doi:10.11659/jjssx.08E024082

·综 述·

经骨隧道技术治疗髌骨下极骨折的研究进展

汪训进,刘 拴 (武汉科技大学附属天佑医院关节骨科,湖北 武汉 430064)

[**摘 要**] 髌骨下极骨折因骨折块小且多,实现精准复位及牢靠固定是骨科手术的难点。随着众多外科医生的探索及验证,经骨隧道技术在髌骨下极骨折治疗中展现出重要的临床价值与应用前景。该技术通过构建骨性通道,提供固定支点,目前已衍生出多种术式,包括经骨隧道高张力线或钢丝固定、联合钛揽/钢丝张力带、聚髌器、带线锚钉、边缘钢板等。临床实践证实,这些手术方式均能有效维持骨折复位的稳定性,具有良好的临床效果。本文就经骨隧道技术治疗髌骨下极骨折的研究进展作一综述,为临床术式的选择提供参考。

[**关键词**] 髌骨下极骨折;骨隧道;聚髌器;带线锚钉;边缘钢板

[**中图分类号**] R683.42 [**文献标志码**] A [**收稿日期**] 2024-08-22

Research progress of transosseous tunnel technique in the treatment of inferior pole fracture of the patella

WANG Xun-jin, LIU Shuan (Department of Joint Orthopedics, Tianyou Hospital Affiliated to Wuhan University of Science and Technology, Wuhan Hubei 430064, China)

Abstract: Due to the small and numerous fracture fragments, achieving precise reduction and reliable fixation is a difficult point in orthopedic surgery for inferior pole fracture of the patella. With the exploration and verification of numerous surgeons, transosseous tunnel

[**通信作者**] 刘 拴,E-mail:897138981@qq.com

而佩戴双层手套可以降低微穿孔的发生率。然而,本研究亦存在一定不足,仅选取右优势手医护人员使用的灭菌外科手套为研究对象,未对左优势手医护人员使用的灭菌外科手套进行研究,且样本量较小,可能会导致结果产生偏倚,为明确皮肤性病科手术使用灭菌外科手套的微穿孔发生情况、分布状况和危险因素,还需选取左优势手医护人员及更多医院的灭菌外科手套进行多中心、大样本研究。

[**参考文献**]

[1] 言子琪. 手术联合光动力*vs*单纯手术治疗特殊类型基底细胞癌疗效研究[D]. 大连:大连医科大学,2023. doi:10.26994/d.cnki.gdlyu.2023.000571.

[2] 尹嘉文,陈惠勇,杨文林,等. 局部皮瓣教具在皮肤科手术培训中的应用[J]. 临床皮肤科杂志,2023,52(6):363-366. doi:10.16761/j.cnki.1000-4963.2023.06.015.

[3] 卢家兴,王 生,康 康,等. 125例不同部位色素痣样皮损临床病理特征及误诊原因分析[J]. 皮肤病与性病,2021,43(2):262-263. doi:10.3969/j.issn.1002-1310.2021.02.051.

[4] 向文迪,贺吉群,向选东. 外科手套穿孔相关危险因素及防控措施研究进展[J]. 中国感染控制杂志,2020,19(1):87-92. doi:10.12138/j.issn.1671-9638.20205521.

[5] 杜海荣,张玉舰,刘 瑶,等. 股骨近端闭合防旋髓内钉固定术中使用无菌手套的细菌污染及穿孔情况研究[J]. 局解手术学杂志,2023,32(1):83-85. doi:10.11659/jjssx.06E022023.

[6] 姚 辉,吴亚亭. 无锡地区中老年人群慢性阻塞性肺疾病流行现状及影响因素分析[J]. 华南预防医学,2022,48(7):903-906. doi:10.12183/j.scjpm.2022.0903.

[7] 蒋莉莉,陈 鹏,徐新阳,等. 141例龈下刮治术中手套穿孔情况及其影响因素[J]. 山东大学学报(医学版),2023,61(10):83-87. doi:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2023.0278.

