

# 加压空心螺钉与可吸收螺钉修复第5跖骨基底部分骨折： 足踝功能及骨折移位比较

王希, 邓宇, 余黎, 苏日罕, 赵星, 祝少博(武汉大学中南医院骨科, 湖北省武汉市 430071)

## 文章亮点:

- 1 加压空心螺钉与可吸收螺钉置入内固定均为修复第5跖骨基底部分骨折的有效方案, 采用加压空心螺钉固定第5跖骨基底部分骨折愈合时间短, 内固定后出现断钉及骨折移位少, 足踝活动度良好, 具有一定优势。但是不可否认可吸收螺钉对于修复第5跖骨基底部分骨折也有一定效果。
- 2 传统加压螺钉为钛合金材质, 具有很好金属强度, 可避免内固定断裂, 对骨折端加压良好, 可很好对抗术后腓骨短肌牵拉应力, 有助于骨折愈合。
- 3 可吸收螺钉组中有4例患者出现断钉后骨折移位, 可吸收螺钉为聚乳酸复合材料, 其强度弱于加压螺钉金属强度, 患者内固定后足应力牵拉可导致断钉、骨折移位。
- 4 金属加压螺钉组患者内固定后早期可行足踝活动, 而可吸收螺钉对骨折拉力强度弱于金属螺钉, 对骨折固定强度不足, 而早期硅胶托固定过长也是导致可吸收螺钉组足踝活动度低于金属加压螺钉组的原因。

## 关键词:

植入物; 骨植入物; 第5跖骨基底部分骨折; 加压空心螺钉; 可吸收螺钉; 内固定; 足踝功能; 骨折移位; 骨折愈合

## 主题词:

跖骨; 骨折; 内固定器; 螺钉

## 摘要

**背景:** 目前多采用加压空心螺钉或可吸收螺钉置入修复第5跖骨基底部分骨折, 而国内对此类报道不多。

**目的:** 对比分析加压空心螺钉与可吸收螺钉置入内固定修复第5跖骨基底部分骨折后患者足踝功能及骨折移位情况。

**方法:** 纳入2012年6月至2014年6月武汉大学中南医院收治的32例第5跖骨基底部分骨折患者, 根据内固定修复方式不同分为两组, 加压空心螺钉组18例, 可吸收螺钉组14例。根据两组骨折愈合时间、内固定后感染、足踝活动度及骨折移位情况评估修复效果。

**结果与结论:** 32例病例均获随访, 随访时间6-18个月。两组均获得骨性愈合, 但与可吸收螺钉组比较, 加压空心螺钉组骨折愈合时间短( $P < 0.05$ ), 内固定后出现断钉及骨折移位少( $P < 0.05$ ), 足踝活动度良好( $P < 0.05$ ), 具有一定优势。可吸收螺钉应提高其材料的强度, 改善其螺钉螺纹, 提高抗拔出特性, 使患者早期行足踝活动, 从而降低可吸收螺钉在临床使用的风险性。

王希, 邓宇, 余黎, 苏日罕, 赵星, 祝少博. 加压空心螺钉与可吸收螺钉修复第5跖骨基底部分骨折: 足踝功能及骨折移位比较[J]. 中国组织工程研究, 2015, 19(13):2114-2118.

doi:10.3969/j.issn.2095-4344.2015.13.027

## Comparison of hollow compression screws and absorbable screws for the treatment of the fifth metatarsal fracture: ankle function and fracture displacement

Wang Xi, Deng Yu, Yu Li, Su Ri-han, Zhao Xing, Zhu Shao-bo (Department of Orthopedics, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei Province, China)

## Abstract

**BACKGROUND:** The hollow compression screws and absorbable screws can be applied for the treatment of the fifth metatarsal fracture. However, little evidence is obtained in China.

**OBJECTIVE:** To compare ankle function and fracture displacement in patients with the fifth metatarsal fracture after interventions of hollow compression screws and absorbable screws.

**METHODS:** 32 patients with the fifth metatarsal fracture were recruited from Zhongnan Hospital of Wuhan University between June 2012 and June 2014. According to the internal fixation method, the involved patients were divided into hollow compression screws group ( $n=18$ ) and absorbable screws group ( $n=14$ ). Clinical outcomes of patients in the two groups were evaluated through observations of the mean healing time, postoperative infection, ankle activity and fracture displacement.

