

· 临床论著 ·

开放获取

双锚钉联合穿骨缝线固定髌骨下极粉碎骨折[△]叶青合¹, 栾婕², 王雅馨², 朱洪勋¹, 冯志¹, 赵强^{1*}

(1. 临沂市人民医院, 山东临沂 276003; 2. 康复大学青岛中心医院, 山东青岛 266042)

摘要: [目的] 比较双锚钉联合纵向穿骨缝线与张力带钢丝联合环扎固定髌骨下极粉碎性骨折的临床疗效。[方法] 回顾性分析 2021 年 2 月—2023 年 8 月在本院手术治疗的 41 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, 20 例采用双锚钉联合纵向穿骨缝线 (缝合组), 21 例采用张力带钢丝联合环扎固定 (张力带组)。比较两组围手术期、随访及影像资料。[结果] 两组在手术时间、切口长度、术中出血量、住院时间等方面差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但缝合组术中透视次数 [(2.6±0.6) 次 vs (4.7±1.1) 次, $P<0.001$] 和术后 3 d VAS 评分 [(3.1±0.6) vs (4.8±0.7), $P<0.001$] 均显著优于张力带组。平均随访时间 (14.6±1.9) 个月, 两组骨折临床愈合时间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随术后时间推移, 两组膝 AKPS 评分、Bostman 评分及膝 ROM 显著改善 ($P<0.05$)。缝合组术后 1 个月的 AKPS 评分 [(79.7±1.7) vs (73.7±1.7), $P<0.001$]、Bostman 评分 [(22.6±1.4) vs (20.8±1.6), $P=0.021$]、膝 ROM [(92.0±7.2)° vs (85.7±6.3)°, $P=0.006$] 以及术后 3 个月 AKPS 评分 [(86.5±1.5) vs (84.5±2.5), $P=0.004$] 均显著优于张力带组, 影像方面, 与术前相比, 术后两组关节面对合均显著改善 ($P<0.05$), 但是两组相应时间点的关节面对合、Insall-Salvati 指数及骨折影像愈合等方面差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。[结论] 双锚钉联合纵向穿骨缝线固定治疗髌骨下极粉碎性骨折临床疗效优于张力带钢丝联合环扎固定, 且恢复快, 并发症少, 无需二次手术取出。

关键词: 髌骨下极粉碎性骨折, 锚钉, 缝线, 张力带钢丝

中图分类号: R683.42

文献标志码: A

文章编号: 1005-8478 (2025) 07-0584-07

Double anchors combined with longitudinal transosseous sutures for comminuted patellar inferior pole fractures // YE Qing-he¹, LUAN Jie², WANG Ya-xin², ZHU Hong-xun¹, FENG Zhi¹, ZHAO Qiang¹. 1. Linyi People's Hospital, Linyi 276003, China; 2. Central Hospital of Qingdao City, Rehabilitation University, Qingdao 266042, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical efficacy of double anchors combined with longitudinal transosseous sutures (DA-TOS) versus tension band combined with wire loop (TB-WL) for fixation of comminuted patellar inferior pole fractures. [Methods] A retrospective study was done on 41 patients who received surgical treatment for comminuted patellar inferior pole fractures in our hospital from February 2021 to August 2023. According to preoperative surgeon-patient discussion, 20 patients received DA-TOS, while other 21 patients underwent TB-WL. The perioperative, follow-up and imaging data of the two groups were compared. [Results] There were no significant differences in operation time, incision length, intraoperative blood loss and hospital stay between the two groups ($P>0.05$). However, the DA-TOS group proved significantly superior to the TB-WL group in terms of number of intraoperative fluoroscopy [(2.6±0.6) vs (4.7±1.1), $P<0.001$] and VAS score 3 days after surgery [(3.1±0.6) vs (4.8±0.7), $P<0.001$]. The mean follow-up time was of (14.6±1.9) months, and there was no significant difference in clinical healing time between the two groups ($P>0.05$). The AKPS score, Bostman score and knee ROM in both groups were significantly increased over time ($P<0.05$). The DA-TOS group was significantly better than the TB-WL group in terms of AKPS score [(79.7±1.7) vs (73.7±1.7), $P<0.001$], Bostman score [(22.6±1.4) vs (20.8±1.6), $P=0.021$], knee ROM [(92.0±7.2)° vs (85.7±6.3)°, $P=0.006$] 1 month after surgery, and AKPS score [(86.5±1.5) vs (84.5±2.5), $P=0.004$] 3 months postoperatively, whereas which were not significantly different between the two groups at the remaining time points ($P>0.05$). As for imaging, the joint congruence in both groups improved significantly after operation ($P<0.05$), but there were no significant differences regarding to joint congruence, Insall-Salvati index and fracture imaging healing between the two groups ($P>0.05$). [Conclusion] Double anchors combined with longitudinal transosseous sutures take benefits of faster recovery, less complications and no need for a second operation to remove implant over the tension band combined with wire loop for fixation of comminuted patellar inferior pole fractures.

