

· 临床论著 ·

开放获取

髌骨下极粉碎性骨折两种内固定的比较

汤俊峰, 孙良业*, 凤晓翔, 袁先发, 管立新, 谢晓东

(安徽医科大学附属六安医院, 安徽六安 237000)

摘要: [目的] 比较缝线联合固定与钢丝联合固定髌骨下极粉碎性骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 12 月本院手术治疗的 52 例髌骨下极粉碎性骨折患者的临床资料。依据术前医患沟通结果, 28 例采用缝线联合固定(缝线组), 24 例采用钢丝联合固定(钢丝组)。比较两组围手术期、随访和影像结果。[结果] 所有患者均顺利完成手术, 术中均无严重并发症发生。两组切口总长度、术中失血量、切口愈合等级差异无统计学意义 ($P>0.05$), 但是, 缝线组在手术时间 [(60.7±7.8) min vs (67.0±8.8) min, $P=0.009$]、术中透视次数 [(2.2±0.5) 次 vs (4.3±0.8) 次, $P<0.001$]、术后 5 d 疼痛 VAS 评分 [(4.5±0.9) vs (5.5±0.8), $P<0.001$]、下地行走时间 [(2.2±0.6) d vs (3.0±0.7) d, $P<0.001$]、住院时间 [(7.9±0.9) d vs (8.6±1.3) d, $P=0.015$] 均显著优于钢丝组。随访时间平均 (18.3±3.8) 个月, 缝线组恢复完全负重活动时间显著早于钢丝组 [(10.9±3.1) 周 vs (12.7±2.5) 周, $P=0.031$]。随着时间推移, 两组患者膝前痛 VAS 评分、膝 ROM、Bostman 评分、Kujala 评分均显著改善 ($P<0.05$), 术后 3 个月和末次随访时两组 Bostman 评分差异无统计学意义 ($P>0.05$), 其余相应时间点, 缝线组上述指标均显著优于钢丝组 ($P<0.05$)。影像方面, 随着时间推移, 两组 Insall-Salvati 指数、髌骨长度无显著改变 ($P>0.05$); 相应时间点, 缝线组 Insall-Salvati 指数显著小于钢丝组 ($P<0.05$), 而髌骨长度显著大于钢丝组 ($P<0.05$)。缝线组影像学骨折愈合时间显著早于钢丝组 ($P<0.05$)。[结论] 缝线垂直间断 NICE 结固定联合带线锚钉治疗髌骨下极粉碎性骨折临床疗效优于钢丝联合固定, 且手术时间短, 恢复快, 并发症少, 无需二次手术取出。

关键词: 髌骨下极骨折, 缝线, 带线锚钉, 钢丝, 内固定

中图分类号: R683.42 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2024) 14-1279-06

Comparison of two internal fixation techniques for comminuted fractures of the patellar inferior pole // TANG Jun-feng, SUN Liang-ye, FENG Xiao-xiang, YUAN Xian-fa, GUAN Li-xin, XIE Xiao-dong. Lu'an Hospital, Anhui Medical University, Lu'an 237000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of suture combined fixation versus steel wire combined fixation for comminuted fractures of the patellar inferior pole. [Methods] A retrospective study was done on 52 patients who received surgical treatment for comminuted fractures of the patellar inferior pole in our hospital from January 2019 to December 2021. According to preoperative surgeon-patient discussion, 28 patients were treated with suture combined fixation (the suture group), while other 24 patients underwent steel wire combined fixation (the wire group). The perioperative, follow-up and imaging documents were compared between the two groups. [Results] All patients had corresponding surgical procedures performed successfully, with no serious complications occurred during the operation. Although there were no significant differences in the total incision length, intraoperative blood loss and incision healing grade between the two groups ($P>0.05$), the suture group proved significantly superior to the wire group in terms of operation time [(60.7±7.8) min vs (67.0±8.8) min, $P=0.009$], intraoperative fluoroscopy times [(2.2±0.5) times vs (4.3±0.8) times, $P<0.001$], pain VAS score 5 days postoperatively [(4.5±0.9) vs (5.5±0.8), $P<0.001$], postoperative walking time [(2.2±0.6) days vs (3.0±0.7) days, $P<0.001$] and hospital stay [(7.9±0.9) days vs (8.6±1.3) days, $P=0.015$]. The follow-up period lasted for (18.3±3.8) months in a mean, and the suture group resumed full weight-bearing activity significantly earlier than the wire group [(10.9±3.1) weeks vs (12.7±2.5) weeks, $P=0.031$]. The VAS score for anterior knee pain, knee range of motion (ROM), Bostman and Kujala scores significantly improved in both groups over time ($P<0.05$), which in the suture group were significantly superior to those in the wire group ($P<0.05$), except Bostman score between two groups at 3 months after surgery and the latest follow-up ($P>0.05$). As for imaging, there were no significant changes in Insall-Salvati index and patella length in both groups over time ($P>0.05$). At all corresponding time points, the suture group had significantly less Insall-Salvati index ($P<0.05$), while significantly