**RESULTS AND CONCLUSION:** All the 32 patients were followed up for 6-18 months and were all healed. Compared with the absorbable screws group, the healing time was shorter ( $P < 0.05$ ), incidence of postoperative screw rupture and fracture displacement was lower ( $P < 0.05$ ), and ankle activity was better in the hollow

王希, 男, 1987年生, 湖北省十堰市人, 汉族, 武汉大学中南医院骨科在读硕士, 主要从事四肢创伤修复的临床研究。

通讯作者: 祝少博, 博士, 主任医师, 武汉大学中南医院骨科, 湖北省武汉市 430071

中图分类号: R318

文献标识码: B

文章编号: 2095-4344

(2015)13-02114-05

稿件接受: 2015-02-03

http://www.crter.org

Wang Xi, Studying for master's degree, Department of Orthopedics, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei Province, China

Corresponding author: Zhu Shao-bo, M.D., Chief physician, Department of Orthopedics, Zhongnan Hospital of Wuhan University, Wuhan 430071, Hubei Province, China

Accepted: 2015-02-03

compression screws group ( $P < 0.05$ ). It is necessary to enhance the strength, improve screw thread, increase anti-pulling property, and allow early ankle activity, thus reducing the risk of clinical application of the absorbable screws.

**Subject headings:** Metatarsal Bones; Fractures, Bone; Internal Fixators; Bone Nails

Wang X, Deng Y, Yu L, Su RH, Zhao X, Zhu SB. Comparison of hollow compression screws and absorbable screws for the treatment of the fifth metatarsal fracture: ankle function and fracture displacement. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2015;19(13):2114-2118.

## 0 引言 Introduction

跖骨骨折在足部最为常见, 原因有重物压伤、肌肉牵拉和严重扭伤等。重物直接降落足背击伤, 可以造成任何部位的骨折或多发骨折。简介暴力多为足跖固定、足部扭曲外力, 造成跖骨的骨折, 易造成中间3条跖骨螺旋形骨折或第5跖骨基底骨折。

第5跖骨基底骨折发生率虽不高, 但在跖骨骨折中则较常见。跖骨基底由韧带与骰骨牢固相连, 当足部跖屈、前足内翻时, 腓骨短肌猛烈收缩, 可发生第5跖骨基底骨折。Robert Jones本人发生该骨折后首次报道, 因而名为Jones骨折<sup>[1]</sup>。骨折块可由腓骨短肌牵拉移位。此外, 直接暴力打击或内翻外力亦可发生第5跖骨骨折, 当出现斯托骨折无移位或移位较轻时, 不累及关节面时, 临床上通常采用石膏固定法对其治疗, 均可获得满意的疗效。但对于骨折移位、粉碎严重, 累计跖跗关节致关节面不平整者及对愈合质量要求较高如运动员, 若依旧行保守治疗, 易出现骨折不愈合、足部畸形、活动疼痛、足部感觉减退, 影响患者日常生活质量, 所以该骨折有手术适应证时应积极手术, 否则会留下较严重的后遗症。

第5跖骨基底骨折手术修复治疗中以加压空心螺钉、可吸收螺钉、钢板置入内固定为常见。随着科学技术发展及医学领域不断更新, 对于内固定技术要求不断提高, 现提倡微创手术, 尽量缩小切口及缩短手术时间, 可有效减少伤口感染及患者痛苦。目前多采用加压空心螺钉或可吸收螺钉置入修复第5跖骨基底骨折, 而国内对此类报道不多。

武汉大学中南医院自2012年6月至2014年6月共收治32例第5跖骨基底骨折患者, 分别采用加压空心螺钉和可吸收螺钉置入内固定治疗, 作者将对两种方法的修复效果进行对比分析。

## 1 对象和方法 Subjects and methods

**设计:** 对比观察实验。

**时间及地点:** 于2012年6月至2014年6月在武汉大学中南医院创伤修复科完成。

**对象:** 纳入武汉大学中南医院创伤修复科2012年6月至2014年6月间收治的影像学显示第5跖骨基底骨折患者32例, 男21例, 女11例; 年龄19-47岁; 左足15例, 右足17例; 29例为闭合性骨折, 3例为开放性骨折。受伤原因: 跌倒损伤11例, 车祸伤9例, 运动伤12例, 均为新鲜