[8] Kang MS, Lee YR, Hwang JH, et al. A cross-sectional study of surgical glove perforation during the posterior lumbar interbody spinal fusion surgery: its frequency, location, and risk factors[J]. Medicine (Baltimore),2018,97(22):e10895. doi:10.1097/MD.0000000000010895.

[9] Tlili MA, Belgacem A, Sridi H, et al. Evaluation of surgical glove integrity and factors associated with glove defect[J]. Am J Infect Control,2018,42(10):1093-1096. doi:10.1016/j.ajic.2018.07.016.

[10] 张新莲,吕 霞,贾婷婷,等. 50例正颌外科手术中手套穿孔情况分析[J]. 山东大学学报(医学版),2020,58(6):83-86. doi:10.6040/j.issn.1671-7554.0.2019.1163.

[11] 李 雪,于秀荣,索继江,等. 医用无菌手套术中破损危险因素分析[J]. 中华医院感染学杂志,2020,30(17):2701-2705. doi:10.11816/cn.ni.2020-193204.

[12] Sayin S, Yilmaz E, Baydur H. Rate of glove perforation in open abdominal surgery and the associated risk factors[J]. Surg Infect (Larchmt),2019,20(4):286-291. doi:10.1089/sur.2018.229.

[13] 张玲燕,李海英,朱雪琴. 骨科手术中无菌手套微小穿孔与细菌污染情况分析[J]. 医院管理论坛,2022,39(3):72-74. doi:10.3969/j.issn.1671-9069.2022.03.019.

[14] 刘 丽,杨 倩,李 丽. 急诊腹腔镜下胃肠手术使用的无菌手套细菌污染与穿孔情况研究[J]. 局解手术学杂志,2022,31(9):822-825. doi:10.11659/jjssx.03E022028.

[15] 徐 英,章志伟. 脊柱后路内固定手术中外科手套不同时段细菌污染调查[J]. 中国医药指南,2023,21(13):9-12. doi:10.13726/j.issn.1671-8194.2023.05.011.

(编辑:贺绍梅)

technique has shown important clinical value and application prospects in the treatment of inferior pole fracture of the patella. This technique provides fixed fulcrums by constructing transosseous tunnels, and has derived various surgery, including transosseous tunnel with high tension wire or steel wire fixation, combined titanium/tension band wiring, patellar concentrator, suture anchor, edge steel plate and so on. Clinical practice has proved that these surgeries can effectively maintain the stability of fracture reduction and have good clinical effects. This article reviews the research progress of transosseous tunnel technique in the treatment of inferior pole fracture of the patella, which provides a reference for the selection of clinical surgeries.

Keywords: inferior pole fracture of the patella; transosseous tunnel; patellar concentrator; suture anchor; rim plate

