

骨 科 学

DOI: 10.13406/j.cnki.cyx.002285

微型外固定支架治疗第一掌骨基底部骨折 经大多角骨进钉方式的研究

旷 瑜, 余学东, 梁 勇, 安 洪

(重庆医科大学附属第一医院骨科, 重庆 400016)

【摘要】目的:优化微型外固定支架治疗第一掌骨基底部骨折时经大多角骨进钉的方式,以增加骨折固定的稳定性,并提出安全、明确的手术操作。**方法:**对腕部大多角骨行计算机断层扫描(computed tomography, CT)影像行多平面重建成像(multi-planer reconstruction, MPR),对大多角骨三维平面反映大多角骨的各项数值进行测量,根据测量值分析在大多角骨的钉道优化设计与可行性。**结果:**总计测量 60 例正常大多角骨的 CT 数据值,其中男女各 30 例,平均年龄 42.3 岁,测得其桡侧宽度为(13.46 ± 1.13) mm,高度为(11.43 ± 1.18) mm,减深距为(7.38 ± 0.98) mm,矢状长度为(14.59 ± 1.63) mm,根据测得的值定位钉道。**结论:**大多角骨骨体的大小能满足钉道优化设计的需求;大多角骨的测量值能评估钉道的安全范围,指导手术操作。

【关键词】大多角骨;CT 测值;第一掌骨基底部骨折;微型外固定支架;钉道

【中图分类号】R641

【文献标志码】A

【收稿日期】2019-02-26

Study on the nailing path at trapezium of minor external fixation for treating the fracture at the basilar of the first metacarpal

Kuang Yu, Yu Xuedong, Liang Yong, An Hong

(Department of Orthopedics, The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University)

【Abstract】Objective: To optimize the nailing path at trapezium of mineral external fixation for treating the fracture at the basilar of the first metacarpal, which can build more stable fixation and present safe and accurate operation. **Methods:** We measured the values of trapezium at multidimension by researching the computed tomography (CT) images of the bone at the multi-planer reconstruction (MPR) images, and analyzed them about the optimized nailing path design and feasibility. **Results:** The CT values of 60 people's normal trapezium were measured, including 30 men and 30 women with average age of 42.3. The radial width of trapezium is (13.46 ± 1.13) mm, middle altitude is (11.43 ± 1.18) mm, altitude above shorten sagittal diameter is (7.38 ± 0.98) mm, sagittal length is (14.59 ± 1.63) mm. The measured values were used in locating nail tract. **Conclusion:** Most of the sizes of trapezium can meet the requirement of the optimization of nailing path; most of the measured values of trapezium can be used to evaluate the safe range of nail tract and provide guidance for the operation.

【Key words】trapezium; CT values; the fracture at the basilar of the first metacarpal; minor external fixation; nail tract

第一腕掌关节结构特殊,以致第一掌骨基底部累及关节面的骨折(Rolando 骨折或 Bennet 骨折)常伴第一腕掌关节脱位^[1-2]。目前的流行病学调查统计分析结果显示,第一掌骨基底部骨折主要发生人群是青年男性,以右手为主^[3]。第一腕掌关节的功能对

拇指的对掌、对指功能影响非常大^[4]。从功能及社会影响来看,第一掌骨基底部骨折治疗有必要性,疗效需有肯定性。但治疗方法不同对预后有较大影响。微型外固定支架作为治疗第一掌骨基底部经关节面骨折的方法之一^[5],多篇文献报道该治疗方法有肯定的疗效^[5-13],是目前较为理想的治疗选择。绝大多数固定方法采用经大多角骨及第一掌骨固定,近远端各两颗螺钉,或远端两钉,近端一钉,全部固定钉位于同一平面内且基本平行^[14]。

作者简介:旷 瑜, Email: 624299562@qq.com,

研究方向: 手外科及上肢创伤方向。

通信作者: 余学东, Email: 13883094242@163.com。

优先出版: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1046.R.20190917.1111.034.html>

