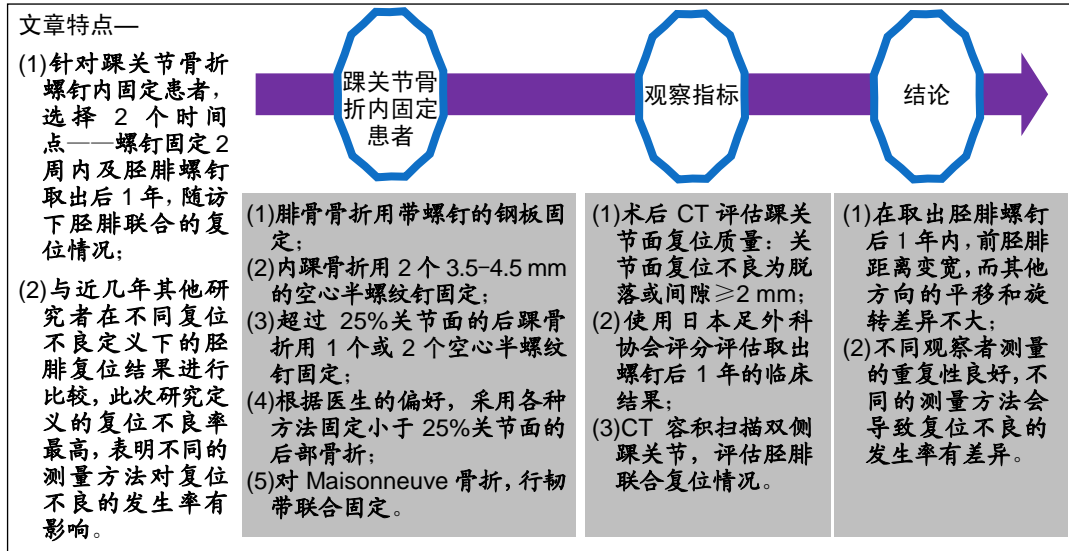


CT评估踝关节骨折螺钉内固定后的下胫腓联合复位情况

王栋¹, 曾德斌², 林乔², 刘克辉³ (¹海南省第五人民医院骨科, 海南省海口市 571127; ²海南省人民医院骨科, 海南省海口市 570206; ³海口市人民医院放射科, 海南省海口市 570208)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2896 ORCID: 0000-0002-3444-7199(王栋)

文章快速阅读:



王栋, 男, 1979 年生, 海南省人, 汉族, 2004 年海南医学院毕业, 主治医师, 主要从事骨科专业的研究。

文献标识码: B

投稿日期: 2019-07-20

送审日期: 2019-07-26

采用日期: 2019-09-07

在线日期: 2020-06-03



文题释义:

踝关节骨折: 是骨科常见的损伤, 多由间接暴力引起踝部扭伤后发生。根据暴力方向、大小及受伤时足的位置的不同可引起各种不同类型的骨折, 目前临床常用分类方法是 Lange-Hansen 分类法、Davis-Weber 分类法和 AO 分类法。

下胫腓联合复位: 胫腓联合螺钉固定术后易出现下胫腓关节复位不良, 而目前还没有统一的方法评估复位情况, 通常需要测量外侧平移、前后平移和腓骨轴向旋转。

摘要

背景: 评估胫腓骨韧带联合的解剖复位对于踝关节骨折的手术治疗十分重要, 而研究中复位不良发生率的巨大差异可能是由于对复位不良的测量方法和定义不一致造成的。

目的: 观察踝关节骨折螺钉固定术后和螺钉取出后 1 年下胫腓联合复位随时间的变化情况, 并评估下胫腓联合复位不良的发生率。

方法: 纳入 29 例接受胫腓骨螺钉固定的踝关节骨折患者, 在骨折手术 6 周后取出下胫腓联合螺钉。使用 CT 扫描图像评估在骨折术后 2 周内和螺钉取出后 1 年的下胫腓复位情况; 测量两侧胫腓骨前后距离的差异, 以及前后腓骨平移和腓骨旋转情况。