Key words: comminuted patellar inferior pole fractures, anchor, suture, tension band wire

DOI:10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.110685

[△]基金项目: 山东省中医药科技项目面上项目 (编号: M-2023346T)

作者简介: 叶青合, 主治医师, 研究方向: 中西医结合骨科, (电子信箱) 1134723754@qq.com

* 通信作者: 赵强, (电话) 0539-8038593, (电子信箱) zhuoer889@163.com

髌骨骨折约占成人全身骨折的 1%^[1]，髌骨下极骨折是发生在髌骨远端 1/4 的一种特殊类型的髌骨骨折，占有髌骨骨折的 5%~22.4%^[2]。髌骨下极可有效加强股四头肌力臂，维持伸膝装置完整，在膝关节伸肌机制中起着至关重要的作用，所以髌骨下极骨折后恢复伸膝装置的完整性显得尤为重要。目前临床上对于髌骨下极骨折的治疗以手术为主，除严重粉碎无法复位固定的髌骨下极骨折外，主张仍以切开复位内固定为主，包括克氏针或空心螺钉联合垂直钢丝、微型接骨板、聚髌器、锚钉、强力缝线固定等^[3, 4]。但金属内固定植入物会出现软组织激惹，且需要二次取出，增加了手术次数和治疗费用，也增加了医保的负担。

临床上对于髌骨下极粉碎性骨折的手术治疗尚未形成统一认识，关于双锚钉联合纵向穿骨缝线固定治疗髌骨下极骨折的文献报道相对较少。本研究回顾性分析了 2021 年 2 月—2023 年 8 月在本院使用双锚钉联合纵向穿骨缝线治疗髌骨下极粉碎性骨折的临床疗效，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>18 岁；(2) 单侧初次新鲜闭合性骨折；(3) 经 X 线片或 CT 等影像学检查证实为髌骨下极粉碎性骨折，且移位>2 mm 需手术治疗者。

排除标准：(1) 开放性骨折或病理性骨折；(2) 损伤部位合并严重感染性病变；(3) 合并其他部位骨折或脏器损伤需要处理者；(4) 伤前膝关节有畸形或退行性变严重疼痛并功能障碍明显者；(5) 合并严重内科疾病者；(6) 随访时间<12 个月；(7) 临床资料不全者。

1.2 一般资料

回顾性分析 2021 年 2 月—2023 年 8 月在临沂市人民医院收治的髌骨下极粉碎性骨折患者的临床资料，共 41 例符合上述标准，纳入本研究。根据术前医患沟通结果，20 例采用双锚钉联合纵向穿骨缝线固定（缝合组），21 例采用张力带钢丝联合环扎固定（张力带组）。两组年龄、性别、伤侧、体重指数、伤因、术前等待时间及 AO/OTA 分型等一般资料差异无统计学意义（ $P>0.05$ ）（表 1）。本研究通过临沂市人民医院伦理委员会审核批准（编号：202102-H-029），所有患者均知情同意。

表 1. 两组患者一般资料比较			
Table 1. Comparison of preoperative general data between the two groups			
指标	缝合组 (n=20)	张力带组 (n=21)	P 值
年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	51.1±12.1	55.5±14.0	0.294
性别 (例, 男/女)	13/7	14/7	0.910
侧别 (例, 左/右)	8/12	9/12	0.853
BMI (kg/m^2 , $\bar{x} \pm s$)	23.0±1.7	22.7±1.4	0.605
致伤原因 (例, 摔伤/车祸)	16/4	17/4	0.939
术前等待时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	1.5±0.7	2.8±4.7	0.234
AO/OTA 分型 (例, 34A1/34C1)	8/12	10/11	0.623

1.3 手术方法

缝合组：行膝关节前方纵向切口，长 8~10 cm。显露骨折断端，清理血肿及夹杂的软组织（图 1a）。自髌骨近折端内侧 1/3、中间及外侧 1/3 用直径 2.0 mm 克氏针紧贴关节软骨面向髌骨上极钻孔，用腰穿针分别引导穿入骨道 3 根编织聚酯 Ethicon 缝线，自髌骨上极穿出。缝线远端紧贴髌骨下极，自腱骨结合部，从髌腱后方向前方穿出，备用（图 1b）。于髌骨近折端，贴近关节面置入 2 枚 3.5 mm 聚醚醚酮（PEEK）带线锚钉，锚钉尾部埋入骨质，锚钉尾线引入髌骨下极向下自髌韧带腱骨结合部出针（图 1c），交替均匀收紧锚钉尾线和 3 根编织聚酯缝线，复位骨折，并用复位钳临时固定，透视证实骨折复位满意。2 根锚钉尾线依次用 Krackow 缝合法向下缝合至髌腱中下部后穿过髌韧带，两两打结固定（图 1d），最后再次收紧 3 根编织聚酯缝线并打结固定（图 1e）。1 号强生可吸收线修复髌韧带扩张部，术中屈曲膝关节至 100° 以上见骨折稳定无移位，再次 C 形臂 X 线机透视满意后冲洗缝合。