骨折。

**纳入标准:** ①既往无第5跖骨骨折病史。②骨折均伴有移位, X射线显示 $> 2 \text{ mm}$ 。③受伤时间均 $< 48 \text{ h}$ 。④患者对治疗及试验方案知情同意, 且得到医院伦理委员会批准。

**排除标准:** 骨折部位已伴有严重感染及已行相关治疗, 患者患严重全身慢性疾病及较重骨质疏松, 无法耐受手术。

32例第5跖骨基底骨折患者因内固定修复方式不同分为两组, 加压空心螺钉组18例, 可吸收螺钉组14例。两组患者一般资料比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。

**材料:** 本研究中所使用的两种内固定材料均由武汉惠美康医疗器械公司提供。空心加压螺钉由钛合金材料制成, 表面经阳极氧化处理; 可吸收螺钉为聚左旋乳酸合成材料, 该内固定材料X射线下不显影。

两种内固定物具有与生物体内的组织和血液中的生化成份相容, 材料不被腐蚀且对生物体不产生毒副作用的特性与能力。其抗性主要涵盖了细胞吸附性、无抑制细胞生长性、细胞激活性、抗细胞原质转化性、抗类症性、无抗原性、无诱变性、无致癌性、无致畸性等, 以及血液相容性, 如抗血小板血栓形成、抗凝血性、抗溶血性、抗白血细胞减少性、抗补体系统亢进性、抗血浆蛋白吸附性和抗细胞因子吸附性等。

**方法:** 患者采用腰硬膜外麻醉, 麻醉起效后使用止血带缚患肢以止血, 下肢趋血后进行手术。患者取仰卧位, 术中注意将髋关节屈曲, 内收膝关节以利于手术操作, 以第5跖骨基底中心做2.0-3.0 cm纵形切口, 依次切开皮肤及皮下组织, 暴露骨折端, 清除断端软组织及淤血块, 直视骨折复位, 复位后以复位钳固定, 自转子部头端通过骨折线交叉穿入1枚1.0 mm导针, 待C臂机显示骨折复位及导针固定位置良好, 沿导针方向拧入可吸收螺钉或加压空心螺钉1枚(图1), 退出导针, 再次透视检查内固定物固定良好, 冲洗并逐层缝合切口。

**治疗后处理:** 内固定后患肢抬高, 常规应用抗生素预防治疗72 h。加压空心螺钉组患者内固定后2 d开始主动及被动行足踝部功能锻炼。内固定后2周伤口拆线, 拆线后患者拄拐逐渐负重活动, 6-8周复查X射线视骨折愈合情况开始完全负重活动并定期随访门诊。可吸收螺钉组患者内固定后2周伤口拆线, 使用足踝部硅胶托固定4周, 6-8周复查X射线开始负重活动并定期随访门诊。

**主要观察指标:** 随访复查两组患者内固定后X射线片

表2 两组患者内固定后各项指标比较

Table 2 The postoperative indicators of patients in the two groups

组别	n	骨折愈合时间( $\bar{x}\pm s$ , 周)	感染例数(n/%)	内固定后4周足踝活动评分( $\bar{x}\pm s$ )	内固定后12周足踝活动评分( $\bar{x}\pm s$ )	骨折内固定后移位例数(n)
加压空心螺钉组	18	8.1±0.4	1/6	4.7±0.3	4.9±0.3	0
可吸收螺钉组	14	9.2±0.5	2/14	3.9±0.3	4.7±0.3	4
$t/x^2$		7.308	4.256	8.229	3.961	5.877
P		< 0.001	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05

表注: 两组患者骨折愈合时间、感染例数、足踝活动度评分及骨折内固定后出现骨折移位例数比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 加压空心螺钉组具有一定优势。

表1 两组患者基线资料比较

Table 1 Baseline data of the patients in two groups

组别	n	性别(n)		年龄( $\bar{x}\pm s$ , 岁)
		男	女	
加压空心螺钉组	18	12	6	27.4±4.6
可吸收螺钉组	14	9	5	29.8±6.5
P		> 0.05		> 0.05