(2019-09-18)

目前三维有限元分析结果显示,Rolando 骨折经微型外支架固定的稳定性较微型钢板固定相比,稳定性较差^[15]。三维有限元分析在建模上,可见微型外固定支架的四颗固定螺钉在单平面内固定^[15-16]。从空间上看,四颗螺钉形成单平面内的四边形结构。基于此,如果改变进钉位置,使经大多角骨固定的两颗螺钉呈横截面内汇聚进钉,四颗螺钉在空间上组成含多个三角的立体力学空间,理论上可以改善稳定性,且已有类似操作的报道^[9]。目前尚无相关研究为此操作提供影像解剖上的支持和评估依据,且这一钉道改进需要进一步测量研究的可行性与可靠性。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 纳入排除标准 本研究为对既往手或腕部 CT 检查结果行回顾性研究。患者或因桡骨远端骨折,手部非第一掌骨、大多角骨、舟骨及关节损伤行手部或腕部 CT 检查。总计测量 60 例,男女各 30 例,年龄 18~70 岁,平均年龄 42.3 岁。由于本次研究评估需基于正常的大多角骨 CT 影像资料搜集可用 CT 影像资料,当第一腕掌关节位于休息位时便于关节面的判断,同时需要舟骨辅助定轴,且本次研究主要是对成年人的评估,结合重庆医科大学附属第一医院手及腕部 CT 检查包含大多角骨及第一掌骨与舟骨的情况,设置纳入及排除标准。纳入标准:①被检者年龄 18~70 岁;②本院所行手或腕部 CT 扫描图像含大多角骨、第一掌骨及舟骨;③扫描层厚<7 mm;④第一腕掌关节处于休息位;⑤大多角骨及第一掌骨未见骨折或病变。排除标准:①被检者年龄 18~70 岁;②本院所行手或腕部 CT 缺少大多角骨、第一掌骨或舟骨任一及以上者;③扫描层厚 ≥ 7 mm;④第一腕掌关节明显偏离休息位者;⑤大多角骨或第一掌骨存在骨折、病变,或第一腕掌关节脱位任一或以上者。

1.1.2 仪器与方法 CT 检查仪器:GE discovery HD750,SO-MATOM Perspective。螺旋扫描层厚 1~3 mm,原始图像重建层厚 0.400~0.625 mm,满足研究所需图像要求。扫描体位根据被检者病情而定,扫描视野根据被检者体位而定,扫描电流及电压等参数因为回顾性研究不能统一。以 Carestream RIS/PACS 系统导入 CT 影像,行 MPR 重建。

1.2 方法

1.2.1 定轴 在本院放射科影像系统程序(Carestream RIS/PACS)中,行 CT 影像 MPR 重建。以冠状面所见大多角骨上下关节面切线的中点连线为矢状切面轴线(图 1A),以矢状面所见大多角骨鞍状关节面弓弦线为水平切面轴线(以下简称鞍线)(图 1B),两线同时满足,并能以鞍线垂线验证,定轴方成立。以垂直于水平切面轴的线,根据两面相交定线,即有冠状切面轴线(图 1C)。

1.2.2 测量值 完成定轴后,在中间矢状截面测量弓长、鞍深、减深距(图 2A)，“弓长”如红色横线所示，“鞍深”如短黄线所示，“减深距”如蓝线所示。在桡侧最大截面测量桡侧切面中间十字的宽与高(图 2B)，“中间十字高”如红线所示，“中间十字宽”如绿线所示。在横截面上,找到“横截三角”,方法如下文关于“横截三角”解释所述,测量水平切面横截三角的两边与底边二段距、三角高(图 2C)。

1.2.3 各数值测量方法及依据 由于目前国内、外尚无关于大多角骨的详细测量报道,故在本文设定的测量体系下,各测量值均为首次定义命名。测量及记录由第一作者完成。为行校正并检测可重复性,验证方法科学性,测量时对同样本行非同日复测,最终以结果差异小于 0.5 mm 时的末次测量结果为准。