张力带组：将骨折复位后，巾钳临时固定，透视确认骨折复位满意，取 2 根直径 2.0 mm 克氏针沿髌骨纵轴，自髌骨下极髌韧带两侧向上极平行穿出，穿出上极时用骨剥稍压股四头肌的肌腱，将钢丝套在 2 根克氏针两端，髌前呈“8”字拧紧。再用钢丝绕髌骨周缘 1 圈，尽可能靠近髌骨边缘和股四头肌和髌腱下方的缝合带，可减少不适和股四头肌抑制，均匀收紧钢丝固定。

术后常规预防感染、镇痛及抗凝治疗，术后早期行功能锻炼，股四头肌等长收缩、踝泵、下肢直腿抬高及膝关节屈伸锻炼，术后 4~6 周逐步完全负重并进一步膝关节屈伸功能锻炼。

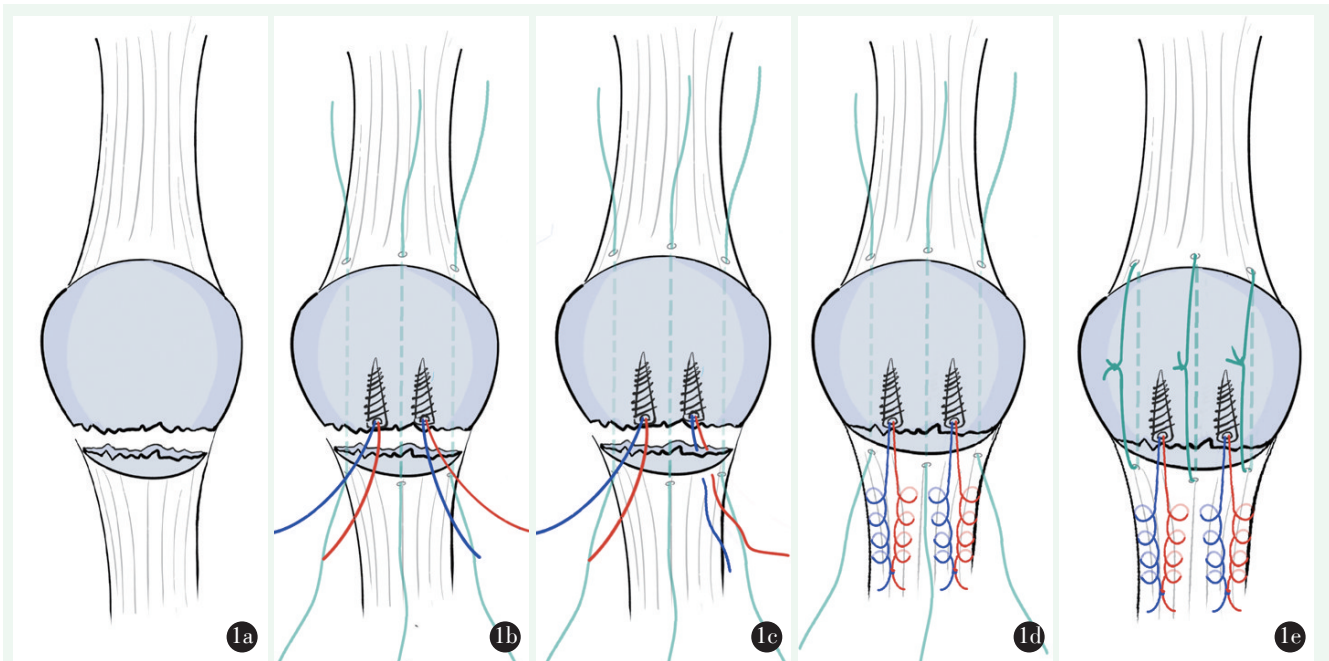


图 1. 双锚钉联合穿骨缝线固定髌骨下极粉碎性骨折示意图。1a: 显露髌骨下极粉碎性骨折, 清创; 1b: 在髌骨近折端钻 3 个骨道, 引入 3 条 Ethicon 缝线, 置入 2 枚锚钉; 1c: 穿骨缝线和锚钉尾线分别经髌骨下极腱-骨交界处, 由后向前穿出髌韧带; 1d: 复位骨折, 锚钉尾线 Krackow 法缝合至髌韧带远端, 两两打结固定; 1e: 收紧穿骨聚酯缝线打结固定。

Figure 1. Schematic diagram of double anchors combined with transosseous sutures for fixation of comminuted patellar inferior pole fractures. 1a: Expose and debride the comminuted patellar inferior pole fractures; 1b: Drill 3 bone tunnels on the proximal fracture end of the patella, and introduce 3 Ethicon sutures, then place 2 anchors; 1c: Pass the transosseous sutures and anchor sutures posterior-anterior through the patellar ligament at the tendon-bone junction, respectively; 1d: Reduce the fractures, stitch the patellar tendon with the anchor sutures distally by Krackow method and tie the sutures in pairs; 1e: Tighten the transosseous sutures and tie them to secure.