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100520

作者简介: 汤俊峰, 副主任医师, 研究方向: 关节与创伤, (电子信箱)862760985@qq.com

* 通信作者: 孙良业, (电子信箱)13605645068@139.com

greater patellar length than the wire group ($P<0.05$), additionally, the former got fracture healing significantly earlier than the latter ($P<0.05$). [Conclusion] The vertical interrupt sutures with Nice knot fixation combined with suture anchor takes benefits of shorter operation time, faster recovery, less complications and no need for a second operation to remove implant over the steel wire counterpart for fixation of comminuted fractures of the patellar inferior pole.

Key words: inferior pole fracture of the patella, suture, suture anchor, steel wire, internal fixation

髌骨下极为髌骨远端无软骨面覆盖部分, 约占髌骨全长的 25%, 解剖上为髌腱附着点, 参与股四头肌收缩力传导至髌腱, 是伸膝装置的重要组成部分^[1, 2]。髌骨下极骨折是髌骨特殊类型骨折中的一种, 属于关节外骨折, 发生率较低, 约占所有髌骨骨折的 5%~22.4%^[3]。治疗原则为恢复伸膝装置连续性、坚强固定、尽早恢复膝关节功能。治疗方式取决于髌骨下极骨折块粉碎程度, 对于髌骨下极完整且骨质良好的患者, 常规髌骨骨折内固定方式即可取得满意临床疗效, 如克氏针张力带、钢板系统、髌骨爪等; 但对于粉碎性或合并骨质疏松的患者, 治疗仍具有挑战性, 不建议行髌骨部分切除及髌胫钢丝技术, 推荐联合内固定, 如钢丝垂直间断缝合结合带线锚钉、微型钢板联合钢丝张力带等^[4-8]。目前联合固定术式众多, 尚无统一标准。近年来, 随着缝线技术改进以及 NICE 结生物力学研究的深入, 应用缝线 NICE 结辅助复位固定的方法已经广泛应用于肱骨近端骨折的治疗, 取得了良好效果^[9]。为了评估缝线联合固定治疗髌骨下极粉碎性骨折优势及临床疗效, 笔者回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 12 月在本院行缝线联合固定的该类骨折患者 28 例, 与同期行钢丝联合固定的 24 例患者的临床资料进行对比研究。报道如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: (1) 年龄>16 岁; (2) 新鲜闭合骨折; (3) 经 X 线片或 CT 检查显示为髌骨下极粉碎性骨折, 且移位明显需手术治疗。

排除标准: (1) 开放性 or 病理性骨折; (2) 随访时间少于 12 个月; (3) 临床资料收集不全者; (4) 合并其他部位骨折、脏器损伤需要处理; (5) 伤前膝关节退行性变严重并功能障碍; (6) 合并严重内科疾病者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2019 年 1 月—2021 年 12 月本院收治的髌骨下极粉碎性骨折患者的临床资料, 共 52 例符合上述标准, 纳入本研究, 均为闭合性单侧损伤。

依据术前医患沟通结果, 28 例采用缝线联合固定(缝线组), 24 例采用钢丝联合固定(钢丝组)。两组术前一般资料见表 1, 两组患者术前年龄、性别、身体质量指数 (body mass index, BMI)、是否骨质疏松、损伤至手术时间及侧别的差异均无统计学差异 ($P>0.05$)。本研究得到安徽医科大学附属六安医院伦理委员会批准, 所有患者均签署相关知情同意书。

表 1. 两组患者术前一般资料比较

Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups

指标	缝线组 (n=28)	钢丝组 (n=24)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	55.9±10.2	56.1±11.6	0.959
性别 (例, 男/女)	15/13	14/10	0.730
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.3±2.1	23.8±1.8	0.367
骨质疏松 (例, 是/否)	10/18	9/15	0.894
损伤至手术时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.8±0.9	3.1±0.7	0.071
侧别 (例, 左/右)	19/9	18/6	0.571

