腿抬高练习及冰敷。固定2周后，患者开始进行关节弯曲锻炼及部分负重行走，6周后完全负重，8周后去除支具，恢复正常行走。

1.2.2 3D组 行3D打印导向器辅助镜下ACL胫骨撕脱骨折固定术治疗（如图1A~B）。患者术前经CT三维重建与3D打印处理，定位导针骨道及导向

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s$, n (%)]
Table 1 Comparison of general data between the two groups of patients [$\bar{x} \pm s$, n (%)]

组别	年龄 (岁)	受伤至手术 时间(d)	性别		致伤原因			受伤部位		Mc Keever 分型	
			男	女	运动	交通事故	其他	左侧	右侧	Ⅱ型	Ⅲ型
3D组 (n=50)	48.52 ± 8.13	7.88 ± 1.97	28 (56.00)	22 (44.00)	18 (36.00)	18 (36.00)	14 (28.00)	25 (50.00)	25 (50.00)	23 (46.00)	27 (54.00)
常规组 (n=50)	47.94 ± 7.47	7.70 ± 1.89	30 (60.00)	20 (40.00)	20 (40.00)	15 (30.00)	15 (30.00)	26 (52.00)	24 (48.00)	19 (38.00)	31 (62.00)
χ^2/t 值	0.372	0.467	0.164		0.412			0.040		0.657	
P值	0.711	0.641	0.685		0.814			0.841		0.418	

器位置（如图 1C~E），并在实体模型上标记导向器位置进行体外设计与预演（如图 1F）。在手术过程中，依据术前的详细规划，医生直接使用导向器进行骨道定位，避免了多次使用克氏针进行定位的需要，从而实现了精确的骨折复位。手术采用腰硬联合麻醉，患者采取仰卧位，于大腿根部配备气压止血带。麻醉生效后，通过关节镜探查确认 ACL 胫骨撕脱骨折的情况。膝关节屈曲至 90°，于胫骨结节内侧进行切口，放置导向器，并使用 1 mm 克氏针基于三角形稳定原理建立 3 个骨道，然后在骨折部位使用缝合器和编织线进行 3 针缝合，并将编织线经骨道引出。在关节镜下复位骨块，拉紧编织线进行固定。在确认复位良好且韧带张力恢复后，打结缝合切口并加压包扎。患者术后治疗及康复同常规组。两组患者均由同一专业医疗团队执行手术。

1.3 观察指标 ①围手术期指标：记录两组患者术中出血量、术后引流量、手术时间、骨折愈合时间、开始膝关节功能锻炼时间、住院时间。②膝关节功能：于术前及术后 6 个月，评定两组患者国际膝关节文献委员会（International Knee Documentation Committee, IKDC）评分^[7]、Tegner 膝关节运动评分^[8]、Lysholm 膝关节评分^[9]。IKDC 评分涵盖疼痛、症状、功能活动、运动能力、参与水平等多个维度，总分为 1~100 分，分数越高表示膝关节功能越好。Tegner 膝关节运动评分评估患者的日常活动能力和运动水平，从完全不能活动到高强度运动分为 10 个等级，总分为 1~10 分，分数越高表示膝关节运动

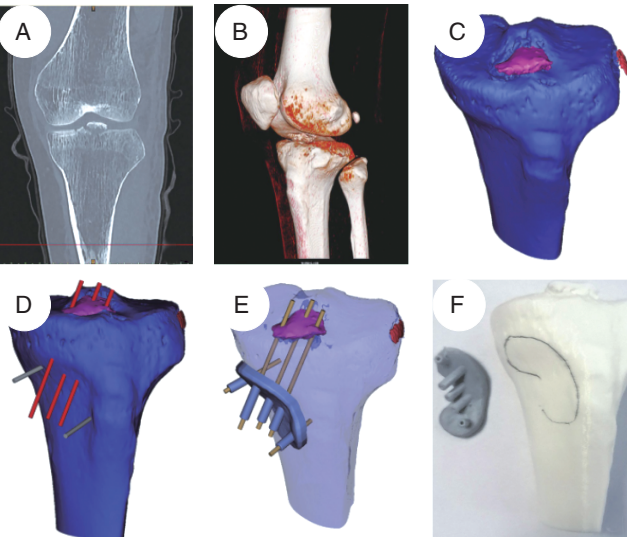


图 1 3D 组患者手术示意图
Figure 1 Schematic diagram of surgery for patients in the 3D group

