

·短篇论著·

经髌韧带钢丝张力带联合带线锚钉治疗髌骨下极粉碎性骨折

黄俊琪 程佳佳 王陶 石波 张定伟 叶楠 唐诗添

【摘要】 目的 探讨经髌韧带钢丝张力带联合带线锚钉治疗髌骨下极粉碎性骨折的临床疗效。

方法 回顾性分析 2019 年 1 月至 2022 年 1 月我院采用钢丝张力带联合带线锚钉治疗的 15 例髌骨下极粉碎性骨折病人的临床资料,男 9 例,女 6 例,年龄为(54.9±12.7)岁,车祸伤 2 例,高坠伤 7 例,同一平面摔倒 6 例。所有病人术前均完善 X 线片、CT 平扫评估髌骨骨折情况。记录病人手术时间、术中出血量、骨折愈合时间、术后 3 个月膝关节活动度、疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分、Bostman 髌骨骨折功能评分、术后并发症。**结果** 病人手术时间为(85.3±9.2) min,出血量为(113.3±35.2) mL,随访时间为(18.6±9.7)个月,骨折愈合时间为(3.0±0.8)个月,术后 3 个月膝关节活动度为 109.3°±13.9°,VAS 评分为(1.9±1.4)分。Bostman 髌骨骨折功能评分为(26.1±2.9)分。多重线性回归分析提示性别、年龄、术前天数、手术时间、出血量与骨折愈合不相关。**结论** 髌骨下极粉碎性骨折采用经髌韧带钢丝张力带联合带线锚钉固定可提供早期稳定支撑,获得满意的临床疗效。

【关键词】 髌骨骨折;膝关节;钢丝张力带;锚钉;重建

髌骨是人体最大的籽骨,连接着股四头肌和胫骨结节,有效地增加了伸膝装置在膝关节屈伸轴点的杠杆力臂,从而增大股四头肌力矩,在膝关节伸直机制中起着重要作用^[1]。髌骨下极位于远端 1/4 处,无关节软骨覆盖,周围血供丰富,表面附着有髌韧带。

髌骨下极骨折常发生于相对年轻人群,由股四头肌强烈偏心性收缩或直接暴力导致^[2]。根据 AO 分型将其划为 34-A1 型,属关节外骨折。按骨折程度分为粉碎性和非粉碎性骨折,临床以粉碎性骨折多见^[3]。早期诊治目的为恢复伸膝装置的完整性,避免肌腱收缩和瘢痕形成。目前手术治疗以保留髌骨为主,维持髌股关节解剖关系^[4]。但手术固定方式的选择尚存在争议,如锚钉、髌骨爪、钢板、钢丝环扎等^[5-7]。

因髌骨特殊的解剖结构和功能,一方面需承担强大的力矩,连接骨折的内置物强度不足会导致固定失效;另一方面髌骨软组织覆盖有限,过多的内固定可能对周围组织产生刺激,甚至增加创面并发症风险。为克服上述可能存在的问题,本研究采用经髌韧带捆扎钢丝张力带联合带线锚钉固定髌骨下极骨折,对治疗病例进行回顾性分析和总结,以期该类骨折病人临床治疗提供参考。

资料与方法

一、纳入与排除标准

纳入标准:①病史、体征、影像学表现确诊为髌骨下极粉碎性骨折;②受伤前患肢活动正常;③膝关节既往无手术病

史。排除标准:①拒绝行手术治疗;②存在沟通交流障碍;③无法配合手术及术后康复;④年龄小于 16 周岁。

二、一般资料

回顾性分析 2019 年 1 月至 2022 年 1 月我院收治的 15 例髌骨下极粉碎性骨折病人,其中男 9 例,女 6 例,年龄为(54.9±12.7)岁;左侧髌骨 7 例,右侧髌骨 8 例。受伤机制:车祸伤 2 例,高坠伤 7 例,同一平面摔倒 6 例。受伤至手术时间为(5.3±2.1) d,其中早期手术病人受伤至手术时间为(2.3±0.5) d,限期手术病人为(6.5±0.9) d。膝关节软组织挫伤病人 4 例。所有病人术前均行 X 线、CT 平扫、下肢静脉超声检查。术前患肢抬高,石膏或支具临时固定。本研究经电子科技大学医学院附属绵阳医院伦理委员会审核批准(S20230362-01),患方签署知情同意书。