1.3 手术方法

缝线组: 腰麻, 仰卧位, 患侧大腿根部绑止血带。行膝前正中切口, 显露骨折端及髌旁支持带, 清理骨折端嵌顿软组织、血凝块及进入关节腔内的游离碎骨块。将髌骨近折端后缘分成 4 等份, 标记 3 个等分点, 使用 1.5 mm 尖端带孔克氏针以等分点为进针点沿髌骨长轴斜向髌骨前上缘钻孔, 通过克氏针尖部孔洞将普通缝线穿过钉道, 利用此单根缝线将双股 5# 强生爱惜邦或其他编织型高强度缝线引入钉道, 缝线对折处位于髌骨上缘。6 根缝线从髌骨下极腱骨连接处从后向前等距离穿出。取 1 枚 5.0 mm 带线锚钉沿髌骨中轴稍偏离中心方向, 穿髌骨下极骨折块拧至髌骨近折端, 锚钉自带 4 根尾线, 两侧各一对。伸膝复位骨折并逐渐收紧对应缝线, 用 NICE 结固定, 线结留在髌骨前上缘。锚钉尾线加强缝合, 一对用 Krackow 缝合法向下缝合至髌腱中下部后穿过髌韧带, 再由下向上缝合至锚钉尾部, 打结固定; 另一对缝线行髌骨环扎聚拢周围小骨块及加强固定。C 形臂 X 线机透视确认复位良好后, 被动屈伸膝关节 (屈曲角度 $\geq 100^\circ$) 确定固定牢固, 逐层关闭切口。

钢丝组：显露方法同缝线组。使用 2.0 mm 克氏针以等分点为进针点沿髌骨长轴斜向髌骨前上缘钻 3 个骨道，并分别引入 1.2 mm 钢丝。3 根钢丝从髌骨下极腱骨连接处从后向前等距离穿出。穿髌骨下极沿髌骨中轴稍偏离中心方向拧入 1 枚 5.0 mm 带线锚钉至髌骨近折端。伸膝复位骨折并逐渐收紧钢丝，钢丝结节位于髌骨上缘并埋入软组织内。其余步骤同缝线组。

两组患者均不采用外固定限制膝关节屈伸，尽早进行功能锻炼，包括股四头肌收缩训练、直腿抬高及膝关节屈伸活动等。早期可扶拐部分负重行走，术后 2 周开始行主动屈伸锻炼，术后 4 周逐渐恢复负重活动。

1.4 评价指标

记录围手术期资料，包括手术时间、切口总长度、术中失血量、术中透视次数、术后 5 d 疼痛视觉模拟评分 (visual analogue scale, VAS)、下地行走时间、切口愈合等级及住院时间。采用完全负重活动时间、膝前痛 VAS 评分、膝伸-屈活动度 (range of motion, ROM)、Bostman 髌骨骨折功能评分和 Kujala 评分评价临床疗效。行影像学检查，测量计算 Insall-Salvati 指数和髌骨长度，记录骨折影像学愈合时间。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 23.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 *t* 检验，组内时间点比较采用单因素方差分析；资料呈非正态分布时，采用非参数统计。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料采用秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期结果

所有患者均顺利完成手术，术中均无严重并发症发生。围手术期资料比较见表 2，缝线组手术时间、术中透视次数、术后 5 d 疼痛 VAS 评分、下地行走时间、住院时间均显著优于钢丝组 ($P < 0.05$)，两组切口总长度、术中失血量、切口愈合等级的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。早期并发症方面，缝线组无明显并发症；钢丝组出现 3 例手术切口愈合不良，持续肿胀、渗出，细菌培养阴性，经积极换药延迟拆线后愈合，无不良后果。

2.2 随访结果

所有患者术后获得 13~24 个月随访，平均 (18.3±3.8) 个月。随访过程中，缝线组无明显不良

反应；钢丝组出现 3 例钢丝切割骨道，予以辅助支具制动保护，未发生骨折复位丢失，但屈膝功能受限；2 例内固定激惹皮肤，明显活动痛，骨折愈合后行内固定取出后缓解；钢丝组后期有 16 例行二次手术取出钢丝内固定。

表 2. 两组患者围手术期资料比较
Table 2. Comparison of peroperative data between the two groups