髌骨下极是髌韧带的起点,能够将股四头肌产生的力传递到胫骨,从而形成完整的伸膝机制[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,占髌骨骨折的9.3%~22.4%[2-4]。其损伤机制通常为膝关节弯曲着地所受到的直接暴力,或股四头肌急剧收缩导致髌骨下极髌韧带止点受到强大的间接应力,或两种力同时作用,髌腱随着下极骨折块撕脱,伸膝装置连续性中断,导致膝关节的功能受损[5-6]。手术治疗髌骨下极骨折的术后并发症发生率为2.46%,最常见的是复位及内固定失效,这是由下极骨折块粉碎和骨折块所受的应力大所致,如果不能有效复位及固定,可能会导致骨不连,从而使伸膝机制受损,引起术后并发症[7-8]。手术的目标不仅是恢复膝关节伸膝机制,实现牢固的骨性愈合,而且还应减少术后并发症的发生[9]。髌骨下极撕脱性骨折常伴骨折块粉碎,且因髌韧带牵拉应力影响,难以实现有效复位及牢靠固定,目前临床上治疗髌骨下极骨折的术式多样,但各有优劣,尚未形成统一的金标准治疗方案[10]。传统的治疗术式存在局限性,髌骨下极切除破坏了正常的解剖结构,会导致髌骨压力增加和不良功能结局;克氏针张力带则难以固定下极粉碎的骨折片,内固定松动失效风险高;单纯的锚钉无法提供稳定的固定,术后患肢需早期制动,从而影响膝关节的功能恢复[11-12]。经骨隧道技术通过在断骨或相邻骨及韧带软组织等附着骨之间建立骨隧道,应用相关固定材料,结合解剖学及生物力学特点为手术提供更好的支持和稳定性,增加手术的成功率,促进患肢功能恢复,目前经骨隧道技术在肩关节和膝关节的各种损伤中应用广泛,且效果较好[13-14]。经骨隧道技术可根据骨折块的位置与形态灵活建立通道,以实现对复杂骨折的有效复位与稳定固定[15],在治疗髌骨下极骨折的应用上被国内外学者不断探索和改良。本文就经骨隧道技术治疗髌骨下极骨折的研究作一综述,以期为临床术式的选择提供相关参考。

1 经骨隧道高张力线缝合固定

叶俊材等[16]通过建立3个纵向髌骨骨隧道,穿入6根高张力线兜住下极骨折块,再用2根高张力线环绕髌骨缝合2圈,与前6根高张力线打结固定复位骨折块,患者术后骨折平均愈合时间为7周,术后12个月Bostman评分的优良率为100%,均未发生并发症,取得了满意的疗效。高张力线与钢丝的强度相近,能够提供良好的固定效果,甚至比钢丝抵抗力更强[17-18]。经骨隧道技术可使膝关节在屈伸活动中抗骨折块的张力更强,能够恢复伸肌腱的生物力线[7]。因此,利用高张力线经骨隧道可以提供可靠复位固定,满足患者早期膝关节功能锻炼的要求,有助于骨折愈合,并减少并发症的发生。Achudan等[19]通过结合Krackow技术缝合髌腱,并将缝线穿过3个纵向骨隧道,在标准经骨隧道修复后,剩余缝线以8字形张力带的方式固定于髌骨前方,该方法通过强化髌腱缝合,有效降低了膝关节活动过程中骨折块的分离应力,同时结合张力带原理提供了可靠的骨折固定,13例接受此术式治疗的患者中12例实现了良好的骨性愈合。此外,一些医生选择切除髌骨远端,通过建立骨隧道来实现近端髌骨与髌腱的腱骨愈合[20]。然而,由于切除原有的髌腱起点,其愈合的牢固性相较于原有结构有所不足。更为关键的是,在切除髌骨下极后,髌骨的正常高度发生改变,使髌骨下移,髌骨与胫骨结节之间的距离缩短,从而导致低位髌骨,伸膝力量减弱,引发髌股关节疼痛及创伤性骨关节炎等症状[14]。因此,该术式目前已不是主流的治疗方案。

2 经骨隧道高张力线缝合联合钛揽/钢丝张力带固定

郭玉冬等[21]运用高张力线行髌韧带编织经纵向髌骨骨隧道复位髌骨下极骨折块固定于髌骨上极,通过骨隧道将对远端骨折块的作用力移至髌韧带上,在恢复伸膝装置连续性的同时,减少术后骨折块间的张力及下极碎骨块摆动,促进骨折愈合,同时用钛揽进行髌骨环扎,骨折固定更牢靠;患者术后12个月Bostman评分平均28.9分,优良率为100%,膝关节稳定性良好,末次随访膝关节平均活动度为127°,行走功能基本恢复至伤前状态。Hu等[7]在运用上述经纵向髌骨骨隧道高张力线恢复伸膝机制的同时,于髌骨作一横向骨隧道,钢丝通过横向骨隧道包绕下极髌骨行环扎加强固定骨折块,22例患者治疗后Lysholm膝关节评分