弓长:大多角骨的中间矢状截面上,测弓状关节面弦的长度(图 2A、图 3 中红线),用以评估定位针的位置及进针深度。

鞍深:大多角骨的中间矢状截面上,鞍状关节面弓的最低点距离弓弦的高度,记为鞍深(图 2A 中黄线,图 3 中蓝线),用以评估安全进钉范围。

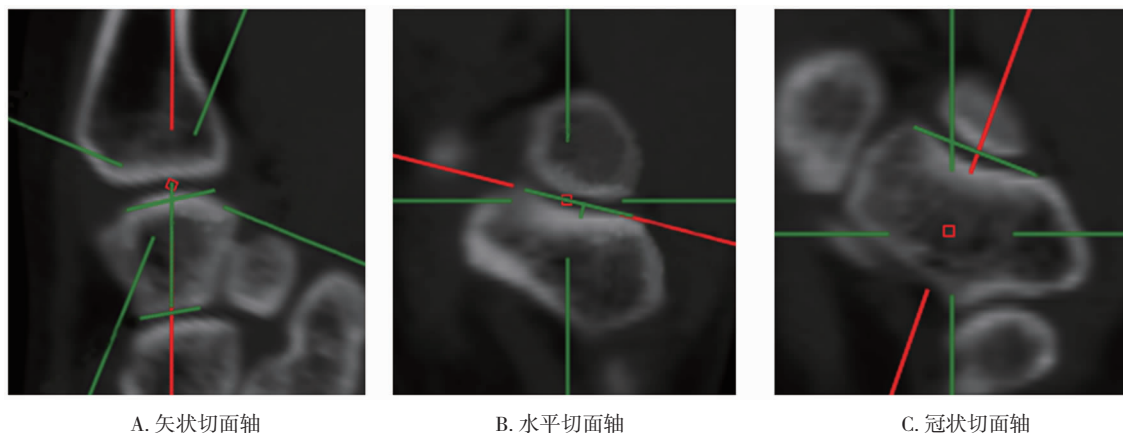


图 1 定轴

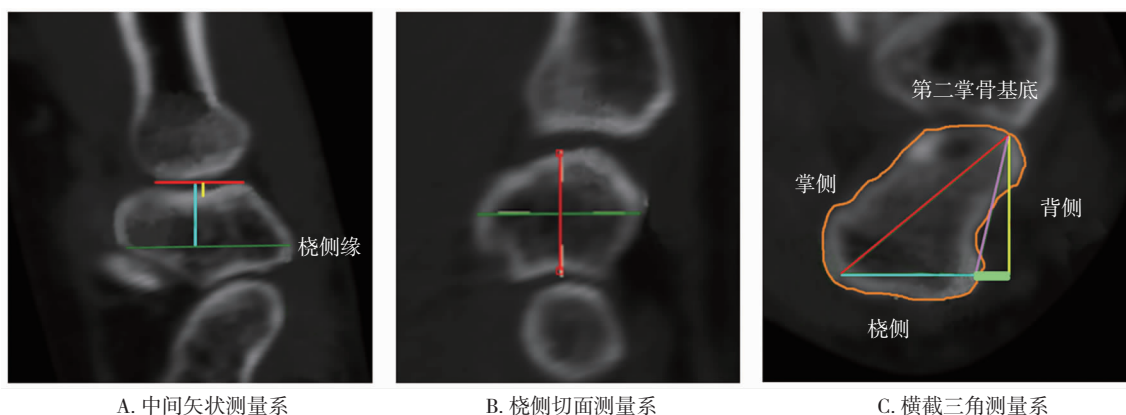


图 2 测量系

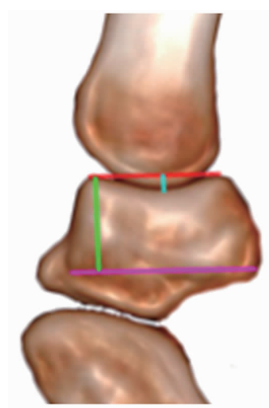


图 3 大多角骨背侧观

减深距:大多角骨的中间矢状截面上,平行弓弦测量大多角骨矢状长度,其逐渐减短的急剧变化处,标记大多角骨的矢状长度(图 2A 中绿线、图 3 中紫线),此线距离弓弦的高度定义为减深距(图 2A 中蓝线、图 3 中绿线)。此距离用以评估安全进钉范围及螺钉在长轴上的进钉点定位。