指标	缝线组 (n=28)	钢丝组 (n=24)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	60.7±7.8	67.0±8.8	0.009
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	6.4±0.7	6.7±0.8	0.423
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	56.2±15.0	61.4±13.7	0.200
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	2.2±0.5	4.3±0.8	<0.001
术后 5 d 疼痛 VAS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)	4.5±0.9	5.5±0.8	<0.001
下地行走时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	2.2±0.6	3.0±0.7	<0.001
切口愈合等级 (例, 甲/乙/丙)	28/0/0	21/3/0	0.183
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	7.9±0.9	8.6±1.3	0.015

两组患者随访资料见表 3。缝线组恢复完全负重活动时间显著早于钢丝组 ($P < 0.05$)。随着时间推移，两组患者膝 ROM、Bostman 评分、Kujala 评分均显著增加 ($P < 0.05$)，而膝前痛 VAS 评分显著减小 ($P < 0.05$)。相应时间点，缝线组膝前痛 VAS 评分、膝 ROM、Kujala 评分均显著优于钢丝组 ($P < 0.05$)。术后 1 个月缝线组 Bostman 评分显著高于钢丝组 ($P < 0.05$)，而术后 3 个月和末次随访时两组间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

两组影像评估资料见表 4。随着时间推移，两组 Insall-Salvati 指数、髌骨长度无显著改变 ($P > 0.05$)；相应时间点，缝线组 Insall-Salvati 指数显著小于钢丝组 ($P < 0.05$)，而髌骨长度显著大于钢丝组 ($P < 0.05$)。缝线组影像学骨折愈合时间显著早于钢丝组 ($P < 0.05$)。两组患者典型病例影像见图 1、2。

3 讨论

髌骨下极为髌腱附着点，具有重要生物力学作用，尽管目前治疗髌骨下极粉碎性骨折方法众多，但要实现坚强固定，仍有很多困难和技术要求。Yang 等^[10]首次采用钢丝垂直间断捆扎技术固定髌骨下极粉碎性骨折取得满意临床疗效，术后出现 2 例内固定失效。研究表明，对于髌骨下极粉碎性骨折单一内固定方式并发症较多且容易发生内固定失败，因此推荐多种内固定方式相结合为主^[11]。国内外多位学者研究出多种改良垂直钢丝技术，包括与横向钢丝、带线

锚钉或边缘钢板联合固定，均取得良好效果^[7, 12, 13]。目前垂直钢丝改良技术已被多项研究证明可获得坚强固定和满意临床效果，但在临床应用中仍存在明显弊端，如钢丝切割、内固定激惹，以及二次手术增加的康复时间和费用。本研究中钢丝组术后膝关节功能恢复可，术后未出现内固定失效、骨折复位丢失。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

Table 3. Comparison of follow-up data between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	缝线组 (n=28)	钢丝组 (n=24)	P 值
完全负重活动时间 (周)	10.9±3.1	12.7±2.5	0.031
膝前痛 VAS 评分 (分)			
术后 1 个月	3.2±0.8	4.4±0.6	<0.001
术后 3 个月	1.9±0.9	2.6±0.6	0.002
末次随访	0.9±0.6	1.3±0.5	0.026
P 值	<0.001	<0.001	
膝 ROM (°)			
术后 1 个月	109.1±5.8	99.2±7.0	<0.001
术后 3 个月	125.5±6.5	119.1±6.7	<0.001
末次随访	131.4±7.8	125.5±8.0	0.010
P 值	<0.001	<0.001	
Bostman 评分 (分)			
术后 1 个月	23.1±1.4	20.9±1.7	<0.001
术后 3 个月	27.1±1.8	26.2±1.7	0.085
末次随访	29.2±1.1	28.8±1.5	0.535
P 值	<0.001	<0.001	
Kujala 评分 (分)			
术后 1 个月	79.9±4.2	75.5±3.5	<0.001
术后 3 个月	86.1±4.9	81.9±4.6	0.003
末次随访	94.2±2.7	92.3±2.9	0.017
P 值	<0.001	<0.001	