1.4 评价指标

记录两组患者围手术期资料, 包括手术时间、切口长度、术中出血量、术中透视次数、术后 3 d 患者疼痛 VAS 评分及住院时间, 同时记录早期并发症发生情况。采用 Kujala 评分膝关节前侧疼痛评分 (anterior knee pain scale, AKPS), Bostman 功能评分和膝伸-屈活动度 (range of motion, ROM) 评价患者临床状态。行影像检查, 评价关节面平整度, 优为解剖对合, 良为移位 $<2\text{ mm}$, 可为移位 $2\sim4\text{ mm}$, 差为移位 $\geq 4\text{ mm}$ 。测量 Insall-Salvati 指数, 记录骨折影像愈合时间。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件处理数据。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; 组内时间点间比较采用单因素方差分析; 资料呈非正态分布时, 采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用秩和检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期结果

两组患者均顺利完成手术, 两组围术期资料详见表 2。两组患者在手术时间、切口长度、术中出血量、住院时间等方面差异均无统计学意义 ($P>0.05$), 但缝合组术中透视次数及术后 3 d 膝关节 VAS 评分均显著优于张力带组 ($P<0.05$)。张力带组术后出现 1 例切口愈合不良, 细菌培养为阴性, 多次换药后皮肤愈合, 另外出现 1 例浅表皮肤感染, 应用抗生素治疗及多次换药后皮肤愈合。

表 2. 两组患者围手术期资料 ($\bar{x} \pm s$) 比较			
Table 2. Comparison of perioperative documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	缝合组 ($n=20$)	张力带组 ($n=21$)	P 值
手术时间 (min)	58.0 $\pm$ 11.1	59.5 $\pm$ 13.0	0.691
切口长度 (cm)	6.4 $\pm$ 0.5	6.6 $\pm$ 0.5	0.331
术中出血量 (mL)	30.5 $\pm$ 14.4	28.5 $\pm$ 13.6	0.662
术中透视次数 (次)	2.6 $\pm$ 0.6	4.7 $\pm$ 1.1	<0.001
术后 3 d VAS 评分 (分)	3.1 $\pm$ 0.6	4.8 $\pm$ 0.7	<0.001
住院时间 (d)	6.0 $\pm$ 1.7	6.0 $\pm$ 1.5	0.854

2.2 随访结果

所有患者获得了 12.5~19.5 个月的随访，平均 (14.6±1.9) 个月。随访资料见表 3。两组骨折临床愈合时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。随访过程中，两组膝关节 AKPS 评分、Bostman 评分及膝伸-屈 ROM 随着时间推移均显著增加 ($P<0.05$)，缝合组在术后 1 个月时膝关节 AKPS 评分、Bostman 评分、膝伸-屈 ROM 及术后 3 个月时的膝关节 AKPS 评分均显著优于张力带组 ($P<0.05$)，但其他时间节点两组间差异无统计学意义 ($P>0.05$)。张力带组 1 例出现钢丝断裂并克氏针固定失效，拔除克氏针后支具保护 2 周，1 例出现骨折延迟愈合，药物治疗后顺利愈合，均无不良后果发生。

表 3. 两组患者随访资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较			
Table 3. Comparison of follow-up documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	缝合组 ($n=20$)	张力带组 ($n=21$)	P 值
骨折临床愈合时间 (周)	12.4±2.2	11.9±2.0	0.461
膝关节 AKPS 评分 (分)			
术后 1 个月	79.7±1.7	73.7±1.7	<0.001
术后 3 个月	86.5±1.5	84.5±2.5	0.004
末次随访	95.0±1.7	94.6±1.5	0.457
P 值	<0.001	<0.001	
Bostman 评分 (分)			
术后 1 个月	22.6±1.4	20.8±1.6	0.021
术后 3 个月	27.4±1.5	27.0±1.4	0.329
末次随访	28.9±1.1	28.5±1.5	0.316
P 值	<0.001	<0.001	
膝伸-屈 ROM (°)			
术后 1 个月	92.0±7.2	85.7±6.3	0.006
术后 3 个月	124.0±7.5	123.6±7.2	0.870
末次随访	134.0±4.7	131.9±5.7	0.213
P 值	<0.001	<0.001	

2.3 影像评估

两组患者影像资料结果见表 4，术后两组患者关节面对合均较术前明显改善 ($P<0.05$)，但两组间在关节面对合、Insall-Salvati 指数及骨折影像愈合等方面差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。缝合组典型病例影像见图 2。