能力越强。Lysholm 膝关节评分包括疼痛、僵硬、行走困难、上下楼梯等多个维度，总分为 1~100 分，分数越高表示膝关节功能越好。③生活质量：于术前及术后 6 个月，采用健康调查量表（The 36-Item Short Form Health Survey, SF-36）^[10] 评估两组患者生活质量，涵盖物质生活、社会、躯体及心理功能 4 方面，总分为 1~360 分，分数越高表示生活质量越好。④屈曲挛缩发生率：记录两组患者屈曲挛缩发生例数，包括屈曲挛缩 5° 和 10°，并计算百分比。⑤并发症发生率：记录两组患者神经损伤、关节僵硬、伤口感染、畸形愈合发生例数，并计算百分比。

1.4 统计学方法 本研究数据以统计学软件 SPSS 22.0 处理。计数资料用例数（百分比） $[n(\%)]$ 描述，行 χ^2 检验；符合正态分布的计量资料用均数 $\pm$ 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述，行 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期指标 3D 组患者术中出血量、术后引流量、手术时间、骨折愈合时间、开始膝关节功能锻炼时间、住院时间均少于常规组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 2。

2.2 膝关节功能 治疗前两组患者 IKDC 评分、Tegner 膝关节运动评分、Lysholm 膝关节评分比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；治疗后两组患者 IKDC 评分、Tegner 膝关节运动评分、Lysholm 膝关节评分均升高，且 3D 组高于常规组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 3。

2.3 生活质量 治疗前两组患者 SF-36 各维度评分比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ）；治疗后两组患者 SF-36 各维度评分均升高，且 3D 组高于常规组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 4。

2.4 屈曲挛缩发生率 两组患者 10° 屈曲挛缩发生率比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），但 3D 组 5° 屈曲挛缩发生率和屈曲挛缩总发生率低于常规组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 5。

2.5 并发症发生率 3D 组并发症发生率低于常规组，差异有统计学意义（ $P < 0.05$ ），见表 6。

3 讨论

ACL 是膝关节内重要的稳定结构，ACL 损伤是运动医学领域常见的严重损伤之一^[11-13]。ACL 胫骨撕脱骨折作为其损伤类型之一，对患者的运动功能

表 2 两组患者围手术期指标比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 2 Comparison of perioperative indicators between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	术中出血量 (mL)	术后引流量 (mL)	手术时间 (min)	骨折愈合时间 (个月)	开始膝关节功能 锻炼时间 (d)	住院时间 (d)
3D 组 ($n=50$)	58.41 $\pm$ 6.14	93.45 $\pm$ 7.30	46.76 $\pm$ 6.58	2.33 $\pm$ 0.46	39.38 $\pm$ 2.52	8.92 $\pm$ 2.03
常规组 ($n=50$)	62.30 $\pm$ 7.89	97.46 $\pm$ 7.38	50.54 $\pm$ 7.13	2.57 $\pm$ 0.36	41.32 $\pm$ 3.31	10.42 $\pm$ 2.03
t 值	2.752	2.732	2.755	2.910	3.296	3.695
P 值	0.007	0.007	0.007	0.005	0.001	<0.001

表 3 两组患者膝关节功能比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Comparison of knee joint function between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	IKDC 评分		Tegner 评分		Lysholm 评分	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
3D 组 ($n=50$)	50.40 $\pm$ 4.99	88.28 $\pm$ 6.88 ^a	2.60 $\pm$ 0.57	6.56 $\pm$ 1.58 ^a	49.90 $\pm$ 5.87	85.14 $\pm$ 7.26 ^a
常规组 ($n=50$)	51.12 $\pm$ 6.06	74.46 $\pm$ 8.29 ^a	2.52 $\pm$ 0.51	4.94 $\pm$ 1.22 ^a	50.42 $\pm$ 6.06	72.22 $\pm$ 9.36 ^a
t 值	0.648	9.068	0.742	5.740	0.436	7.714
P 值	0.518	<0.001	0.460	<0.001	0.664	<0.001