桡侧切面:在大多角骨的鞍面桡侧缘处,根据轴线得到桡侧切面,可以理解为有效进针面(图 2B)。

中间十字:最大桡侧切面中间的十字交叉线段互相中分时,测值为中间宽、高(基本为大多角骨桡侧切面的最大宽度与高度)(图 2B,图 4)。此处宽度用以评估钉道水平分布可行性。

横截三角:在鞍深至减深距之间的水平截面,取可见中间十字宽(如减深距大于十字高的 1/2)或可见最长矢状轴线(如减深距小于十字高的 1/2)的面,以桡侧最长边为三角形的底边,大多角骨与第二掌骨基底相接的背侧点为顶点做三角形,并做高(图 2C)。测量此三角形的掌侧边长、背侧边长及高,用以评估进钉深度。所得三角形分为两种类型:A 型(锐角三角形),B 型(直角及钝角三角形)。以横截三角的垂足为分段点,对底边进行分段测量,记为二段距,如下所述。

二段距:在 A 型横截三角,即锐角三角形上,高的垂足分底边为两段,命名为“背段”与“掌段”。B 型三角上,因为三角形的高在三角形外,“二段距”“背段”为负值,“掌段”为三角

底边长与“背段”绝对值之和(图 2C)。二段距用以评估进钉水平分布的位置。

特殊解剖:大多角骨背侧缘面近桡侧缘常有一凹陷(以下简称背侧凹)(图 2C),此处为肌腱走行区,横截三角背侧边常经过此凹陷。

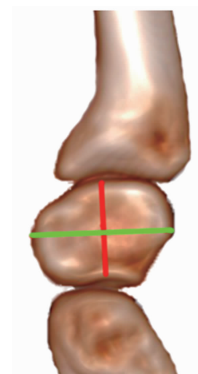


图 4 大多角骨桡侧观

以上数据结果用以评估在大多角骨上的进钉方法,即在大多角骨的同一横截面水平内,两螺钉汇聚进钉的操作定位。

1.2.4 大多角骨处进钉方式优化方法 经大多角骨处的两颗螺钉从大多角骨的桡侧面进钉,在同一横截面内汇聚。

1.3 统计学处理

对所测得大多角骨相关的 60 组数据进行汇总后,统计描述数据源特征。采用 SPSS 25.0 对数据的可靠性、各值的均数与方差及分布区间进行统计分析,并根据统计分析结果,得到其在设计大多角骨处的优化钉道位置上的导向意义。

2 结果

总计测量大多角骨三维 CT 数据 60 组,其中男女各 30 组,年龄范围在 18~70 岁间,平均年龄 42.3 岁,以 SPSS 25.0 软件行数据可靠性分析, $\alpha=0.901$ (二段距不参与可靠性分

析), $P < 0.001$, 数据可靠, 有统计学意义。得到反映大多角骨大小和形态的各数据见表 1。

表 1 大多角骨 CT 测量结果

测项	测量值	最大值 ($X_{\max}$)	最小值 ($X_{\min}$)
弓长(mm)	11.79 ± 1.30	14.90	9.00
鞍深(mm)	1.25 ± 0.63	2.50	0.00
减深距(mm)	7.38 ± 0.98	9.80	4.80
中间十字宽(mm)	13.46 ± 1.13	17.00	11.40
中间十字高(mm)	11.43 ± 1.18	14.10	9.30
桡侧面面积(mm ²)	135.17 ± 20.26	172.00	103.20
横截三角的背边长(mm)	15.09 ± 1.81	19.10	11.80
横截三角的掌边长(mm)	18.56 ± 1.77	22.60	14.10
横截三角的高(mm)	14.59 ± 1.63	17.90	11.70
横截三角的底背段(mm)	2.50 ± 2.72	7.90	-3.50
横截三角的底掌段(mm)	11.34 ± 2.57	17.00	6.20