3 讨论

髌骨下极粉碎骨折治疗目标是恢复伸膝装置的完

整性和稳定性，尽可能实现解剖复位，从而便于早期有效的康复训练，减少骨折并发症的发生^[5, 6]。如果不能实现这些目标，可能会导致早发性髌股关节炎，表现为活动能力下降，最终出现僵硬和持续的膝关节疼痛。因此，治疗髌骨下极粉碎性骨折是一个具有挑战性的临床问题^[7]，目前临床上对髌骨下极粉碎性骨折的治疗方法尚无共识^[8]，其手术方法逐渐多样化，包括克氏针张力带固定、环扎钢丝固定、螺钉固定、锚钉固定、缝合固定、髌骨下极切除术等。切除髌骨下极可能增加膝运动时股四头肌的负荷，会导致长期不良反应，同时髌骨下极切除后需要通过腱骨愈合，因此，主张固定已成为一种共识^[9, 10]。

表 4. 两组患者影像资料 ($\bar{x} \pm s$) 与比较			
Table 4. Comparison of imaging documents between the two groups ($\bar{x} \pm s$)			
指标	缝合组 ($n=20$)	张力带组 ($n=21$)	P 值
关节面对合 (例, 优/良/可/差)			
术前	0/0/1/19	0/0/1/20	0.972
术后第 2 d	19/1/0/0	19/1/1/0	0.614
末次随访	19/1/0/0	19/1/1/0	0.614
P 值	<0.001	<0.001	
Insall-Salvati 指数 ($\bar{x} \pm s$)			
术后第 2 d	1.0±0.8	1.0±0.1	0.869
末次随访	1.0±0.7	1.0±0.3	0.752
P 值	0.221	0.243	
骨折影像愈合 [例 (%)]			
<10 周	1 (5.0)	0	0.402
10~14 周	16 (80.0)	19 (90.5)	
≥14 周	3 (15.0)	2 (9.5)	

采用分离式垂直钢丝技术固定髌骨下极骨折的临床经验已超过 20 年^[11]，生物力学及临床疗效均满意。垂直钢丝的数量取决于下极碎片粉碎的严重程度，对于严重粉碎骨折，建议使用环扎线或不可吸收缝线进行加固，尤其是老年患者，以实现稳定固定和早期活动^[12]。因为髌骨下极骨折多伴有粉碎骨块，单独的垂直钢丝技术或张力带很难在允许早期活动的情况下实现膝关节伸肌机制的足够稳定和良好恢复，需要术中辅助其他技术固定或术后辅助短时间的固定^[13]。尽管已有各种手术方法报道用于治疗粉碎性髌骨骨折，但即使在切开复位后，冠状分裂关节碎片的稳定固定仍然具有挑战性^[14]。所以，在单纯垂直钢丝或张力带钢丝固定的基础上，进行技术的改良或

有机组合显得更有必要。Song 等^[12]采用独立钢丝垂直技术结合 Krachow 缝合技术实现粉碎性骨折块的有效固定,但是钢丝可能会发生断裂松动。Yan 等^[15]应用改良的环扎线增强分离垂直钢丝技术取得满意结果,放射学检查未见复位丢失、内固定物断裂或不愈

合,但有 2 例患者出现膝关节屈曲部分受限。张力带钢丝等金属内固定物的最大缺点在于不适用于小而粉碎的骨块,克氏针可能刺穿皮肤并引起疼痛性感染,通常需要二次手术取出克氏针等。