注：与本组治疗前相比，^a $P<0.05$

表 4 两组患者 SF-36 评分比较 ($\bar{x} \pm s$)
Table 4 Comparison of SF-36 scores between the two groups of patients ($\bar{x} \pm s$)

组别	心理功能		躯体功能		社会功能		物质生活	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
3D 组 ($n=50$)	54.24 $\pm$ 6.94	78.36 $\pm$ 6.26 ^a	51.08 $\pm$ 6.38	78.20 $\pm$ 5.02 ^a	52.52 $\pm$ 5.18	72.00 $\pm$ 7.33 ^a	48.96 $\pm$ 6.13	69.22 $\pm$ 7.26 ^a
常规组 ($n=50$)	54.04 $\pm$ 9.26	67.40 $\pm$ 7.28 ^a	50.22 $\pm$ 7.90	69.20 $\pm$ 6.96 ^a	52.92 $\pm$ 5.88	61.30 $\pm$ 8.10 ^a	48.28 $\pm$ 6.32	60.76 $\pm$ 6.14 ^a
t 值	0.122	8.073	0.599	7.414	0.361	6.924	0.546	6.292
P 值	0.903	<0.001	0.551	<0.001	0.719	<0.001	0.586	<0.001

注：与本组治疗前相比，^a $P<0.05$

表 5 两组患者屈曲挛缩发生率比较 [n (%)]
Table 5 Comparison of the incidence of flexion contracture between the two groups of patients [n (%)]

组别	5° 屈曲挛缩	10° 屈曲挛缩	总发生情况
3D 组 ($n=50$)	2 (4.00)	1 (2.00)	3 (6.00)
常规组 ($n=50$)	8 (16.00)	2 (4.00)	10 (20.00)
χ^2 值	4.000	0.344	4.332
P 值	0.046	0.558	0.037

表 6 两组患者并发症发生率比较 [n (%)]
Table 6 Comparison of complication rates between the two groups of patients [n (%)]

组别	神经损伤	关节僵硬	伤口感染	畸形愈合	总发生情况
3D 组 ($n=50$)	0 (0.00)	2 (4.00)	1 (2.00)	1 (2.00)	4 (8.00)
常规组 ($n=50$)	2 (4.00)	5 (10.00)	3 (6.00)	2 (4.00)	12 (24.00)
χ^2 值		—			4.762
P 值		—			0.029

和 生 活 质 量 造 成 了 严 重 影 响 。 随 着 微 创 技 术 的 发 展 ， 镜 下 手 术 已 成 为 治 疗 ACL 胫 骨 撕 脱 骨 折 的 首 选 方 法 [14]。 然 而 ， 镜 下 手 术 对 术 者 的 技 术 要 求 较 高 ， 手 术 难 度 较 大 ， 尤 其 是 在 骨 折 复 位 和 固 定 方 面 。 为 了 提 高 手 术 的 精 确 性 和 安 全 性 ， 3D 打 印 技 术 的 应 用 为

手 术 提 供 了 新 的 可 能 性 。
本 研 究 结 果 显 示 ， 3D 组 相 比 常 规 组 ， 术 中 出 血 量 、 术 后 引 流 量 、 手 术 时 间 、 骨 折 愈 合 时 间 、 开 始 膝 关 节 功 能 锻 炼 时 间 及 住 院 时 间 均 显 著 减 少 ； 治 疗 后 两 组 患 者 膝 关 节 功 能 及 生 活 质 量 均 提 升 ， 且 3D