从表 1 可知, 大多角骨在水平截面上有足够的宽度满足进钉需要, 且水平汇聚进钉的深度足够。进钉方式结果如下。①定位针定位: 以细针从第一腕掌关节间隙桡侧进针, 向第二掌骨基底方向刺入关节间隙, 当第一腕掌关节间隙正位 X 线片示, 细针与弓长线重叠时, 定位针在位准确。②进钉点定位: 在大多角骨上的进钉点与定位针的远近轴向距离为 5 mm 左右时, 可找到最大进钉深度的平面。③安全区: 在大多角骨的桡侧面进钉时, 首先, 朝向第二掌骨基底部近水平靠背侧的螺钉时, 进钉点从背侧缘向掌侧移动 2~3 mm, 或从背侧缘进钉, 进钉方向应适当偏向掌侧(螺钉方向与大多角骨背侧面成角 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$), 以避免螺钉穿过大多角骨背侧凹陷, 此处为拇指肌腱走行区; 其次, 进钉点定位与定位针远近轴向距离可在 3~5 mm 间波动。按照上述方法进行改进的大多角骨处进钉操作, 进钉更加准确、安全, 将微型外固定支架的固定方式由单平面固定改为多平面的固定, 且含多个固定三角, 能增加微型外固定支架的稳定性。

3 讨 论

定位针以手术中第一腕掌关节间隙定位而定, 因力线轴垂直于弓长线, 故以弓长线定位; 进钉点的轴向距离根据“减深距”方差范围内的最小值而定, 即 $7.38 \text{ mm} - 0.98 \text{ mm} = 6.40 \text{ mm}$, 而螺钉直径为 1.2~1.5 mm, 去除螺钉占位后, 尚余 5 mm 左右, 术中定位时取整数便于操作。由于大多角骨的桡侧截面宽度为 $(13.46 \pm 1.13) \text{ mm}$, 而目前使用的微型外固定支架螺钉直径为 1.2~1.5 mm, 支架螺钉孔间距为 5 mm, 螺钉汇聚角为 5° ; 定支架与大多角骨桡侧骨面的间距为 1.5 cm, 当两螺钉在大多角骨的同一

横截面内汇聚进钉, 经皮达大多角骨桡侧骨面时, 骨面处两螺钉进钉点间距约 3.5 mm, 两颗螺钉直径与间距所占距离为 5.9~6.5 mm。由此可见, 大多角骨的水平宽度是足够的。横截三角的高为 $(14.56 \pm 1.63) \text{ mm}$, 所测其最小值为 11.70 mm, 横截三角的高作为最短进钉深度, 测量结果显示, 最小的最短进钉深度(11.70 mm)大于 1 cm, 满足手术对螺钉进钉深度的要求。安全进钉范围基于考虑避免损伤邻近重要结构, 确保螺钉在大多角骨骨质内而不进入关节腔。从测量结果来看, 大多角骨的背侧凹深度约 2 mm, 为避免螺钉进入背侧凹中损伤肌腱, 背侧螺钉距背侧边缘需保持至少 2 mm; 也可以通过偏角来避开背侧凹。根据测量中所了解大多角骨情况, 发现其与第二掌骨基底接触面基本与大多角骨的桡侧面平行, 宽度在 4 mm 以上, 结合横截三角高及底边背段长度的情况计算偏角范围, 结果显示允许与大多角骨背侧面成角 $10^{\circ} \sim 35^{\circ}$, 按均值计算约为 18° , 故而背侧螺钉偏角取 $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。据所测数据值, 大多角骨处进钉平面距定位针的轴向距离在鞍深距离以下、减深高距离以上, 才不至于将螺钉穿入第一腕掌关节间隙, 也不至于进钉深度不足, 故在手术必要时, 进钉点定位与定位针远近轴向距离为 3~5 mm。