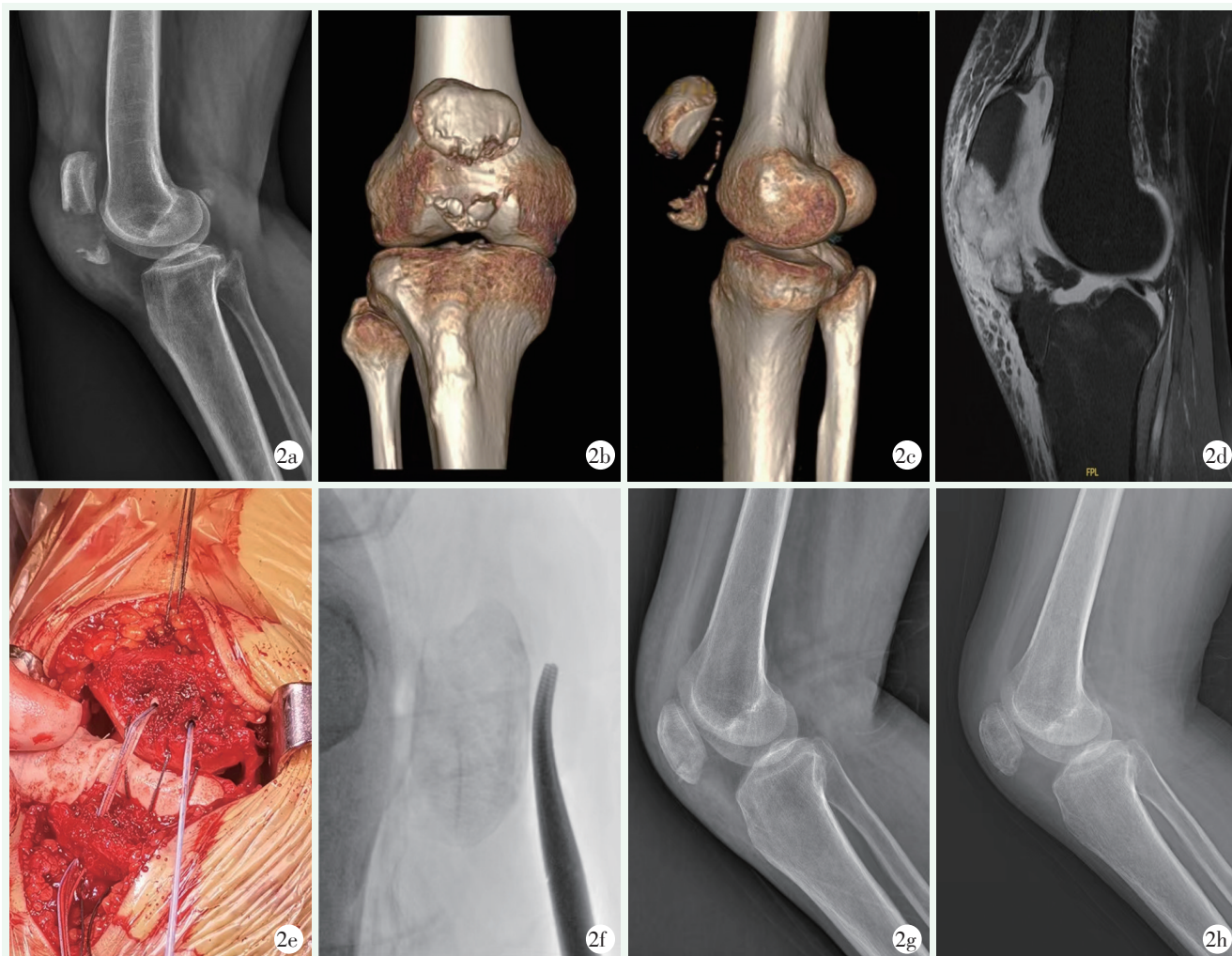


图 2. 患者女性,54 岁,右髌骨下极粉碎性骨折,行双锚钉联合纵向穿骨缝线固定。2a~2d: 术前影像检查显示右髌骨下极粉碎性骨折,移位明显;2e: 术中近折端布置垂直穿骨缝线和锚钉;2f: 术中骨折复位及固定后透视影像;2g: 术后即刻右膝关节侧位 X 线片示骨折复位良好;2h: 末次随访时右膝关节侧位 X 线片示骨折愈合良好。

Figure 2. A-54 years-female received double anchors combined with longitudinal transosseous sutures for fixation of comminuted patellar inferior pole fractures of the right knee. 2a~2d: Preoperative images revealed comminuted patellar inferior pole fractures of the right knee with obvious displacement; 2e: Intraoperative placement of the vertical transosseous sutures and anchors; 2f: Intraoperative fluoroscopic findings after fracture reduction and fixation; 2g: Lateral radiograph immediately postoperatively presented good fractures reduction; 2h: Lateral radiograph at the latest follow-up showed the fractures healed well.

早在 2000 年一项关于编织缝线固定髌骨骨折的生物力学研究报告称,编织聚酯缝线的固定质量与钢丝相当,可提供足够的稳定性,以承受术后康复期间可能遇到的载荷^[16]。对于髌骨粉碎性骨折使用高强度缝线的改良张力带具有令人满意的临床经验,并且术后并发症更少。他们最终得出结论,FiberWire 张力带可以代替当代金属张力带修复髌骨骨折^[17]。在

一项系统综述中,比较 Krackow 经骨缝合和单独垂直缝合技术,并评估辅助固定是否影响骨愈合,结果显示,使用两种技术固定髌骨下极骨折均可取得满意且相似的临床结果,证实了 Krackow 缝合和垂直缝合技术在确保固定疗效的前提下可如期获得良好的骨愈合^[18]。应用高强度缝线经骨缝合内固定术联合全缝线环扎加固技术,对股四头肌几乎没有刺激,并且提