结果与结论: ①患者联合固定术后平均前胫腓距离为 (0.8 ± 1.4) mm, 螺钉移除后 1 年增加到 (1.8 ± 1.1) mm, 差异有显著性意义 ($P=0.001$); ②在下胫腓联合固定术后, 4 例踝关节前胫腓骨距离复位不良, 其中 3 例增宽, 1 例过紧; 在螺钉取出后 1 年时间里, 有 8 例踝关节复位不良, 所有韧带联合都在扩大; 其他测量值不随时间而变化; ③不同复位不良定义方法下, 联合固定术后复位不良的发生率为 10%–51%, 螺钉取出后 1 年发生率为 20%–62%, 此次研究与其他学者的结论相比差异均有显著性意义 ($P=0.01, 0.03$); ④提示在取出胫腓螺钉后 1 年内, 前胫腓距离变宽, 而其他方向的平移和旋转差异不大; 不同观察者测量的重复性良好, 不同的测量方法会导致复位不良的发生率有差异。

关键词:

骨; 踝; 关节; 骨折; 内固定; CT; 胫腓联合; 韧带

中图分类号: R459.9; R318; R445

缩略语:

日本足外科协会: Japanese Society for Surgery of the Foot, JSSF

Tibiofibular syndesmosis reduction after screw fixation of ankle fracture evaluated by CT imaging

Wang Dong¹, Zeng Debin², Lin Qiao², Liu Kehui³ (¹Department of Orthopedics, Fifth People's Hospital of Hainan Province, Haikou 571127, Hainan Province, China; ²Department of Orthopedics, Hainan General Hospital, Haikou 570206, Hainan Province, China; ³Department of Radiology, Haikou People's Hospital, Haikou 570208, Hainan Province, China)

Wang Dong, Attending physician, Department of Orthopedics, Fifth People's Hospital of Hainan Province, Haikou 571127, Hainan Province, China

Abstract

BACKGROUND: Assessing tibiofibular ligament combined anatomical reduction is important for the surgical treatment of ankle fractures, and the large difference in the incidence of malreduction in the study may be due to inconsistent measurement and definition of malreduction.

OBJECTIVE: To observe the changes of tibiofibular joint reduction over time 1 year after tibiofibular joint screw fixation and screw removal for ankle fractures, and to evaluate the incidence of poor tibiofibular joint reduction.

METHODS: Twenty-nine patients with tibiofibular screw fixation for ankle fractures were evaluated. The lower tibiofibular joint screw was removed 6 weeks after fracture surgery. CT scan images were used to evaluate the reduction of the lower tibiofibular region within two weeks after fracture surgery and one year after screw removal. The differences of the anterior and posterior distances of the tibiofibula, anteroposterior fibula translation, and fibular rotation were measured.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) The mean anterior tibiofibular distance after combined fixation was (0.8 ± 1.4) mm, and increased to (1.8 ± 1.1) mm within 1 year after screw removal ($P=0.001$). (2) After the combined fixation of the lower tibiofibular joint, the anterior tibiofibular distance of the ankle joint was maladjusted in four cases, among which three cases had the ankle joint widened and one case had the ankle joint too tight. In one year, there were eight cases of malreduction of the ankle joint and all of the ankle joints were enlarged. Other measurements did not change over time. (3) According to the definition of poor reduction, the incidence of poor reduction after lower tibiofibular joint fixation was 10%–51%, and the incidence of poor reduction was 20%–62% 1 year after screw removal. The difference in the incidence of poor reduction was statistically significant ($P=0.01, 0.03$). (4) It is indicated that within 1 year after removal of the tibiofibular screw, the anterior tibiofibular distance widened, but there was no significant difference in translation or rotation in other directions. The repeatability of measurement by different observers is good, and the incidence of malreduction varies with different measurement methods.