组提升幅度更大；3D 组 5° 屈曲挛缩发生率、屈曲挛缩总发生率以及并发症发生率均低于常规组，分析原因如下。3D 打印技术能够以极高的精度制造导向器，确保其与患者骨骼结构完美匹配^[15-17]，还可以基于患者的 CT 扫描数据，创建个性化的 3D 模型，并据此设计打印导向器^[18]。这种个性化定制确保了手术过程中的精准定位，减少了手术误差。使用 3D 打印导向器可以显著缩短手术时间，因为导向器能够直接引导医生进行精确的骨道定位，无需反复尝试和调整。精确的手术操作减少了软组织和骨骼的损伤，从而降低了术中出血量^[19-22]。3D 打印导向器能够确保骨折块的解剖复位，为骨折愈合提供了最佳条件^[23]，同时减少了手术过程中的潜在风险，从而降低了因手术操作不当等因素而引发的并发症发生率。精确的手术和固定的稳定性允许患者在术后更早地开始膝关节功能锻炼，术后快速恢复和较低的并发症发生率也减轻了患者的心理负担，增强了患者对治疗的信心^[24-26]。3D 打印导向器适用于多种类型的 ACL 胫骨撕脱骨折，具有广泛的适用性，同时简化了手术过程的教学和培训，使更多医生能够掌握这一技术^[27-30]。虽然 3D 打印导向器的初期成本可能较高，但考虑到其带来的手术效率提升、患者康复加速以及并发症减少等好处，长期成本效益是显著的。笔者认为，3D 打印导向器辅助 ACL 胫骨撕脱骨折固定术相比常规手术的优势包括术前精准模拟实现解剖复位；单次骨隧道穿刺避免骨块破碎；固定牢固，愈合时间短；韧带编织线固定无切割风险；手术时间短，个体化处理无需二次手术，缩短治疗时间。

综上所述，3D 打印导向器在镜下 ACL 胫骨撕脱骨折固定术的临床应用中具有显著优势，不仅提高了手术的精确性和安全性，还促进了患者的快速康复和膝关节功能的恢复。这些优势使得 3D 打印导向器在临床推广中具有很大的潜力。

利益冲突声明：本文不存在任何利益冲突。

作者贡献声明：赵程锦、李楠楠负责设计论文框架，起草论文；冯阳阳负责实验操作，研究过程的实施；冯阳阳、李楠楠负责数据收集，统计学分析，绘制图表；赵程锦负责论文修改，拟定写作思路，指导撰写文章并最后定稿。

参考文献

- [1] 梁杰晖, 吴松, 沈民仁, 等. 多平面重建及 3D 打印在前交叉韧带翻修术中的应用[J]. 中南大学学报(医学版), 2024, 49(1): 95-112.
- [2] 张彬, 张晗, 石磊, 等. 3D 打印模型辅助手术治疗犬髌骨 IV 级内脱伴前交叉韧带断裂[J]. 畜牧兽医学报, 2023, 54(9): 3977-3984.