供强大的允许术后早期活动范围的固定^[19]。

缝合锚最初用于修复肩袖损伤,近年来在外科手术中的应用越来越普遍。锚的缝合线由超高分子量聚乙烯纤维组成,具有高强度和耐磨损等优点。基于生物材料的特性,缝线锚钉分为金属、可生物降解、生物稳定(聚醚醚酮, PEEK)、生物复合材料(β -TCP)等。缝线锚钉技术具有保留髌骨下极骨折块、无需取出内固定物、骨-骨愈合及腱-骨愈合、不需拔出克氏针等优点^[20]。张伟等^[21]应用带线锚钉缝合技术治疗38例髌骨下极粉碎性骨折获得了良好的膝关节功能恢复和骨折愈合,优良率达到97.4%。Duan等^[22]对14例患者采用克氏针张力带联合锚钉十字绣技术治疗髌骨下极粉碎性骨折,达到解剖复位,提供坚强固定,恢复膝关节伸展活动度,取得了良好的效果。同样,在一项52例髌骨下极粉碎性骨折的缝线垂直间断NICE结固定联合带线锚钉的临床研究中,缝线组显示出巨大的疗效优势^[23]。应用单枚锚钉行Krackow“8”字缝线固定技术治疗髌骨远端骨折,可显著缩短切口长度,在术后并发症、膝关节功能方面获得更好的结局,无需二次手术^[5]。

但是,传统的锚技术无法单独为骨折端提供足够的稳定性,患者术后通常需要支具保护。36例髌骨下极骨折应用新型双排锚钉缝合桥技术缝合固定^[24],结果显示其具有术中完整保留下极碎片、骨折复位满意、固定牢固、满足患者术后早期下床活动的要求等多种效果,所有患者均无切口感染、皮瓣坏死、神经损伤等并发症,早期通常需要辅助短时间的固定保护。

而PEEK锚钉由通过双酚的二烷基化获得的聚合物制成,作为生物稳定类的缝线锚钉,PEEK植入物测试了细胞毒性、免疫原性和致突变反应,并得出结论认为PEEK生物材料具有有效的惰性,其弹性模量与皮质骨相似。基于这些特性,PEEK材料提供了强大的固定特性,且不会因聚合物降解而产生不良局部反应^[25]。

本技术要点主要有:(1)使用2.0 mm克氏针等分髌骨骨隧道,骨隧道远端紧贴髌骨关节面上方,隧道斜向髌骨上端由近端髌骨体表面穿出,缝线远端由圆针引导至髌韧带腱骨结合部稍远端,以确保垂直缝线打结时有足够的强度,且3根缝线依次收紧打结,保证3根缝线受力均匀;(2)2枚PEEK锚钉对称布置到髌骨体部靠近关节面处,需要旋拧到足够的深度,以获得最大的把持力。对于骨质相对疏松的患者,可将螺钉拧得更深,以增加锚的把持力;(3)2

根锚钉尾线依次用Krackow缝合法向下缝合至髌腱中下部后穿过髌韧带收紧打结。

本技术采用高强度缝线,3根纵行的高强度线分布均匀,可实现最佳固定、早期活动和术后负重,骨隧道缝线靠近髌骨下极的骨折端,这些定位差异可能会改善生物力学环境。Fan等^[26]通过对分离垂直钢丝技术和糖果盒技术钢丝位置的有限元分析,也证实了这一点。另外本研究使用了抗拔出力强、软组织和骨反应最小的PEEK(聚醚醚酮)材质的锚钉,PEEK相对于金属有更好的生物组织相容性,尤其对于骨质疏松症或其他代谢性骨疾病的患者,为了增加固定强度和锚合力,减少松动失效,所以笔者认为可以优先考虑使用PEEK锚钉。该方法在保证足够固定强度的前提下,不损害髌骨血供,同时最大程度减少患者的不适和异物刺激,避免二次手术取出,降低了治疗费用。

本研究的局限性:(1)该研究是回顾性研究,且样本量较小,导致证据等级和统计效能明显降低;(2)随访时间较短,没有获得中长期结果,术后并发症的发生率仍需进一步随访;(3)无法提供实际膝关节力量或髌股关节体征的长期体格检查结果。双锚钉联合纵向穿骨缝线是治疗髌骨下极粉碎骨折的一种可靠和安全的选项,但仍需大样本、多中心、前瞻性随机对照实验进一步验证。

利益冲突声明 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 叶青合:课题设计、实施研究、采集数据、论文写作;栾婕、王雅馨:统计分析、分析和解释数据;朱洪勋:实施研究、采集数据;冯志:行政、技术或材料支持、指导、支持性贡献;赵强:获取研究经费、文章审阅