表注: 两组患者基线资料比较, 差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性。



图1 男性32岁第5跖骨基底骨折患者空心加压螺钉置入内固定前后影像学图片

Figure 1 Radiographic images of a 32-year-old male patient with the fifth metatarsal fracture before and after internal fixation treatment using hollow compression screws

图注: 图A为内固定前CT片; B为内固定后X射线片, 示骨折固定良好。

确定骨折愈合时间及是否出现骨折移位; 观察伤口是否出现渗液及红肿判断是否感染。

通过Maryland评分评估足踝活动度, 患侧活动度与健侧对比, 正常5分, 轻度减少4分, 明显减少2分, 僵直0分。

统计学分析: 作者采用SPSS 18.0软件进行统计学分析, 资料采用 $\bar{x}\pm s$ 表示, 计量资料采用t检验、计数资料采用 $\chi^2$ 检验;  $P < 0.05$ 为差异有显著性意义。

## 2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 按照意向性分析, 32例第5跖骨基底骨折患者因内固定修复方式不同分为两组, 加压空心螺钉组18例, 可吸收螺钉组14例。截止随访末期, 两组患者均进入结果分析, 无脱落。

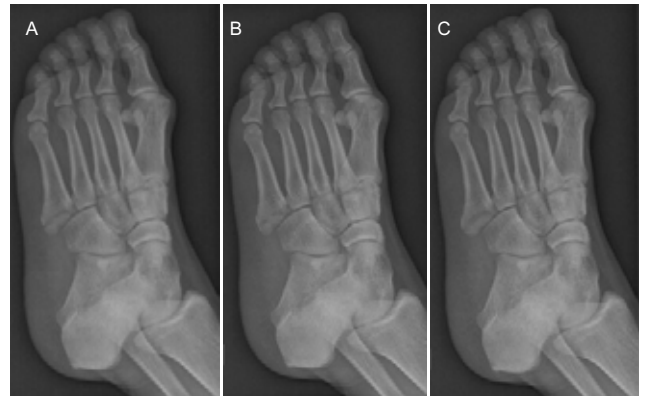


图2 男性27岁第5跖骨基底骨折患者可吸收螺钉置入内固定前后影像学图片

Figure 2 Radiographic images of a 27-year-old male patient with the fifth metatarsal fracture before and after internal fixation treatment using absorbable screws

图注: 因为可吸收螺钉为聚乳酸合成X射线不显影, 图A为内固定前X射线片, 可见患者明显的骨折移位且移位大于2mm; 图B为内固定后4周X射线片, 可见骨折线逐渐模糊; 图C为内固定后6周X射线片, 可见明显骨折线, 示再次移位。

2.2 基线资料比较 两组患者基线资料比较差异无显著性意义( $P > 0.05$ ), 具有可比性, 见表1。

2.3 随访结果 32例病例均获随访, 随访时间6-18个月。两组均获得骨性愈合, 其中加压空心螺钉组患者平均愈合时间为(8.1±0.4)周, 1例出现浅层感染, 入院时为开放性伤口, 无内固定后骨折移位及内固定物松动等并发症。可吸收螺钉组患者平均愈合时间为(9.2±0.45)周, 2例出现浅层感染, 入院时为开放性伤口。两组患者骨折愈合时间、感染例数、足踝活动度评分及骨折内固定后出现骨折移位例数比较差异有显著性意义( $P < 0.05$ ), 见表2。

### 2.4 典型病例

病例1: 男性患者, 32岁, 左足疼痛、活动受限, 诊断为第5跖骨基底骨折, 患者选择空心加压螺钉置入内固定, 置入后内固定物无松动表现, X射线片示骨折固定良好, 见图1。

病例2: 男性患者, 27岁, 左足疼痛、肿胀、活动受限, 诊断为第5跖骨基底骨折, 患者选择可吸收螺钉置入内固定, 内固定后6周下地活动时, 出现左足疼痛, 行X射线示骨折再次移位, 见图2。