均为优,未发生并发症。翟利锋等[22]则运用高张力线对下极撕脱性骨折块行褥式缝合,缝线经纵向骨隧道穿出髌骨前方,在骨折块复位满意后于髌骨前方打结固定,并辅以钢丝环绕髌骨行8字张力带固定,以增强固定强度并减轻局部张力,所有患者伤口均一期愈合,未发生并发症,临床疗效满意。与传统的内固定方法相比,该技术采用高张力、对软组织刺激性较小的缝线材料,生物相容性好,患者耐受性较高,且通过高张力线对髌韧带进行编织可将髌韧带对髌骨下极的牵张力经骨隧道转移,能够保护骨折端的稳定性,加以钢丝环扎分散骨折块应力,确保内固定牢靠[23-24]。

3 经骨隧道多道钢丝环扎固定

任科伟等[25]改良三道钢丝独立纵向垂直缝合固定的手术方法,采用多道钢丝独立经骨隧道垂直缝合固定治疗髌骨下极骨折,根据骨折块粉碎程度及分布建立骨隧道,通过对关键骨折块的固定及后续钢丝收紧时还原髌骨形态,固定强度更强,患者末次随访时膝关节活动度为125°~140°,膝关节功能评分优良率为100%,无并发症发生。谢美明等[15]则采用髌骨横向骨隧道结合纵向骨隧道的多向三维钢丝环套固定,通过纵向及横向骨隧道使用钢丝从矢状面和冠状面多向环套三维固定,将粉碎的下极骨折块聚拢固定成一个整体,结合张力带及环扎技术的优势,可有效聚合固定散碎骨折块,增加骨折块之间的嵌合力[26-28],从三维空间多向对抗骨折张力维持骨折块的稳定性,同时分散钢丝承受的张力,避免钢丝断裂,可减少并发症的发生,再用高张力线结合Krachow锁定技术沿髌骨环扎加强固定,为术后早期活动提供有力支持,末次随访时患膝关节活动度为(129.77±2.35)°,Bostman评分平均34.3分,无骨折复位丢失、钢丝断裂、内固定失效等并发症发生。在一项生物力学研究中,与髌骨周围的环扎钢丝相比,经髌骨近端横向骨隧道的环扎钢丝可以提供更强的固定强度[27]。Fan等[29]提出了一种新型糖果盒技术治疗髌骨下极骨折,即经纵向骨隧道钢丝固定结合经髌骨上1/3和中1/3两处横线骨隧道环扎髌骨,并设计了5种实验固定模型,分别为张力带钢丝结合环扎钢丝、经纵向骨隧道钢丝结合环扎钢丝、改良版经纵向骨隧道钢丝结合经髌骨中1/3横向骨隧道钢丝环扎、改良版经纵向骨隧道钢丝结合经髌骨上1/3横向骨隧道钢丝环扎及糖果盒技术,比较相同载荷下各模型髌骨及内固定的应力和位移情况,结果表明,与其他技术相比,糖果盒技术通过改良传统的纵向骨隧道方式,建立2个横向骨隧道并穿过钢丝对髌骨环扎,缩短力臂的同时可有效分散骨折应力。且应用横向骨隧道钢丝环扎固定穿过髌骨上方的股四头肌肌腱,不会剥离股四头肌肌腱或影响髌骨上方的血供,这避免了由于过度的软组织激惹而不能进行早期功能锻炼;此外,糖果盒技术在不同载荷下具有较小的位移、钢丝应力和骨应力,生物力学特征更显著。