Key words: bone; ankle; joint; fracture; internal fixation; CT; tibiofibular syndesmosis; ligament

0 引言 Introduction

踝关节骨折中有11%–20%发生下胫腓骨韧带损伤或胫腓骨分离^[1-2]。胫腓骨韧带联合的解剖复位对于踝关节骨折的手术治疗至关重要,因为在短期内,胫腓联合复位不良与较差的功能结果相关^[3]。此外,韧带联合的扩大和慢性不稳定可能导致长期踝骨关节炎^[3]。据报道,有几种手术技术可以恢复韧带联合,包括缝合纽扣固定和胫腓联合韧带的修复^[4],但胫腓骨螺钉固定仍是最常用的方法。手术后螺钉取出的时机和实际必要性一直存在争议,虽然最近的报道提倡延缓取出螺钉,至少要在术后12周才能取出^[5-6],但在临床实践中大多数外科医生在术后6–8周就取出螺钉^[5-7]。此外,有研究表明,在承重开始时保留联合螺钉似乎增加了后续螺钉断裂的风险,并且应该在承重之前取出螺钉以避免这种情况发生^[8]。

X射线平片检测微小的下胫腓骨变化灵敏度有限,因此应用CT对踝关节骨折手术后下胫腓联合复位情况进行详细评估^[9]。此外,考虑到个体差异,需要进行患侧和健侧脚踝之间的比较^[10]。许多研究评估了胫腓骨螺钉固定后的联合复位,并表明复位不良的发生率为5%–52%^[11-12],相比之下,螺钉取出后复位的变化数据有限。SONG等^[13]使用CT检查胫腓骨螺钉固定后2周和螺钉取出后30 d胫腓联合复位情况,但需要更长时间的随访,因为螺钉取出后胫腓距离将持续增加至少3个月。

影响胫腓联合CT评估的另一个问题是没有标准方法评估复位不良,目前已经使用了10多种方法,包括测量中的外侧平移^[13]、前后平移和腓骨轴向旋转^[2-14],复位不良发生率的巨大差异可能是由于对复位不良的测量方法和定义不一致^[15]。一些研究比较了各种测量方法的重复性^[10-14],然而对于测量方法的选择可能影响复位不良发生率尚未得到很好的研究。因此,文章使用CT评估螺钉固定术后踝关节骨折螺钉取出后1年下胫腓联合复位随时间的变化,同时探讨发生复位不良是否取决于测量方法的变化。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 回顾性病例分析。

1.2 时间及地点 于2016年9月至2018年12月在海南省第五人民医院骨科完成。

1.3 材料 植入物资料详见表1。

表1 植入物的材料学特征

Table 1 Material characteristics of the implant

指标	锁定钢板
生产厂家	捷迈(上海)医疗贸易有限公司
批号	47-2378-029/030
材质	钛合金
适应证	产品适用于对骨折的临时性内固定
生物相容性	良好
产品标注的不良反应	少数患者出现过敏反应、排斥反应、置入钢板断裂、级松动等

1.4 对象 2016年9月至2018年12月海南省第五人民医院行踝关节骨折内固定治疗的患者共107例,纳入符合标准36例,其中5例拒绝参加此次研究,双侧踝关节骨折排除2例,最终纳入研究29例,男21例,女8例;年龄18–77岁,平均 (48 ± 13) 岁;AO/OTA 44-C骨折15例,44-B骨折11例,Maisonneuve骨折3例;23例使用1个韧带联合螺钉,6例使用2个;26例3层皮质固定,3例4层皮质固定。术后均无关节面复位不良。

纳入标准: 胫腓联合螺钉固定的踝关节骨折(AO/OTA 44-B和44-C)或Maisonneuve骨折下胫腓分离^[16-17],年龄 ≥ 20 岁,受伤后2周内手术的患者。

排除标准: 既往有踝关节骨折病史,双侧踝关节骨折,同侧下肢伴发骨折,开放性骨折,胫骨平台骨折(AO/OTA 43-A, B和C),踝骨关节炎(Kellgren-Lawrence等级 ≥ 2)^[18],不同意参加此次研究的患者。