2.5 不良事件 可吸收螺钉组中有4例患者出现断钉后骨

折移位, 可见可吸收螺钉存在一定的局限性, 因其为聚乳酸复合材料, 其强度弱于加压螺钉的金属强度, 患者内固定后足应力牵拉可导致断钉、骨折移位情况。

### 3 讨论 Discussion

第5跖骨基底骨折是一种常见、特殊且重要的骨折<sup>[1]</sup>。5跖骨基底与骰骨构成第5跖跗关节, 参与构成Lisfranc外侧柱, 构成足外侧纵弓的最主要部分, 对足部运动有着极其重要的作用<sup>[2-4]</sup>。第5跖骨基底骨折若无法达到关节面平整, 致使影响关节的活动能力受到限制<sup>[5-7]</sup>, 后期将折愈合延迟或不愈合, 出现创伤性关节炎、跖骨与骰骨的撞击<sup>[8]</sup>, 进而出现后期的行走疼痛等并发症, 严重影响生活质量<sup>[9-10]</sup>。而手术目的在于恢复第5跖跗关节正常解剖对位, 维持足弓的正常形态, 恢复局部生物力学环境, 保留第5跖跗关节活动度及其对外侧足弓弹性的维持。

修复第5跖骨基底骨折注意事项: ①关节内骨折必须恢复关节面平整, 否则术后可出现不同程度的创伤性关节炎, 患者将出现负重活动时疼痛, 影响患者生活质量。②切开筋膜层后, 注意保护腓骨短肌、第三腓骨肌腱及腓肠神经, 避免损伤这些结构引起术后足底外侧慢性疼痛及足外侧麻木, 感觉减退及后足活动异常。③撕脱的骨折块处于干骺端, 为松质骨较为脆弱, 复位时需仔细、轻柔操作, 复位是需直径较小的克氏针临时固定, 以避免骨折块再次出现骨折, 从而影响螺钉内固定效果。

第5跖骨基底骨折治疗方式为手术治疗及非手术治疗两种方式<sup>[11-13]</sup>。非手术治疗多采用石膏固定, 由于腓骨短肌牵拉应力大致使石膏固定治疗第5基底骨折不稳定<sup>[14-15]</sup>, 患者后期易出现骨折延迟愈合, 畸形愈合及不愈合等并发症较多<sup>[16]</sup>。据 Rosenberg等<sup>[17]</sup>报道, 其非手术治疗的愈合率仅为72%-93%, 在运动员等特殊人群中其不愈合率甚至在20%以上。

现临床多采用手术治疗第5跖骨基底骨折, 对于手术指征, Heineck等<sup>[18]</sup>指出骨折移位大于2 mm及关节面受累程度达到30%应选用手术治疗。对于内固定选择上多为克氏针张力带、螺钉、钢板、外固定架、髓内钉固定等<sup>[19-21]</sup>。目前国内对于第5跖骨基底骨折手术治疗, 多采用加压螺钉或可吸收螺钉置入内固定, 随着微创治疗发展, 可吸收螺钉已广泛用于骨科骨折治疗, 因可吸收螺钉置入对患者创伤小、手术时间短, 最大的优点在于可减少二次取钉创伤, 甚至可取代金属螺钉。

作者根据本院第5跖骨基底骨折疗效的临床数据分析, 加压空心螺钉临床修复效果优于可吸收螺钉。传统加压螺钉为钛合金材质, 具有很好金属强度, 可避免内固定断裂, 对骨折端加压良好, 可很好对抗术后腓骨短肌牵拉应力, 有助于骨折愈合<sup>[22-24]</sup>。金属加压螺钉组中患者术后未出现骨折移位<sup>[25]</sup>, 而可吸收螺钉组中有4例患者出现断钉

后骨折移位, 可见可吸收螺钉存在一定的局限性, 因自身为聚乳酸复合材料其强度弱于加压螺钉金属强度, 患者术后足应力牵拉可导致断钉、骨折移位情况<sup>[26-27]</sup>。金属加压螺钉组患者内固定后早期可行足踝活动, 而可吸收螺钉多为生物材料复合物, 其对骨折拉力强度弱于金属螺钉, 对骨折固定强度信心不足, 患者术后需卧床患肢硅胶托固定4周, 早期无法行足踝活动, 导致4周后逐渐下地负重活动, 出现左踝部僵硬及活动度减弱<sup>[28-30]</sup>。置入后3个月足踝活动度金属加压螺钉组仍优于可吸收螺钉组, 而早期硅胶托固定过长也是导致可吸收螺钉组足踝活动度低于金属加压螺钉组的原因。可见可吸收螺钉在临床使用存在局限性。