4 经骨隧道联合聚髌器

龙显斌等[30]使用张力线经骨隧道U形缝合联合聚髌器固定髌骨下极骨折,术中分别于骨折近远端建立4个纵向骨隧道,利用高张力线经骨隧道呈U形打结固定,将撕脱的下极碎骨块聚拢复位固定在骨折面上,联合使用聚髌器进一步加强固定,通过对骨折块加压固定以减少其分离张力来保证固定的可靠性,可维持骨折块之间对位关系的稳定,为术后尽早开始膝关节功能的恢复锻炼提供保障。该研究中接受此术式治疗的30例患者末次随访时膝关节活动度为(133.32±7.15)°,Lysholm评分为(96.48±5.79)分,优良率达96.67%,取得了满意的临床疗效。与钢丝环扎固定比较,高张力线经骨隧道缝合利用髌腱起点的复位作用,在固定过程中将骨折块嵌合牢靠,能够提供更好的固定效果,满足患者术后早期活动时对抗髌骨张力的需求,有助于膝关节功能的恢复。Chen等[31]使用经骨隧道钢丝环扎联合聚髌器固定髌骨下极骨折,通过建立骨隧道提供固定支点,用钢丝经骨隧道环扎复位固定骨折块,然后用聚髌器对骨折端持续加压,以保证内固定的可靠性,术后48例患者中,影像学结果显示骨折间隙0~2 mm者占95.83%,末次随访时Bostman评分平均28.75分,优良率100%,临床效果满意。与单纯聚髌器相比,该术式利用经骨隧道对骨折块进行精准复位固定,同时经骨隧道环扎也避免了传统包绕髌骨环扎导致的滑动及内固定失效等问题,在骨折复位质量、功能恢复及并发症控制等方面显示出更优的临床效果。

5 经骨隧道联合带线锚钉

张欣等[32]改良传统的锚钉固定术式,使用2枚带线锚钉置入近端骨折面外侧,每枚锚钉的2根尾线分别进行不同的操作:1根尾线在髌骨下极交叉缝合,另1根尾线对折后穿过骨隧道,并在髌骨前方以Nice结方式固定;同时使用2根肌腱线分别环形及8字缝合固定髌骨,稳定骨折块,形成网兜样结构托住髌骨下极,从而在三维空间中多向分散骨折应力来保证内固定的稳定。郑晓明等[33]探讨了23例采用带线锚钉联合骨隧道缝合治疗髌骨下极骨折的临床疗效,与常规钢丝张力带相比,带线锚钉联合骨隧道缝合的手术时

间、骨折愈合时间更短,术后6个月Bsotman评分更高,膝关节活动度更大,术后并发症发生率更低。陈俊波等[34]采用近端髌骨纵向骨隧道钢丝包绕捆扎固定髌骨下极骨折块,同时于髌骨上缘植入1枚结合锚钉,锚钉所带2根缝线分别用于对髌韧带行Krackow方式纵行编织缝合及对髌骨实施环形缝合固定;在钢丝实现骨折块纵向复位固定的基础上,辅以锚钉缝线对髌韧带及骨折周围结构进行加固,进一步增强了构建的稳定性,并有效减少了活动时骨折分离的应力,21例运用此术式治疗的患者均取得良好的预后。相关生物力学研究表明,纵向钢丝环扎的最大载荷为216 N,双线锚钉的载荷为465 N,高于股四头肌的平均力量载荷(约316 N),这说明双线锚钉能满足患者活动需求,为早期功能锻炼提供了可靠的保障[17,35]。经骨隧道联合带线锚钉不仅实现了骨折块的精准复位,还提供了稳定可靠的内固定支持,满足了患者术后早期功能锻炼的需求。此外,由于使用的内固定物数量少且体积小,有效减少了传统内固定物对周围软组织的激惹,同时也避免了二次手术,为患者带来了更加舒适的体验。