- [3] 牛文杰, 黄凌岸, 周新, 等. 关节镜与传统切开手术治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折疗效的 Meta 分析[J]. 中国骨伤, 2022, 35(3): 292-299.
- [4] Bolz N M, Ehrle A, Mähmann K, et al. Computed tomographic imaging and surgical management of distal insertional avulsion fragments of the caudal cruciate ligament in four horses[J]. Vet Surg, 2023, 52(8): 1228-1236.
- [5] 孙超, 徐稳, 陈雪, 等. 关节镜下“三缝线-三叉星”技术固定前交叉韧带下止点撕脱骨折[J]. 中国运动医学杂志, 2024, 43(8): 597-604.
- [6] 中华创伤骨科杂志编辑委员会. 胫骨平台骨折诊断与治疗的专家共识[J]. 中华创伤骨科杂志, 2015, 17(1): 3-7.
- [7] 严广斌. 膝关节评分标准[J]. 中华关节外科杂志(电子版), 2010, 4(6): 845.
- [8] 刘凯, 宋伟, 阮槟, 等. 前交叉韧带损伤后膝关节功能评估量表的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(12): 1395-1399.
- [9] 林建宁, 孙笑非, 阮狄克. 膝关节 lysholms 评分等级评价膝关节功能[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2008, 23(3): 230-231.
- [10] 王坤. 健康状况调查简表(SF-36)[J]. 中华神经外科杂志, 2012, 28(6): 571.
- [11] LI H C, GAO W, ZHANG G L. 3D-printed-guider-assisted fixation of cruciate-ligament tibial avulsion fracture: a new attempt[J]. Asian J Surg, 2022, 45(8): 1571-1572.
- [12] 楚宇鹏, 江晨锦, 李发权, 等. 成年男性前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折与股骨髁间窝形态和胫骨平台后倾角的相关性研究[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2024, 39(6): 650-653.
- [13] XIAO Y, SHI C H, DENG G Y, et al. Screw placement through a higher medial portal provides better initial stability in arthroscopic ACL tibial avulsion fracture fixation: a finite element analysis[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2024, 25(1): 1-8.
- [14] 王一仲, 陈雪松, 田斌, 等. 镜下三线交联拉出固定前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2023, 31(4): 365-368.
- [15] 牛金龙, 段锦涛, 徐帅, 等. 关节镜下带线锚钉单隧道五点固定前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折疗效分析[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(5): 451-455.
- [16] 钱利海, 梁清宇, 张辉, 等. 关节镜辅助一期手术治疗前交叉韧带断裂合并胫骨平台后外侧骨折[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(3): 265-269.
- [17] 吴美平, 肖渊怀, 李光富, 等. 缝线桥技术治疗前交叉韧带胫骨端止点撕脱骨折 30 例[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(4): 73-75, 79.
- [18] 戴祝, 刘超, 陈丹, 等. 带线锚钉结合缝线多点固定治疗累及外侧半月板前根的前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. 中国修复重建外科杂志, 2023, 37(11): 1342-1346.
- [19] 江辉, 梅伟, 王祥善, 等. 强直性脊柱炎截骨矫正 3D 打印导板辅助椎弓钉置入[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(6): 508-512.
- [20] 陆军帅, 高礼层, 窦帮, 等. 关节镜下 TightRope 环扣固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱性骨折的疗效评估[J]. 创伤外科杂志, 2023, 25(2): 118-123.
- [21] 潘巍巍, 张志凌, 严惠强, 等. 关节镜下三点缝合前交叉韧带治疗胫骨止点撕脱骨折的效果及术后功能评价[J]. 创伤外科杂志, 2024, 26(1): 43-48.
- [22] 易刚, 汪国友, 张磊, 等. 镜下锚钉与空心钉固定前交叉韧带胫骨撕脱骨折[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30(21): 1935-1940.
- [23] 李冰, 王新民, 吕剑, 等. 膝关节镜下复合双滑轮技术治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(7): 647-653.
- [24] 陆军帅, 麻文谦, 徐小彬, 等. 关节镜下单隧道锁扣带祥钛板套扎固定治疗前交叉韧带胫骨止点骨折[J]. 实用骨科杂志, 2023, 29(6): 561-564, 575.
- [25] 段锦涛, 秦晗, 牛金龙, 等. 关节镜下免打结锚钉结合双束高强度缝线重建前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2024, 32(5): 79-83.
- [26] 朱文科, 俞臻, 王雨辰, 等. 关节镜下套索环缝合联合带祥钛板治疗前交叉韧带胫骨止点骨折的疗效分析[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2023, 31(2): 52-57.
- [27] 陈昊, 孙宝亭, 张有磊, 等. 关节镜下四方位微骨道双 Orthocord 线固定治疗前交叉韧带胫骨止点撕脱骨折[J]. 骨科, 2022, 13(3): 212-217.
- [28] 高博, 吴碧, 阎敏, 等. 3D 打印导向器与导航引导下引导骶髂螺钉置入的对比研究[J]. 实用骨科杂志, 2024, 30(3): 222-225, 237.
- [29] 李雷, 杨国志. 3D 打印导航技术应用于后路手术治疗青少年特发性脊柱侧凸[J]. 颈腰痛杂志, 2022, 43(2): 253-255.
- [30] 金鑫, 谢卯, 刘芸, 等. 个性化股骨导向器辅助初次全髋关节置换的随机对照研究[J]. 中华关节外科杂志电子版, 2023, 17(6): 780-787.

收稿日期: 2024-11-07

编辑: 张笑嫣