术前外科医生根据前、后位X射线片和CT图像对骨折进行分类,根据术中发现确定每个分类。此次研究经过医院伦理委员会批准,所有患者签署知情同意书。

1.5 方法 根据AO标准进行切开复位和内固定^[19]。腓骨

骨折用带螺钉的钢板固定；内踝骨折用2个3.5–4.5 mm的空心半螺纹钉固定；超过25%关节面的后踝骨折用1个或2个空心半螺纹钉固定；根据医生的偏好，采用各种方法固定小于25%关节面的后部骨折；对于Maisonneuve骨折，行韧带联合固定术，未进行韧带修复，如三角韧带或胫腓韧带。

骨折固定后医生术中诊断下胫腓联合不稳，透视下进行Cotton试验和外旋试验^[20]，下胫腓联合不稳为踝关节X射线片上患侧与健侧胫腓骨中间空隙差异 $>2\text{ mm}$ ^[2]。胫腓联合复位在透视和直接观察韧带联合前缘时完成，用大的尖头钳夹持。在合并螺钉插入时，踝关节保持在中立位置^[21]，然后用1个或多个韧带联合螺钉固定韧带联合。由于没有所使用的螺钉数量或其最佳长度和直径的金标准^[5]，每个医生根据自己的经验确定这些变量。

术后6周内受伤的踝关节维持不负重状态。术后6周常规取出胫腓骨螺钉，允许患者穿踝关节支具自由负重。最近有研究建议术后12周或更长时间取出胫腓骨螺钉^[22]，此次研究仍6周后取出，此是包括海南省第五人民医院和大多数医院目前的标准做法^[5]。

1.6 主要观察指标

1.6.1 一般资料 记录患者年龄、性别、骨折分类及使用的胫腓骨螺钉数量。

1.6.2 术后CT评估踝关节面复位质量 关节面复位不良为脱落或间隙 $\geq 2\text{ mm}$ ^[2]。

1.6.3 日本足外科协会(Japanese Society for Surgery of the Foot, JSSF)评分 使用JSSF评分评估固定术后及取出螺钉后1年的临床结果^[23]。JSSF评分是经过验证的客观评估指标，包括40个疼痛点、45个功能点和15个校准点，分数越高结果越好。

1.6.4 胫腓联合复位评估 骨折固定后2周内和取出韧带螺钉后1年CT容积扫描双侧踝关节，体位为双侧踝关节、膝关节和髋关节处于中立位置。CT数据薄层重建，层厚1 mm或以下，导入eFilm Workstation 3.3(Merge Healthcare Chicago, IL, USA)工作站，多平面重组标准化的轴位图像，分析每个踝关节。评估可重复测量的胫腓骨复位有几种方法^[9-10, 15]，此次研究使用4种不同的方法，相对可重复^[9-10]。

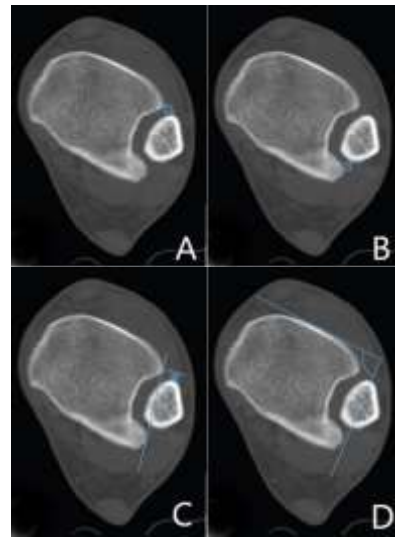
(1)前胫腓距离(图1A)：切口最前点与腓骨最前点之间的距离^[9]，分析患侧和健侧之间的差异，相对于健侧，正值表示韧带联合加宽，负值变窄。