6 经骨隧道联合钢板固定

Cho等[36]为了解决髌骨下极粉碎性骨折块小而多、固定困难的问题,使用边缘钢板支撑和固定下极骨折块,再通过多个髌骨纵向骨隧道钢丝固定髌骨上下极,该方式能够使下极粉碎骨折块在边缘钢板上实现更为均匀的受力分布,从而显著降低内固定失效的风险,同时钢丝通过钢板孔对抗骨折应力,可避免应力造成的切割,患者术后(3.1±1.4)个月内实现骨折愈合,术后12个月膝关节活动度为(131.6±7.2)°、Lysholm膝关节评分为89.4分,均未出现复位丢失、固定失败或感染等并发症,术后影像表现和临床治疗效果良好。罗朝松等[37]采用垂直钢丝结合微型钢板治疗髌骨下极骨折,于骨折近端边缘向上建立骨隧道,穿入4根钢丝,7孔微型钢板塑形后紧贴髌骨下极边缘,钢丝分别穿过钢板孔,复位骨折端后钢丝依次收紧打结加压,垂直钢丝经骨隧道可完成骨折块的复位固定,微型钢板增加了髌骨下极接触面积的同时使每股钢丝负荷分布更加均匀,锁紧钢丝增加了对髌骨下极的压力及髌骨下极固定的稳定性,从而达到了坚强固定,患者术后1年的膝关节活动度为124°~133°,末次随访时Bostman评分为(28.20±1.98)分,优良率为100%,未发生内固定失败、切割骨隧道、骨折不愈合或延迟愈合、周围软组织激惹等并发症。

7 总结与展望

经骨隧道联合相关固定材料治疗髌骨下极骨折及重建髌韧带,具有良好的临床疗效。经骨隧道技术通过建立骨隧道保留下极骨折块从而实现骨-骨愈合,可使伸肌腱装置抗张力更强,恢复伸肌腱的力线[7]。同时,髌腱起点的重建能够维持髌腱的长期强度,而且髌股关节的生物力学也因髌腱近端解剖位置的恢复而得到恢复[28]。此外,经骨隧道技术可依据骨折块形态及位置建立多个方向的骨隧道,在多维空间中聚拢固定细小骨折块,增加骨折块的聚合力,达到稳定固定的目的。多个骨隧道的建立还可以分散骨折端的张力,且通过骨隧道桥接髌骨下极的牵张力至髌骨上极或股四头肌肌腱,能有效增强骨折端的稳定性。再结合钛揽/钢丝张力带的张力带结构、聚髌器的向心加压力、带线锚钉的滑轮结构、联合边缘钢板的多点式篮状包裹等,可进一步强化固定系统,从而增强稳定性,促进骨折愈合。上述研究均已证实经骨隧道固定的可靠性,患者可在术后早期进行膝关节功能恢复锻炼,这也是患者术后膝关节功能恢复良好的重要因素。目前,骨隧道技术在髌骨下极骨折的治疗应用中处于初期,相关研究的样本量小,各种技术间的生物力学及各种指标的对比较少,其临床可靠性仍需通过大规模研究进一步验证。同时,应通过大量术中及术后关键指标的系统对比,发现经骨隧道技术存在的问题和不足,并加以改良,以探索更具实用性的经骨隧道改良方式,提高手术的安全性,减少术后并发症,以获得更理想的临床疗效。

[参考文献]

[1] Fan M, Wang D, Sun K, et al. Study of double button plate fixation in treatment of inferior pole of patella fracture[J]. Injury, 2020, 51(3): 774-778. doi: 10.1016/j.injury.2020.01.031.

[2] Damrow DS, Van Valin SE. Patellar sleeve fracture with ossification of the patellar tendon[J]. Orthopedics, 2017, 40(2): e357-e359. doi: 10.3928/01477447-20161026-02.

[3] 李广磊,刘 平. 髌骨骨折手术治疗方式的研究进展[J]. 中国修复重建外科杂志,2021,35(8):1057-1062. doi:10.7507/1002-1892.202104068.

[4] Pu S, Chen Y, Liang J, et al. Treatment of inferior pole fracture of the patella with tension-free external immobilization[J]. BMC Surg, 2022, 22(1):337. doi:10.1186/s12893-022-01790-x.