随着带线锚钉及缝线技术发展，髌骨下极骨折不再局限于金属固定。大量研究证实，带线锚钉缝合技术治疗髌骨下极粉碎性骨折获得了良好的骨愈合及临床疗效^[14-16]。Achudan 等^[17]改良经骨隧道缝合技术治疗同样获得了满意效果。Patel 等^[18]对钢丝和编织聚酯缝线治疗髌骨简单横行骨折进行生物力学测试，得出两者固定强度相当。Liang 等^[19]证实了 5#爱惜邦缝线可以代替钢丝固定髌骨骨折并取得更优的临床效果。许福生等^[20]采用 5#爱惜邦缝线间断垂直缝合固定髌骨下极粉碎性骨折获得满意临床疗效。总结以上研究得出，单纯带线锚钉和缝线技术可获得良好的临床效果，但术后早期均需行辅助外固定保护，限制

屈曲范围，不利于膝关节功能恢复。为加强单纯带线锚钉和缝线技术的固定强度，作者对钢丝技术进行了改良，采用缝线间断垂直 NICE 结固定（6 根缝线犹如“网兜样”兜住髌骨下极）代替钢丝捆扎固定，结合带线锚钉技术，术后无需制动，早期即可在康复医师指导下行康复锻炼。本研究结果表明，缝线组与钢丝组对比，有明显优势，笔者认为与以下几个方面有关：（1）6 根缝线均匀分布，有效避免应力集中导致切割，多个双缝线可以逐步（并交替地）收紧，同时对底层的骨折碎片进行调整和重新定位，最终实现最佳的复位^[21]；（2）NICE 结操作简单、逐渐滑动收紧、不会后移、张力强大、双触点，联合高强度缝线被广泛用于临床骨折复位固定^[22-24]。且缝线本身具有一定弹性，缝线的张力转换为骨折端的持续压力，更有利于骨折愈合；（3）缝线组织相容性好，无内固定激惹，且联合坚强固定允许早期功能锻炼，故膝关节功能恢复更佳。手术技巧：（1）利用 1.5 mm 尖端带孔克氏针过线技术，可有效减少手术时间和操作难度；（2）注意在垂直缝线捆扎固定前拧入 5.0 mm 带线锚钉且稍偏离中轴，以防拧入过程中锚钉进入骨道切割缝线导致缝线断裂。

表 4. 两组患者影像检查资料比较

Table 4. Comparison of imaging data between the two groups			
指标	缝线组 (n=28)	钢丝组 (n=24)	P 值
Insall-Salvati 指数 ($\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	0.96±0.1	1.08±0.1	<0.001
术后 3 个月	0.95±0.1	1.06±0.1	<0.001
末次随访	0.92±0.1	1.03±0.1	<0.001
P 值	0.251	0.169	
髌骨长度 (mm, $\bar{x} \pm s$)			
术后即刻	45.5±2.1	44.3±1.7	0.031
术后 3 个月	45.9±2.2	44.5±2.5	0.026
末次随访	46.2±1.4	44.6±1.7	<0.001
P 值	0.361	0.938	
影像愈合 [例 (%)]			
<12 周	19 (67.9)	9 (37.5)	0.036
12~16 周	9 (32.1)	13 (54.2)	
>16 周	0 (0.0)	2 (8.3)	

Verhulst 等^[25]研究发现，评估髌骨高度最可靠的方法是在传统 X 线片上测量 Insall-Salvati 指数，其正常平均值为 0.8~1.2。本研究影像学结果显示，两组患者不同时间点 Insall-Salvati 指数均无明显变化，说明随着时间推移，两组患者髌骨高度无明显变

化, 且均在文献报道正常值范围。而相应时间点, 钢丝组 Insall-Salvati 指数大于缝线组, 分析原因可能与

钢丝收紧过程中骨折端压缩以及髌骨下极形状改变, 导致髌骨长度变小有关。



图 1. 患者女性, 64 岁, 右髌骨下极粉碎性骨折, 行缝线联合固定。1a~1c: 术前影像检查显示右髌骨下极粉碎性骨折, 移位明显; 1d: 术后即刻右膝关节侧位 X 线片示骨折复位及锚钉位置良好; 1e: 末次随访时右膝关节侧位 X 线片示骨折愈合良好, 髌骨形态良好。

Figure 1. A 64-year-old female received combined suture fixation for comminuted fractures of the right inferior patellar pole. 1a~1c: Preoperative imaging examinations revealed a comminuted fractures of the right inferior patellar pole with obvious fragment displacement; 1d: Lateral radiograph immediate postoperatively presented good fractures reduction with the anchor in proper position; 1e: Lateral radiograph at the latest follow-up showed the fractures healed well with good patellar congruity.