(2)后胫腓距离(图1B)：切口最后点与腓骨最后点之间的距离^[9]，正值表示韧带联合加宽，负值变窄。

(3)前后腓骨平移(图1C)：胫骨前结节处垂直于胫骨前、后结节连线的直线与腓骨最前点之间的距离^[9]，相对于健侧，正值表示腓骨后向平移，负值前向平移。

(4)腓骨旋转(图1D)：胫骨前表面最前点的切线与腓骨中侧二等分中线之间的角度^[14]，相对于健侧，正值表示腓

骨内旋，负值外旋。



图注：图A为前胫腓距离，B为后胫腓距离，C为前后腓骨平移，D为腓骨旋转

图1 胫腓联合复位测量方法 CT横断面示意图

Figure 1 CT cross section of tibiofibular joint reduction measurement method

前胫腓距离、后胫腓距离或前后腓骨平移患健侧之间差异 $\geq 2\text{ mm}$ ，腓骨旋转差异 $\geq 5^\circ$ ，说明踝关节复位不良^[24]。由3名未参与治疗的外科医生分别对同一患者进行CT测量，取平均值以确保测量的重复性。为了评估下胫腓联合复位随时间的变化，将使用Wilcoxon符号秩检验将联合固定术后4次测量中每一次的患侧与健侧差异与螺钉取出后1年的数据进行比较。

1.7 统计学分析 采用IBM SPSS 22.0版(IBM Corporation, Chicago, IL, USA)统计软件进行统计分析。使用Cochran's Q检验比较根据4种不同定义计算的不良反应发生率；采用组内相关系数(ICC)(1, 1)评估每个观察者测量的重复性，以 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果 Results

2.1 参与者数量分析 纳入踝关节骨折内固定患者36例，排除拒绝参加此次试验5例和双侧踝关节骨折2例，29例进入结果分析，术后无螺钉脱落。

2.2 试验流程图 见图2。

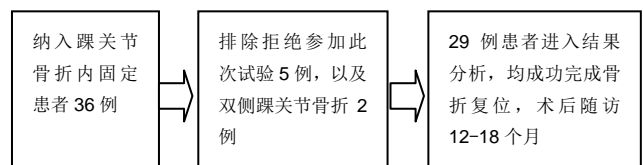


图2 试验流程图

Figure 2 Trial flow chart

2.3 下胫腓联合复位随时间的变化 下胫腓联合固定前前胫腓距离平均为 $(0.8 \pm 1.4)\text{ mm}$ ，取出联合螺钉后平均距离增加，螺钉取出后1年为 $(1.8 \pm 1.1)\text{ mm}$ $(P=0.001)$ 。固定术后，前腓骨距离复位不良4例，其中加宽3例、变窄1例；螺钉取出后1年，由于韧带联合加宽而导致复位不良8例。固定术后，后胫腓距离加宽2例，变窄3例；螺钉取出后1年，加宽1例，后胫腓平均距离随时间无变化 $(P=0.170)$ 。

平均前后腓骨平移随时间无变化($P=0.790$); 联合固定后和螺钉取出后1年, 分别向后平移2例和1例。腓骨旋转平均值随时间无变化($P=0.310$), 具体见表2。

表2 患者下胫腓联合复位随时间的变化 (x±s, n=29)
Table 2 Change of tibiofibular syndesmosis reduction with time

项目	联合固定术后	螺钉取出后1年	P值
前胫腓距离(mm)	0.8±1.4	1.8±1.1	0.001
后胫腓距离(mm)	0.2±1.5	0.5±1.1	0.170
前后腓骨平移(mm)	0.3±1.4	0.4±1.2	0.790
腓骨旋转(°)	0.6±2.9	0.1±4.3	0.310

2.4 复位不良发生情况 如表3所示, 不同复位不良定义方法下, 联合固定术后复位不良的发生率为10%–51%, 螺钉取出后1年发生率为20%–62%, 此次研究与其他学者的结论相比^[2, 13, 25], 差异均有显著性意义。MUKHOPADHYAY等^[2]定义下发生率最低, 此次研究定义下发生率最高。

表3 不同定义方法下复位不良发生率的比较 (n%)
Table 3 Comparison of adverse reduction rates under different definition methods

时点	SONG等 ^[13]	MUKHOPADHYAY等 ^[2]	SAGI等 ^[25]	此次研究	P值
联合固定术后	7/35	2/10	5/25	15/51	0.010
螺钉取出1年后	8/40	4/20	7/35	18/62	0.030