[5] 陈 松,谢庆云,刘金标,等. 髌骨下极骨折治疗的现状分析[J]. 中国骨与关节杂志,2021,10(12):900-904. doi:10.3969/j.issn.2095-252X.2021.12.005.

[6] Huang W, Wu T, Wei Q, et al. Suture repair of patellar inferior pole fracture: transosseous tunnel suture compared with anchor suture[J]. Exp Ther Med, 2021, 22(3):998. doi:10.3892/etm.2021.10430.

[7] Hu J, Guo X. An improvement on the technique of transosseous tunnels for the fixation of lower pole patella fracture: cerclage around the patella

[J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101(9): e28979. doi: 10.1097/md.0000000000028979.

[8] Camarda L, Morello S, Balistreri F, et al. Non-metallic implant for patellar fracture fixation: a systematic review[J]. Injury, 2016, 47(8): 1613-1617. doi: 10.1016/j.injury.2016.05.039.

[9] 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.

[10] 高跃川,王歆峰,赵良春,等. 改良锚钉置入角度和应用双滑轮技术治疗髌骨下极撕脱骨折[J]. 中国骨伤,2022,35(7):683-687. doi:10.12200/j.issn.1003-0034.2022.07.017.

[11] 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.

[12] Hoshino CM, Tran W, Tinerij V, et al. Complications following tension-band fixation of patellar fractures with cannulated screws compared with Kirschner wires[J]. J Bone Joint Surg Am, 2013, 95(7): 653-659. doi: 10.2106/JBJS.K.01549.

[13] Seo JB, Lee DH, Kim KB, et al. Coracoid clavicular tunnel angle is related with loss of reduction in a single-tunnel coracoclavicular fixation using a dog bone button in acute acromioclavicular joint dislocation[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2019, 27(12): 3835-3843. doi: 10.1007/s00167-019-05731-9.

[14] Zhou Y, Bai F, Liu X, et al. Shared ACL bone tunnel technique for repair of lateral meniscus posterior root tears combined with ACL reconstruction[J]. Orthop J Sports Med, 2022, 10(8): 232596712211 14319. doi: 10.1177/23259671221114319.

[15] 谢美明,廖冬发,龚 凯,等. 多向三维钢丝环套固定治疗髌骨下极撕脱骨折疗效分析[J]. 中国修复重建外科杂志,2021,35(2):183-187. doi:10.7507/1002-1892.202008106.

[16] 叶俊材,聂 静,陈智能. 骨缝合加环扎治疗髌骨下极粉碎骨折[J]. 浙江中西医结合杂志,2012,22(5):363-364. doi:10.3969/j.issn.1005-4561.2012.05.015.

[17] 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.

[18] Wright PB, Kosmopoulos V, Coté RE, et al. FiberWire is superior in strength to stainless steel wire for tension band fixation of transverse patellar fractures[J]. Injury, 2009, 40(11): 1200-1203. doi: 10.1016/j.injury.2009.04.011.

[19] 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(Suppl 2): 322-327. doi: 10.1007/s43465-020-00151-1.

[20] 贾子刚. 髌骨下极切除术75例临床分析[J]. 浙江临床医学,2000,2(3):201-202. doi:10.3969/j.issn.1008-7664.2000.03.044.

[21] 郭玉冬,王善正,陈翔溆,等. 线缆固定技术治疗老年髌骨下极骨折[J]. 中国矫形外科杂志,2017,25(14):1308-1312. doi:10.3977/j.issn.1005-8478.2017.14.13.

[22] 翟利锋,毕大卫,陈亿民,等. 经骨隧道褥式缝合加钢丝张力带治疗髌骨下极骨折21例效果[J]. 中国乡村医药,2014,21(10):26-27. doi:10.19542/j.cnki.1006-5180.2014.10.014.

[23] Kulkarni SL, Mannual S, Daragad M, et al. Management of patella fractures non-amenable to tension band wiring: series of nine cases with review of literature[J]. J Orthop Case Rep, 2022, 12(3): 38-42. doi: 10.13107/jocr.2022.v12.i03.2708.