三、手术方法

病人取仰卧位,采用椎管内麻醉或全身麻醉。患肢大腿根部捆绑气囊止血带。取膝前正中纵行切口,逐层切开皮肤、皮下组织,尽可能保护髌前腱膜组织。髌骨下极小的骨块保留于软组织内,减少对软组织的剥离。清理关节腔内血凝块和碎骨块,生理盐水冲洗。近端骨折块断面置入两枚带线锚钉,避免钉尾外露骨折断面。膝关节处于伸直位复位大的骨折块和髌韧带,可利用点式复位钳临时固定。采用改良 Krakow 缝合法将锚钉上缝线穿髌骨下极骨折处,编织缝合在髌韧带上(图 1)。于髌骨中份偏前方骨皮质处和胫骨结节处分别置入克氏针,“C”型臂 X 线机透视下明确骨质内隧道空间满足空心钉置入。测量隧道长度,选取 3~4 mm 空心钉置入。经空心钉穿钢丝“8”字捆绑固定,钢丝贴合于髌骨表面、髌骨下极、髌韧带,距髌骨 1 cm 预锁紧钢丝。被动活动膝关节屈曲至 90°,使钢丝处于紧张状态。完全锁紧钢丝至髌骨表面。术中被动活动膝关节可达 120°,检查骨折断端固定稳

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.015

作者单位:电子科技大学医学院附属绵阳医院(绵阳市中心医院),四川绵阳 621000

通信作者:唐诗添, E-mail: 13011277676@163.com

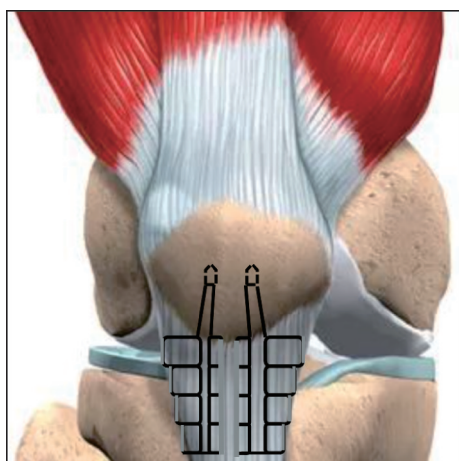


图1 虚线为锚钉置入水平,尾部连接的缝线以髌韧带中线为界,分别编织缝合对应部分(绘图作者:黄俊琪)

定。松止血带,彻底止血冲洗,修复周围支持带。3-0缝线尽可能修复髌前腱膜组织,使其覆盖钢丝。逐层缝合切口,常规不放置引流管。加压包扎。

四、术后处理

术后放置可屈伸活动的膝关节支具、抬高患肢、冰敷膝关节、消肿止痛、预防下肢深静脉血栓等对症处理。术后第3天复查膝关节正侧位X线片并逐渐增加膝关节活动度。术后1个月内患肢部分负重,1个月后完全负重。术后每个月复查X线片至骨折愈合。

五、观察指标及评价标准

记录病人手术时间、术中出血量、骨折愈合时间,术后3个月膝关节活动度,疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分, Bostman 髌骨骨折功能评分,术后并发症(切口愈合不良、切口感染、内固定断裂、骨折不愈等)。因髌骨下极较少累及关节面,并未以解剖复位(移位 $< 1\text{ mm}$)作为标准。复查X线片显示骨折线模糊,有连续骨痂形成且髌骨无压痛作为骨折愈合标准。

六、统计学分析

应用SPSS 22.0软件(IBM公司,美国)进行统计学分析。计量数据描述使用均值 $\pm$ 标准差形式表示,如年龄、手术时

间、出血量、功能评分。计数数据(如并发症情况),使用百分比形式表示。多重线性回归分析骨折愈合时间相关影响因素。将Bostman评分按优良程度作为有序分类变量, Logistic 回归分析其相关因素。