**结论:** 随着科学技术的发展, 可吸收螺钉应提高其材料的强度, 改善其螺钉螺纹, 提高抗拔出特性, 使患者早期行足踝活动, 从而降低可吸收螺钉在临床使用的风险性。

**作者贡献:** 王希负责试验设计、评估、成文, 王希、邓宇、余黎、苏日罕、赵星负责资料收集, 祝少博进行文章审校。

**利益冲突:** 文章及内容不涉及相关利益冲突。

**伦理要求:** 参与试验的患病个体及其家属自愿参加, 对试验过程完全知情同意, 在充分了解治疗方案的前提下签署“知情同意书”; 干预及治疗方案获医院伦理委员会批准。

**学术术语:** 第5跖骨基底骨折-为足踝外科常见骨折, 而足踝外科是骨科近年来较为热门的分支, 第5跖骨基底骨折影响足踝活动的功能, 尤其是对于年轻患者及运动员, 要求复位较高, 螺钉是骨折固定常用的内固定物, 目前多采用加压空心螺钉或可吸收螺钉置入修复第5跖骨基底骨折, 而国内对此类报道不多。

**作者声明:** 文章为原创作品, 无抄袭剽窃, 无泄密及署名和专利争议, 内容及数据真实, 文责自负。

### 4 参考文献 References

- Ahmad R, Shobaki S, Ahmed SM. Calcaneal Fracture with Ipsilateral Bi-Malleolar and Fourth and Fifth Metatarsal Fractures. *BMJ Case Rep.* 2009;(2009):2006044537.
- Ahmad R, Shobaki S, Ahmed SM. Calcaneal Fracture with Ipsilateral Bi-Malleolar and Fourth and Fifth Metatarsal Fractures. *Emerg Med J.* 2007;24:747.
- Beirer M, Harrasser N, Schmidutz F, et al. Therapeutic Approach to Fractures of the Proximal Fifth Metatarsal Bone. *MMW Fortschr Med.* 2013;155:53-54.
- Berlet GC, Olms K, Saxena A. Fifth Metatarsal Fractures. *Foot Ankle Spec.* 2014;7:127-134.
- DeVries JG, Cuttica DJ, Hyer CF. Cannulated Screw Fixation of Jones Fifth Metatarsal Fractures: A Comparison of Titanium and Stainless Steel Screw Fixation. *J Foot Ankle Surg.* 2011; 50:207-212.
- Ding BC, Weatherall JM, Mroczek KJ, et al. Fractures of the Proximal Fifth Metatarsal: Keeping up with the Joneses. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2012;70:49-55.