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, 103: 2237-2246. DOI: 10.2106/JBJS.20.01478.
- [2] Kadar A, Sherman H, Drexler M, et al. Anchor suture fixation of distal pole fractures of patella: twenty-seven cases and comparison to partial patellectomy [J]. Int Orthop, 2016, 40 (1): 149-154. DOI: 10.1007/s00264-015-2776-9.
- [3] 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.
- [4] 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. DOI: 10.1186/s40634-023-00622-y.
- [5] Xie J, Fu Y, Li J, et al. Anchor and Krackow-"8" suture for the fixation of distal pole fractures of the patella: comparison to Kirschner wire [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (2) : 374-382. DOI: 10.1111/os.13124.
- [6] Alley MC, Kain M, Mitchell S, et al. Anterior hook plating of patella fractures: a biomechanical analysis and clinical series [J]. *J Orthop Trauma*, 2023, 37 (6) : e258-e263. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002565.
- [7] Du B, Ma T, Bai H, et al. Efficacy comparison of Kirschner-Wire tension band combined with patellar cerclage and anchor-loop plate in treatment of inferior patellar Pole fracture [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2022, 10: 1010508. DOI: 10.3389/fbioe.2022.1010508.
- [8] 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) : 1889-1197. DOI: 10.1007/s00402-020-03671-5.
- [9] O'donnell r, lemme nj, marcaccio s, et al. Suture anchor versus transosseous tunnel repair for inferior pole patellar fractures treated with partial patellectomy and tendon advancement: a biomechanical study [J]. *Orthop J Sports Med*, 2021, 9 (8) : 23259671211022245. DOI: 10.1177/23259671211022245.
- [10] Gao Z, Long N, Yao K, et al. A novel technique for the treatment of inferior pole fractures of the patella: a preliminary report [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (11) : 3092-3099. DOI: 10.1111/os.13518.
- [11] 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: 10.3349/ymj.2014.55.3.785.
- [12] Song HK, Yoo JH, Byun YS, et al. Separate vertical wiring for the fixation of comminuted fractures of the inferior pole of the patella [J]. *Yonsei Med J*, 2014, 55 (3) : 785-791. DOI: 10.3349/ymj.2014.55.3.785.
- [13] Liu CD, Hu SJ, Chang SM, et al. Tension-band wiring through a single cannulated screw combined with suture anchors to treat inferior pole fracture of the patella [J]. *Injury*, 2023, 54 (4) : 1203-1209. DOI: 10.1016/j.injury.2023.02.005.
- [14] Yang KH, Cho H, Kim D, et al. Articular fragment detachment and separate fixation for the treatment of comminuted patellar fractures with coronal split articular fragments: articular detachment technique [J]. *Clin Orthop Surg*, 2024, 16 (3) : 357-362. DOI: 10.4055/cios23302.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] Ponnamaneni D, Mangal R, Stead TS, et al. Patellar fracture repair using fiber wire [J]. *Cureus*, 2023, 15 (8) : e44282. DOI: 10.7759/cureus.44282.
- [18] Kim KI, Kim JH, Son G. Comparison of fixation methods between transosseous pull-out suture and separate vertical wiring for inferior pole fracture of patella: a systematic review and meta-analysis [J]. *J Orthop Trauma*, 2024, 38 (2) : e63-e70. DOI: 10.1097/BOT.0000000000002725.
- [19] Pongpak B, Bradley W, Fossum BA, et al. Treatment of unfixable inferior pole fractures of the patella using an all-suture internal fixation technique [J]. *Clin Orthop Surg*, 2024, 16 (2) : 168-172. DOI: 10.4055/cios23111.
- [20] Shi LJ, Wu CC. Double-pulley combined with suture bridge technique for fixation of comminuted fractures of distal patella pole [J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2023, 36 (3) : 247-250. DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2023.03.010.
- [21] 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.
- 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.
- [22] Duan S, Zhang H, Liang H, et al. Study on the therapeutic effect of Kirschner wire tension band combined with anchor cross-stitch technique in the treatment of comminuted patellar inferopolar fractures [J]. *PLoS One*, 2024, 19 (5) : e0302839. DOI: 10.1371/journal.pone.0302839.
- [23] 汤俊峰, 孙良业, 凤晓翔, 等. 髌骨下极粉碎性骨折两种内固定的比较 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2024, 32 (14) : 1279-1284. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100520.
- Tang JF, Sun LY, Feng XX, et al. Comparison of two internal fixation techniques for comminuted fractures of the patellar inferior pole [J]. *Orthopedic Journal of China*, 2024, 32 (14) : 1279-1284. DOI: 10.20184/j.cnki.Issn1005-8478.100520.
- [24] Chen B, Wang Z, Qu X, et al. A novel suture bridge anchor fixation technique to treat inferior pole fractures of patella: A retrospective clinical study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2023, 102 (26) : e34106. DOI: 10.1097/MD.00000000000034106.
- [25] Pandey V, Madi S. A retrospective study on the efficacy, safety, and clinical and radiological outcomes of PEEK anchors (CEPTRE® Knotted Suture Anchor and VIPOK® Knotless Anchor) in the treatment of rotator cuff repairs [J]. *Cureus*, 2023, 15 (11) : e48632. DOI: 10.7759/cureus.48632.
- [26] Fan W, Dang S, Tan X, et al. Computational evaluation of wire position using separate vertical wire technique and candy box technique for the fixation of inferior pole patellar fractures: a finite element analysis [J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2024, 12: 1353901. DOI: 10.3389/fbioe.2024.1353901.

(收稿:2024-09-18 修回:2024-10-30)

(同行评议专家:王建东, 杨伟毅)

(本文编辑: 闫承杰)