结 果

病人手术时间为(85.3 ± 9.2) min,出血量为(113.3 ± 35.2) mL,随访时间为(18.6 ± 9.7)个月,骨折愈合时间为(3.0 ± 0.8)个月。术后3个月膝关节活动度为 $109.3^\circ\pm 13.9^\circ$,VAS评分为(1.9 ± 1.4)分。Bostman髌骨骨折功能评分为(26.1 ± 2.9)分,其中优7例,良7例,差1例,优良率为93.3%。所有病人术后切口均一期愈合,骨折愈合后均行钢丝取出术。其中5例在内置物取出前出现钢丝断裂,仅1例断裂钢丝导致膝前软组织激惹,急诊下行取出术。5例钢丝断裂病人骨折愈合未受影响(图2)。

多重线性回归分析骨折愈合时间的相关影响因素,将性别、年龄、术前天数、手术时间、出血量纳入自变量。残差图显示残差在 $-2\sim 2$ 范围内无序波动,满足多重线性回归应用前提(图3)。模型决定系数 R^2 为0.435,5项自变量解释骨折愈合变异程度有限。多因素方差分析 $F=1.387$, $P=0.315$,模型无统计学意义。Logistic回归分析功能评分等级相关因素,模型中仅有常数项,仅纳入年龄因素时差异有统计学意义($P=0.007$)。Bostman评分包含3个有序分类,则产生2个函数组,显著性概率 P 值分别为0.036、0.015,均小于0.05。

讨 论

一、手术时机选择

髌骨周围分布丰富血管网,髌骨下极以松质骨为主。常见骨折机制为膝关节处于屈曲状态,髌骨位置相对固定,髌骨下极受到足够大的直接暴力、反作用力、股四头肌收缩力导致骨折^[8]。因此骨折常出现冠状面分层、骨折块小且粉碎,同时伴有严重的周围软组织撕裂和挫伤^[9]。髌骨下极骨折早期则会出现膝关节肿胀、出血。术中剥离、牵拉等操作给局部软组织带来二次打击。文献报道原发创伤和手术创伤的联合作用增加术后软组织并发症风险,如伤口张力过



图2 病人,男,54岁,摔倒后致右膝关节疼痛肿胀,右髌骨下极粉碎性骨折 a:术前CT示髌骨下极多个骨折块;b、c:采用钢丝张力带联合带线锚钉固定;d:术后6个月复查出现钢丝断裂,但不影响膝关节活动(箭头示钢丝断裂处);e:骨折愈合后取出钢丝张力带及空心钉

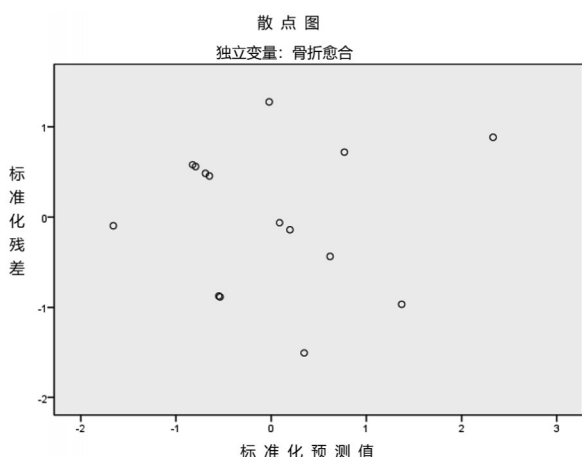


图3 通过对标准化残差和标准化预测值绘制的散点图可以看出, 标准化残差的散点波动范围基本保持稳定, 认为基本满足方差齐性

高、延迟愈合、软组织坏死等, 影响术后患肢功能恢复, 甚至导致手术失败^[10]。本组病人分为早期手术和限期手术。早期手术时间为伤后第2日, 局部软组织尚未明显肿胀。限期手术时间为伤后膝关节肿胀消退, 局部组织可见皮褶形成, 常需7~10天。对于高坠伤病人, 常合并其他损伤, 需生命体征平稳后再评估骨折情况, 等待时间可能延长。根据多元回归分析, 术前天数与骨折愈合、功能恢复无相关性。手术时机的选择应更多考虑局部软组织条件, 减少术后软组织风险。术前如无禁忌可考虑给予甘露醇等缩短肿胀周期、减轻肿胀程度。如消肿不佳, 受伤2周后局部逐渐形成瘢痕、肌腱回缩, 对术后功能恢复造成不良影响。