- [7] Donley BG, McCollum MJ, Murphy GA, et al. Risk of Sural Nerve Injury with Intramedullary Screw Fixation of Fifth Metatarsal Fractures: A Cadaver Study. *Foot Ankle Int.* 1999; 20:182-184.
- [8] Konkel KF, Menger AG, Retzlaff SA. Nonoperative Treatment of Fifth Metatarsal Fractures in an Orthopaedic Suburban Private Multispecialty Practice. *Foot Ankle Int.* 2005;26: 704-707.
- [9] Koslowsky TC, Gausepohl T, Mader K, et al. Treatment of Displaced Proximal Fifth Metatarsal Fractures Using a New One-Step Fixation Technique. *J Trauma.* 2010;68:122-125.
- [10] Landorf KB. Clarifying Proximal Diaphyseal Fifth Metatarsal Fractures. The Acute Fracture Versus the Stress Fracture. *J Am Podiatr Med Assoc.* 1999;89:398-404.
- [11] Mahan ST, Hoellwarth JS, Spencer SA, et al. Likelihood of Surgery in Isolated Pediatric Fifth Metatarsal Fractures. *J Pediatr Orthop.* 2014.
- [12] Mallee WH, Weel H, van Dijk CN, et al. Surgical Versus Conservative Treatment for High-Risk Stress Fractures of the Lower Leg (Anterior Tibial Cortex, Navicular and Fifth Metatarsal Base): A Systematic Review. *Br J Sports Med.* 2014.
- [13] Massada MM, Pereira MA, de Sousa RJ, et al. Intramedullary Screw Fixation of Proximal Fifth Metatarsal Fractures in Athletes. *Acta Ortop Bras.* 2012;20:262-265.
- [14] Murawski CD, Kennedy JG. Percutaneous Internal Fixation of Proximal Fifth Metatarsal Jones Fractures (Zones I and II) with Charlotte Carolina Screw and Bone Marrow Aspirate Concentrate: An Outcome Study in Athletes. *Am J Sports Med.* 2011;39:1295-1301.
- [15] Orendurff MS, Rohr ES, Segal AD, et al. Biomechanical Analysis of Stresses to the Fifth Metatarsal Bone During Sports Maneuvers: Implications for Fifth Metatarsal Fractures. *Phys Sportsmed.* 2009;37:87-92.
- [16] Pecina M, Bojanic I, Smoljanovic T, et al. Surgical Treatment of Diaphyseal Stress Fractures of the Fifth Metatarsal in Competitive Athletes: Long-Term Follow-up and Computerized Pedobarographic Analysis. *J Am Podiatr Med Assoc.* 2011; 101:517-522.
- [17] Rosenberg GA, Sfera JJ. Treatment strategies for acute fractures and nonunions of the proximal fifth metatarsal. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000;8(5):332-338.
- [18] Heineck J, Liebscher T. Fifth metatarsal base avulsion fractures. *Orthop Trauma.* 2001;9:141-147.
- [19] Shahid MK, Punwar S, Boulind C, et al. Aircast Walking Boot and Below-Knee Walking Cast for Avulsion Fractures of the Base of the Fifth Metatarsal: A Comparative Cohort Study. *Foot Ankle Int.* 2013;34:75-79.
- [20] Thomas JL, Davis BC. Three-Wire Fixation Technique for Displaced Fifth Metatarsal Base Fractures. *J Foot Ankle Surg.* 2011; 50:776-779.
- [21] Solan M, Davies M. Nonunion of fifth metatarsal fractures. *Foot Ankle Clin.* 2014; 3: 499-519.
- [22] Smith TO, Clark A, Hing CB. Interventions for Treating Proximal Fifth Metatarsal Fractures in Adults: A Meta-Analysis of the Current Evidence-Base. *Foot Ankle Surg.* 2011; 17: 300-307.
- [23] Fetzer GB, Wringt RW. Metatarsal shaft fracture and fractures of the proximal fifth metatarsal. *Clin Sports Med.* 2006;25(1): 139-150.
- [24] Rammelt S, Schneiders W, Schikore H, et al. Primary open reduction and fixation compared with delayed corrective arthrodesis in the treatment of tarsometatarsal (Lisfranc) fracture dislocation. *J Bone Joint Surg Br.* 2008;90(11): 1499-1506.
- [25] 胡孙君, 俞光荣, 杨云峰, 等. 第四、五跖跗关节活动度的实验研究及临床意义[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2008, 10(12):1149-1152.
- [26] 袁锋, 李兵, 俞光荣, 等. 第五跖骨骨折的手术治疗[J]. *中国骨与关节损伤杂志*, 2010, 25(8):689.
- [27] Ramponi DR. Proximal Fifth Metatarsal Fractures. *Adv Emerg Nurs J.* 2013; 35:287-292.
- [28] Shah SN, Knoblich GO, Lindsey DP, et al. Intramedullary Screw Fixation of Proximal Fifth Metatarsal Fractures: A Biomechanical Study. *Foot Ankle Int.* 2001;22:581-584.
- [29] Mandracchia VJ, Mahdi DM, Toney PA, et al. Fractures of the forefoot. *Clin Podiatr Med Surg.* 2006;23(2):283-301.
- [30] Choi JH, Lee KT, Lee YK, et al. Surgical results of zones I and II fifth metatarsal base fractures using hook plates. *Orthopedics.* 2013;36:e71-74.