图 2. 患者女性, 57 岁, 左髌骨下极粉碎性骨折, 行钢丝联合固定。2a: 术前左膝关节三维 CT 示左髌骨下极粉碎性骨折, 移位明显; 2b, 2c: 术后即刻正侧位 X 线片示骨折复位及内固定位置良好; 2d: 术后 1 年左膝关节侧位 X 线片示骨折愈合良好, 内固定无松动; 2e: 钢丝取出后左膝关节侧位 X 线片示骨折愈合及锚钉位置良好, 髌骨下极形态改变。

Figure 2. A 57-year-old female underwent steel wire fixation of comminuted fractures of the left patellar inferior pole. 2a: Preoperative three-dimensional CT reconstruction of the left knee showed comminuted fractures of the left patellar lower pole, with obvious displacement; 2b, 2c: Anteroposterior and lateral X-rays immediate postoperatively showed good fracture reduction with internal fixation implant in proper position; 2d: Lateral X-ray 1 year after surgery showed good fracture healing without loosening of internal fixation; 2e: Lateral radiograph after steel wire removed showed fracture healing with good anchor position, whereas with altered morphology of the inferior pole of the patella.

综上所述, 缝线垂直间断 NICE 结固定联合带线锚钉治疗髌骨下极粉碎性骨折临床疗效优于钢丝联合固定, 且手术时间短, 恢复快, 并发症少, 无需二次手术取出。但本研究也存在局限性, 纳入病例数量少, 缺乏长期随访结果, 还需要大样本临床研究及生物力学研究验证。

参考文献

- [1] Howatt J, Liew AS, Wilkin G. Patellar fractures: anatomy, mechanics, and surgical management [J]. J Bone Joint Surg Am, 2021, 9(27): 1-10. DOI: 10.2106/JBJS.20.01478.
- [2] Boström A. Fracture of the patella: A study of 422 patellar fractures [J]. Acta Orthop Scand Suppl, 1972, 143: 1-80. DOI: 10.310