二、手术适应证及操作事项

本组病人均为髌骨下极粉碎性骨折, 空心钉或克氏针难以穿过骨折块进行固定。Huang等^[11]通过带线锚钉将移位的骨折块重新复位固定, 修复撕裂损伤的髌韧带。Sun等^[12]则利用钢丝在髌骨前方打“8”字结, 起张力带作用。将骨折断面前侧张力转变为纵向压力, 传导至胫骨。本研究将两者固定方式相结合, Bostman髌骨骨折功能评分为(26.1±2.9)分, 其中优7例, 良7例, 优良率为93.3%。手术操作时清理髌骨近端断面和关节腔内血凝块, 尽可能减少髌骨下极粉碎骨折块周围组织的剥离。空心钉于骨折断面纵向置入, 矢状面与髌韧带方向平行。缝合时将分离骨块复位, 保持一定整体形态。改良Krakow编织缝合法能有效将髌骨、骨折块与伸膝装置远端紧密连接。修复髌腱后可加强缝合周围支持带。经髌骨中份、胫骨结节横向穿入空心钉建立隧道。髌骨空心钉偏前方骨皮质置入, 一方面可避免与锚钉位置重叠, 另一方面可使张力带方向更趋于与伸膝装置一致。选取空心钉长度短于骨质宽度, 避免金属的切割导致钢丝早期断裂。钢丝“8”字捆绑时, 位于髌骨下极骨折处交叉, 产生张力带效应。为避免钢丝过长或过短不能达到减张效果, 以术中膝关节屈曲90°, 钢丝处于紧张状态为准。术后每月复查膝关节X线片至骨折愈合。术后1年可经皮微创切口取出钢丝张力带, 避免钢丝断裂后断端引发皮肤危象。

三、手术技术对比及优势

髌骨下极骨折手术指征包括骨折块移位大于3 mm、粉碎性骨折、伸膝装置破坏等^[13]。手术目的主要为重建伸膝装置的连续性。第一类方法主张切除髌骨下极并上移髌韧带止点进行重塑^[14]。但髌骨高度的改变使原有解剖关系、生物力学发生变化, 术后易发生膝关节疼痛不适、髌股关节炎等。在对比研究中也证实切除髌骨病人关节功能不及内固定病人^[15]。

空心钉或克氏针联合钢丝张力带技术是目前临床治疗髌骨骨折常用的方法^[16]。空心钉或克氏针纵向穿过髌骨骨质, 一方面固定骨折块, 另一方面钢丝通过空心钉隧道或绕克氏针进行加压固定, 转移髌骨前方张力。张力带本身对骨折断端的压配力有限, 如果空心钉能穿过骨折块, 则早期可提供坚强固定^[17]。但髌骨下极骨折常涉及冠状面和矢状面, 骨折块多为粉碎性, 实现难度大^[18]。而光滑的克氏针固定存在锚定强度不足和滑移的问题。髌骨爪、钢板内固定可进行多方位把持, 尤其适用于髌骨下极的粉碎性骨折^[19-20]。但膝关节前方软组织覆盖有限, 屈伸活动时, 髌骨表面内置物与周围组织产生激惹, 术后病人局部可能出现疼痛不适, 影响膝关节功能康复^[21]。再加之创伤后软组织撕裂、剥脱, 围手术期软组织肿胀等因素, 骨表面过多的内固定装置势必增加创面风险。一旦发生坏死、感染, 加之易侵及关节腔内, 将是灾难性后果。带线锚钉的优势在于腱性组织的修复, 包括重建伸膝装置完整性, 分散应力和抗旋转扭力^[22]。其缝线可保持长期的拉力, 固定韧带与骨接触面。带线锚钉单独应用的固定强度不能满足治疗需求, 常需结合其他固定方式进行加强。本组病人应用两枚带线锚钉, 应用Krakow缝合法将髌骨下极粉碎的骨折块和髌韧带紧密连接。经髌韧带桥架钢丝张力带抗前方张力, 加强初始稳定性, 利于病人早期康复锻炼。两种方法的结合抵消了单一固定方式的不足, 如单一髌骨-胫骨结节张力带固定时骨折块游走、髌韧带撕裂后对合不良等。该方法仅部分钢丝置于髌骨表面, 不会对软组织产生过多激惹, 术后创面均一期愈合。