[24] 郑志辉,陈 晟,李晓武,等. 经骨隧道缝线固定技术与带线锚钉内固定治疗髌骨下极骨折的疗效比较[J]. 中国骨与关节损伤杂志,2022,37(8):841-843. doi:10.7531/j.issn.1672-9935.2022.08.016.

[25] 任科伟,姜雪峰,孙惠清,等. 多道钢丝独立纵向垂直缝合固定有移位的髌骨下极骨折10例[J]. 江苏医药,2016,42(20):2266-2268. doi:10.19460/j.cnki.0253-3685.2016.20.028.

[26] 张 羽,杨 俊. 改良垂直钢丝联合钢丝环扎内固定治疗髌骨下极骨折的效果及对骨代谢、疼痛因子的影响[J]. 中国医学创新,2024,21(16):38-44. doi:10.3969/j.issn.1674-4985.2024.16.008.

[27] He S, Huang X, Yan B, et al. Modified technique of separate vertical wiring for the fixation of patellar inferior pole fracture[J]. J Orthop Trauma, 2018, 32(4): e145-e150. doi: 10.1097/bot.0000000000001080.

[28] 夏 招. 独立垂直钢丝技术联合钢丝环扎强化技术治疗髌骨下极骨折[J]. 临床骨科杂志,2024,27(1):46. doi:10.3969/j.issn.1008-0827.2024.01.014.

[29] Fan W, Liu J, Tan X, et al. Candy box technique for the fixation of inferior pole patellar fractures: finite element analysis and biomechanical experiments[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2023, 24(1): 835. doi: 10.1186/s12891-023-06946-1.

[30] 龙显斌,贺常仁. 爱惜邦线U形缝合联合聚髌器治疗髌骨下极骨折[J]. 医学理论与实践,2017,30(9):1261-1263. doi:10.19381/j.issn.1001-7585.2017.09.005.

[31] Chen R, Cao H, Sun Z, et al. The clinical outcome of the reduction of the patellar inferior pole fracture with wire cerclage through a generated bone hole, in combination with patellar concentrator: a retrospective comparative study[J]. J Orthop Surg Res, 2022, 17(1): 117. doi: 10.1186/s13018-022-03014-7.

[32] 张 欣,袁建敏,丁国正,等. 带线锚钉联合髌骨纵向钻孔Nice结捆扎技术治疗髌骨下极骨折[J]. 中国修复重建外科杂志,2023,37(6):675-680. doi:10.7507/1002-1892.202302040.

[33] 郑晓明,王康振,张会良,等. 带线锚钉联合骨隧道缝合治疗髌骨下极骨折的临床疗效[J]. 中国实用医药,2022,17(3):33-35. doi:10.14163/j.cnki.11-5547/r.2022.03.011.

[34] 陈俊波,朱广平,张 鑫. 纵向钢丝捆扎结合锚钉治疗髌骨下极骨折[J]. 中国中医骨伤科杂志,2017,25(4):67-69.

[35] Barber FA, Herbert MA. All-suture anchors: biomechanical analysis of pullout strength, displacement, and failure mode[J]. Arthroscopy, 2017, 33(6): 1113-1121. doi: 10.1016/j.arthro.2016.09.031.

[36] Cho WT, Sakong S, Sunwoo J, et al. Clinical outcome of rim-plate-augmented separate vertical wiring with supplementary fixation for the treatment of patellar fracture associated comminuted inferior pole[J]. Sci Rep, 2023, 13(1): 13430. doi: 10.1038/s41598-023-40417-w.

[37] 罗朝松,曾 东,严 超,等. 垂直钢丝结合微型钢板治疗髌骨下极骨折[J]. 骨科,2021,12(2):170-172. doi:10.3969/j.issn.1674-8573.2021.02.014.

(编辑:贺绍梅)