在微型外固定支架治疗第一掌骨基底部骨折的手术中, 可通过纵向的牵引力保持关节间隙并持续牵引, 通过周围软组织的张力保持并促进骨折复位^[8]。术中, 如要通过微型外固定架来维持牵引, 需使四颗螺钉平行于横截面, 避免因倾角导致力的不平衡, 从而使纵向力线偏倚, 增大侧方位移的风险。如术中复位良好, 不需通过外固定支架维持牵引, 那么位于大多角骨的螺钉与横截面存在适当倾斜角, 可以增加进钉深度和侧方阻力, 理论上可以增加侧方稳定性。

从目前的流行病学调查统计分析结果来看, 第一掌骨基底部骨折发生率占全身骨折的 0.35%, 占手部骨折的 1.92%^[17]。累及关节面的 Bennet 与 Rolando 骨折占受伤人群过半^[18], 青壮年占大多数, 治疗难度相对较大。疗效的优劣影响第一腕掌关节的功能, 对拇指功能影响大, 故治疗方法的优化存在极大必要性。治疗第一掌骨基底部骨折的方法众多^[19], 包括克氏针固定、张力带或螺钉内固定^[19]、微型钢板内固定^[20-21]、微型外固定支架固定等^[22]。凡涉

及切开复位都存在两个问题:一是第一腕掌关节的关节囊、周围韧带结构难免损伤,影响拇指活动度及第一腕掌关节稳定性^[4];二是周围软组织破坏、剥离后影响骨折愈合所需血供。此外,克氏针的退针问题,过多固定其他关节增加了不稳定因素而固定不牢以及影响其他关节活动度的问题,骨折块过小不能穿过克氏针、螺钉的问题,以及固定的侧方稳定性问题^[6],都为手术及预后造成了较大的困扰。而微型外固定支架在规避上述问题的情况下,已有好的疗效报道^[14]。

根据目前三维有限元结果显示,外固定支架经第一掌骨及大多角骨固定 Bennet 骨折,与双克氏针经第一、二掌骨及穿骨折块固定相比,前者稳定性明显优于后者^[15]。而微型外固定支架经大多角骨及第一掌骨形成含多三角形的立体结构固定,一是规避了跨过多关节固定所带来的系列问题;二是在原手术方式的基础上增加了稳定性;三是满足微创和早期康复的要求^[7];四是相对于微型钢板内固定来说不需二次手术取内固定^[8]。

本研究的测量结果已表明,大多角骨满足改进的进钉方式所需空间。当微型外固定支架所形成的立体结构更加稳定,就可以满足 8 周左右的外支架固定下骨折良好的愈合及安全的早期功能锻炼。由此看来,微型外固定支架在第一掌骨基底骨折,尤其是经关节面的骨折治疗上有明显的优势。

4 结 论

大多角骨整体大小能满足微型外固定支架经大多角骨桡侧在同一横截平面内汇聚进钉的需求。所测结果能指导改进微型外固定支架的进钉方式,以增加骨折固定的稳定性。

参 考 文 献

- [1] Carter KR, Nallamothu SV. Bennett fracture[M/OL]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2019. <http://europepmc.org/books/NBK500035>.
- [2] Kang JR, Behn AW, Messana J, et al. Bennett fractures: a biomechanical model and relevant ligamentous anatomy[J]. J Hand Surg Am, 2019, 44(2): 154.e1-5.
- [3] 刘松, 陈伟, 朱燕宾, 等. 2010 年至 2011 年中国东部和西部地区第一掌骨基底骨折的流行病学对比分析[J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19(12): 1069-1073.