综上所述, 经髌韧带钢丝张力带结合带线锚钉联合固定初始强度可靠。同时外露于骨表面的内置物有限, 减少对软组织激惹和创面风险。治疗髌骨下极粉碎性骨折疗效满意, 临床应用价值显著。本研究存在不足之处: 没有设立同期对照, 缺少横向比较。另外病例数有限, 仍有待多中心大样本量的进一步研究证实。

参 考 文 献

- [1] Kuo LY, Chen CY, Lin KC. Combining a transosseous cerclage wire after patellar tendon reattachment to treat patella distal pole fracture did not improve functional outcome[J]. Sci Rep, 2022, 12(1): 9587.
- [2] Bulaid Y, Fabre M, Parratte S, et al. Patella distal pole fracture treated using ipsilateral hamstring autograft augmentation and no additional hardware[J]. Arthrosc Tech, 2020, 10(1): e61-e65.
- [3] Lazaro LE, Wellman DS, Pardee NC, et al. Effect of computerized

- tomography on classification and treatment plan for patellar fractures[J]. *J Orthop Trauma*, 2013, 27(6): 336-344.
- [4] 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.
- [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.
- [6] 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.
- [7] Matejčić A, Ivica M, Jurišić D, et al. Internal fixation of patellar apex fractures with the basket plate: 25 years of experience [J]. *Injury*, 2015, 46 Suppl 6: S87-S90.
- [8] Kumar S, Mittal S, Manhas V, et al. Functional and radiological outcomes following plating for displaced fractures of patella: a pilot study[J]. *Injury*, 2022, 53(2): 691-697.
- [9] Bui CN, Learned JR, Scolaro JA. Treatment of patellar fractures and injuries to the extensor mechanism of the knee: a critical analysis review[J]. *JBJS Rev*, 2018, 6(10): e1.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] Sun F, Zhang Y, Ji Q, et al. A new antirotation strategy of K-wire tension band therapy for patellar fracture [J]. *Front Surg*, 2022, 9: 891869.
- [13] Hargett DI, Sanderson BR, Little MTM. Patella fractures: approach to treatment [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2021, 29(6): 244-253.
- [14] 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.
- [15] Matejčić A, Puljiz Z, Elabjer E, et al. Multifragment fracture of the patellar apex: basket plate osteosynthesis compared with partial patellectomy [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2008, 128(4): 403-408.
- [16] Anderson TRE, Beak PA, Trompeter AJ. Intra-medullary nail insertion accuracy: a comparison of the infra-patellar and supra-patellar approach [J]. *Injury*, 2019, 50(2): 484-488.
- [17] Liu J, Ge Y, Zhang G, et al. Clinical outcomes of cannulated screws versus ring pin versus K-wire with tension band fixation techniques in the treatment of transverse patellar fractures: a case-control study with minimum 2-year follow-up [J]. *Biomed Res Int*, 2022: 5610627.
- [18] Zhang ZS, Li PF, Zhou F, et al. Comparison of a novel tension band and patellobial tubercle cerclage in the treatment of comminuted fractures of inferior pole of the patella [J]. *Orthop Surg*, 2020, 12(1): 224-232.
- [19] Moore TB, Sampathi BR, Zamorano DP, et al. Fixed angle plate fixation of comminuted patellar fractures [J]. *Injury*, 2018, 49(6): 1203-1207.
- [20] Liu Y. Mechanical analysis and clinical application of butterfly-shaped patellar claw [J]. *Comput Math Methods Med*, 2022: 2008668.
- [21] 李春江, 王保苍, 王斌, 等. 免激惹张力带技术治疗髌骨下极骨折[J]. *中华骨科杂志*, 2021, 41(24): 1776-1784.
- [22] 蔡国锋, 李彦林, 宁梓文, 等. 锚钉辅助伸膝装置联合重排术治疗复发性髌骨脱位的中期疗效[J]. *中国修复重建外科杂志*, 2022, 36(8): 963-968.

(收稿日期: 2023-03-24)

(本文编辑: 龚哲妮)

引用格式

黄俊琪, 程佳佳, 王陶, 等. 经髌韧带钢丝张力带联合带线锚钉治疗髌骨下极粉碎性骨折[J]. *骨科*, 2024, 15(1): 76-79. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2024.01.015.