- 9/ort.1972.43.suppl-143.01.
- [3] Chang CH, Shih CA, Kuan FC, et al. Surgical treatment of inferior pole fractures of the patella: a systematic review [J]. *J Exp Orthop*, 2023, 10 (1) : 58-69. DOI: 10.1186/s40634-023-00622-y.
- [4] Ma XY, Cui D, Liu B, et al. Treating inferior pole fracture of patella with hand plating system: first clinical results [J]. *Orthop Surg*, 2023, 15 (1) : 266-275. DOI: 10.1111/os.13539.
- [5] 潘明芒, 薛锋, 唐果, 等. 不同类型髌骨下极骨折的手术治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2016, 24 (8) : 745-747. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.08.15.
- Pan MM, Xue F, Tang G, et al. Surgical treatment of different types of fractures of the inferior pole of the patella [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2016, 24 (8) : 745-747. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2016.08.15.
- [6] Chang CH, Shih CA, Kuan FC, et al. Surgical treatment of inferior pole fractures of the patella: a systematic review [J]. *J Exp Orthop*, 2023, 10 (1) : 1-11. DOI:10.1186/s40634-023-00622-y.
- [7] 高翔, 刘辉, 郑吉湘, 等. 钢丝垂直间断缝合结合带线锚钉固定治疗髌骨下极粉碎性骨折 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2017, 19 (2) : 169-172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.02.015.
- Gao X, Liu H, Zheng JX, et al. Separate vertical wiring combined with anchor suture for comminuted fractures of the inferior patellar pole [J]. *Chinese Journal of Orthopedic Trauma*, 2017, 19 (2) : 169-172. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1671-7600.2017.02.015.
- [8] Zhu W, Xie K, Li X, et al. Combination of a miniplate with tension band wiring for inferior patellar pole avulsion fractures [J]. *Injury*, 2020, 51 (3) : 764-768. DOI: 10.1016/j.injury.2020.01.028.
- [9] Boileau P, Pennington SD, Alami G. Proximal humeral fractures in younger patients: fixation techniques and arthroplasty [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2011, 20 (2 Suppl) : S47-S60. DOI: 10.1016/j.jse.2010.12.006.
- [10] Yang KH, Byun YS. Separate vertical wiring for the fixation of comminuted fractures of the inferior pole of the patella [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2003, 85 (8) : 1155-1160. DOI: 10.1302/0301-620x.85b8.14080.
- [11] 刘晨东, 胡孙君, 张世民. 髌骨下极骨折手术治疗进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2023, 37 (1) : 115-119. DOI: 10.7507/1002-1892.202210021.
- Liu CD, Hu SJ, Zhang SM. Progress in surgical treatment of inferior patellar pole fractures [J]. *Chinese Journal of Reparative and Reconstructive Surgery*, 2023, 37 (1) : 115-119. DOI: 10.7507/1002-1892.202210021.
- [12] Yan SG, Li D, Cui Y, et al. Management of comminuted inferior patellar pole fractures with cerclage-wire-augmented separate vertical wiring: a retrospective clinical study [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2023, 143 (1) : 247-254. DOI: 10.1007/s00402-021-04034-4.
- [13] Cho JW, Kim J, Cho WT, et al. Comminuted inferior pole fracture of patella can be successfully treated with rim-plate-augmented separate vertical wiring [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2018, 138 (2) : 195-202. DOI: 10.1007/s00402-017-2807-7.
- [14] Kim KS, Suh DW, Park SE, et al. Suture anchor fixation of comminuted inferior pole patella fracture—novel technique: suture bridge anchor fixation technique [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2021, 141 (11) : 1889-1897. DOI: 10.1007/s00402-020-03671-5.
- [15] Anand A, Kumar M, Kodikal G. Role of suture anchors in management of fractures of inferior pole of patella [J]. *Indian J Orthop*, 2010, 44 (3) : 333-335. DOI: 10.4103/0019-5413.65149.
- [16] 张伟, 程安源, 夏平, 等. 带线锚钉“8”字缝合固定髌骨下极骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (2) : 167-170. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.02.15.
- Zhang W, Cheng AY, Xia P, et al. Anchor suture with figure of 8 stitch for fixation of patellar lower pole fractures [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (2) : 167-170. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.02.15.
- [17] Achudan S, Kwek EBK. A novel technique for supplementing transosseous suture repair of inferior pole patella fractures with a tension band [J]. *Indian J Orthop*, 2020, 54 (2) : 322-327. DOI: 10.1007/s43465-020-00151-1.
- [18] Patel VR, Parks BG, Wang Y, et al. Fixation of patella fractures with braided polyester suture: a biomechanical study [J]. *Injury*, 2000, 31 (1) : 1-6. DOI: 10.1016/s0020-1383(99)00190-4.
- [19] Liang Y, Hu J, Zhang P, et al. Clinical application of Kirschner wires combined with 5-Ethibond fixation for patella fractures [J]. *Front Surg*, 2023, 9: 1-7. DOI: 10.3389/fsurg.2022.968535.
- [20] 许福生, 夏平, 程安源, 等. 间断垂直缝合固定髌骨下极粉碎性骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30 (22) : 2087-2089. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.22.14.
- Xu FS, Xia P, Cheng AY, et al. Intermittent vertical mattresses suture for comminuted fractures of the lower patellar pole [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2022, 30 (22) : 2087-2089. DOI: 10.3977/j.issn.1005-8478.2022.22.14.
- [21] Chen M, Jin X, Fryhofer GW, et al. The application of the Nice knots as an auxiliary reduction technique in displaced comminuted patellar fractures [J]. *Injury*, 2020, 51 (2) : 466-472. DOI: 10.1016/j.injury.2019.12.005.
- [22] Boileau P, Alami G, Rumian A, et al. The doubled-suture Nice knot [J]. *Orthopedics*, 2017, 40 (2) : e382-e386. DOI: 10.3928/01477447-20161202-05.
- [23] Hill SW, Chapman CR, Adeeb S, et al. Biomechanical evaluation of the Nice knot [J]. *Int J Shoulder Surg*, 2016, 10 (1) : 15-20. DOI: 10.4103/0973-6042.174513.
- [24] Yin Z, Yan J, Ge D, et al. Comparison of double-strand braided polyester sutures tension band (Nice knot) with cable tension band in transverse patellar fractures [J]. *Injury*, 2021, 52 (10) : 3085-3090. DOI: 10.1016/j.injury.2021.06.005.
- [25] Verhulst FV, van Sambeek JDP, Olthuis GS, et al. Patellar height measurements: Insall-Salvati ratio is most reliable method [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2020, 28 (3) : 869-875. DOI: 10.1007/s00167-019-05531-1.

(收稿:2023-07-24 修回:2023-12-21)

(同行评议专家: 侯存强, 方诗元, 杨家赵)

(本文编辑: 郭秀婷)