- [4] Edmunds JO. Current concepts of the anatomy of the thumb trapeziometacarpal joint[J]. J Hand Surg Am, 2011, 36(1): 170-182.
- [5] Li Z, Guo Y, Tian W, et al. Closed reduction external fixator fixation versus open reduction internal fixation in the patients with Bennett fracture dislocation[J]. Chin Med J (Engl), 2014, 127(22): 3902-3905.
- [6] 沙广钊, 颜连启, 王永东, 等. 微型外固定支架治疗 Bennett、Rolando 骨折[J]. 徐州医学院学报, 2007, 27(7): 476-477.
- [7] Mehling IM, Schillo K, Arsalan-Werner A, et al. Fractures of the thumb ray[J]. Unfallchirurg, 2016, 119(12): 978-985.
- [8] 韩景玉. 微型器外固定和克氏针内固定治疗第一掌骨基底骨折的体会[J]. 世界最新医学信息文摘(电子版), 2013, 13(15): 178.
- [9] Proubasta IR. Rolando's fracture of the first metacarpal. Treatment by external fixation[J]. J Bone Joint Surg Br, 1992, 74(3): 416-417.
- [10] Kontakis GM, Katonis PG, Steriopoulos KA. Rolando's fracture treated by closed reduction and external fixation[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1998, 117(1/2): 84-85.
- [11] 王艳侠, 徐斌, 张春浩, 等. Orthofix-微型外固定器治疗 Bennett 骨折 31 例[J]. 生物骨科材料与临床研究, 2015, 12(6): 51-53.
- [12] 王晓光, 刘广炼, 梁瑞明, 等. 应用微型外固定架治疗 Bennett 骨折 21 例[J]. 临床误诊误治, 2011, 24(21): 93.
- [13] Houshian S, Jing SS. Treatment of Rolando fracture by capsuloligamentotaxis using mini external fixator: a report of 16 cases[J]. Hand Surg, 2013, 18(1): 73-78.
- [14] El-Sharkawy AA, El-Mofty AO, Moharram AN, et al. Management of Rolando fracture by modified dynamic external fixation: a new technique[J]. Tech Hand Up Extrem Surg, 2009, 13(1): 11-15.
- [15] 杨萃, 陆芸, 杨永超. 微型外固定支架与掌骨板固定治疗 Rolando 骨折的三维有限元分析[J]. 山东医药, 2016, 56(32): 12-14, 114.
- [16] Meng L, Zhang Y, Lu Y. Three-dimensional finite element analysis of mini-external fixation and Kirschner wire internal fixation in Bennett fracture treatment[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2013, 99(1): 21-29.
- [17] 刘松, 张奇, 陈伟, 等. 京津冀地区成人第一掌骨基底骨折的类型、性别及年龄特点[J]. 河北医科大学学报, 2017, 38(3): 287-289, 325.
- [18] 刘松, 陈伟, 朱燕宾, 等. 2003 年至 2012 年河北医科大学第三医院成人第一掌骨基底骨折的流行病学研究[J]. 中华创伤骨科杂志, 2017, 19(3): 245-248.
- [19] Soyer AD. Fractures of the base of the first metacarpal: current treatment options[J]. J Am Acad Orthop Surg, 1999, 7(6): 403-412.
- [20] 盛玉, 赵隆队, 杨秋娜. 微型双头加压螺钉或联合微型钢板内固定治疗第一掌骨基底部关节内骨折 22 例分析[J]. 中国当代医药, 2012, 19(21): 53-54.
- [21] 吴一芄, 徐永清, 师继红, 等. T 型掌指骨钢板联合克氏针固定治疗 Rolando 骨折[J]. 中华手外科杂志, 2014, 30(6): 416-418.
- [22] Mumtaz MU, Ahmad F, Kawoosa AA, et al. Treatment of Rolando fractures by open reduction and internal fixation using mini T-plate and screws[J]. J Hand Microsurg, 2016, 8(2): 80-85.

(责任编辑: 冉明会)