2.5 观察者重复性 前胫腓距离、后胫腓距离、前后腓骨平移和腓骨旋转的ICC分别为0.84(95%CI: 0.63–0.93), 0.83(95%CI: 0.60–0.97), 0.93(95%CI: 0.83–0.97)和0.50(95%CI: 0.13–0.78), 见图3。腓骨旋转重复性为中度, 其他重复性信度良好^[26]。

2.6 JSSF评分及不良事件 螺钉取出后1年, 患者JSSF评分平均为(97±5)分(87–100分), 其中100分21例, 90分5例, 87分3例。此次研究定义下, 术后5例临床疗效良好的患者中复位良好2例, 复位不良3例; 取出螺钉后1年, 5例患者均复位不良。1年时间内, 18例患者出现了韧带联合复位不良(表3), 而其中7例的JSSF评分为100分。

2.7 植入物与宿主的生物相容性 截至最后一次随访, 所有患者均未发生植入物周围感染、过敏反应、免疫反应及排斥反应, 植入物生物相容性良好。

3 讨论 Discussion

此次研究评估了在2个时间点手术治疗踝关节骨折后

的下胫腓联合复位情况, 首先是在下韧带联合固定后, 然后在螺钉取出后1年; 取出韧带联合螺钉后, 前胫腓距离增加。此研究还使用不同测量方法和复位不良的定义来评估复位不良的发生率, 结果表明, 所使用的测量方法和复位不良的定义对复位不良发生率有明显影响。

前胫腓距离的患侧和健侧差异从韧带联合固定后的(0.8±1.4)mm增加到螺钉取出后1年的(1.8±1.1)mm。其他测量值不随时间变化。KORTEKANGAS等^[12]也评估了2个时间点的下胫腓联合复位: 首先术中三维成像, 然后术后2年使用负重CT, 没有取出韧带联合螺钉, 术中复位不良的发生率为5%(1/21), 由于螺钉松动, 2年后增加到16%(3/19)。SONG等^[13]在骨折手术后2周和取出螺钉后30 d使用双侧踝关节CT评估下胫腓联合复位, 在他的研究中, 术后3个月取出了下胫腓联合螺钉, 这比此次研究的方案(术后6周)晚。SONG等^[13]的研究报道了在合并固定术后36%(9/25)的患者出现下胫腓联合复位不良, 但在取出螺钉后, 9例韧带联合复位不良中有8例自发复位, 这与此次研究的结果和KORTEKANGAS等^[12]的结果相反。对于这种差异的可能解释是CT评估时间的差异: SONG等^[13]在螺钉取出后30 d, 此次研究为12个月, 而KORTEKANGAS等^[12]为2年。这种差异可能会影响结果, 因为螺钉取出后胫腓骨的距离变化至少会持续3个月^[25-27]; 其他试验条件, 例如螺钉取出的时间和下胫腓联合复位不良的定义也是不同的, 有必要进一步研究阐明踝关节骨折合并间隙淤血后胫腓联合随时间的变化。

研究表明, 胫腓联合复位不良的发生率取决于复位不良的定义。因此, 这些研究中胫腓联合复位不良的发生率并不一致, 为5%–52%^[11-13], 大部分是由于使用不同的复位不良定义导致的。例如, KORTEKANGAS等^[12]报道的下胫腓联合固定术后的复位不良率为5%。如果使用MUKHOPADHYAY等^[2]的定义可能会更高, 根据他们的定义, 19例中有8例(42%)在胫腓螺钉固定术后出现复位不良。但如果SONG等^[13]的定义应用于MUKHOPADHYAY等^[2]的数据, 发生率变化为67%。同时, GARDNER等^[11]使用了SONG的定义, 发现不良反应的发生率为52%, 但如果使用MUKHOPADHYAY的定义可能会更低。这项研究结果表明迫切需要对胫腓复位不良进行标准化定义, 有必要对大量患者进行研究阐明哪种测量最能预测临床结果。

对于前胫腓距离、后胫腓距离和前后腓骨平移, 观察者之间的重复性良好, 而腓骨旋转的重复性一般, 该结果

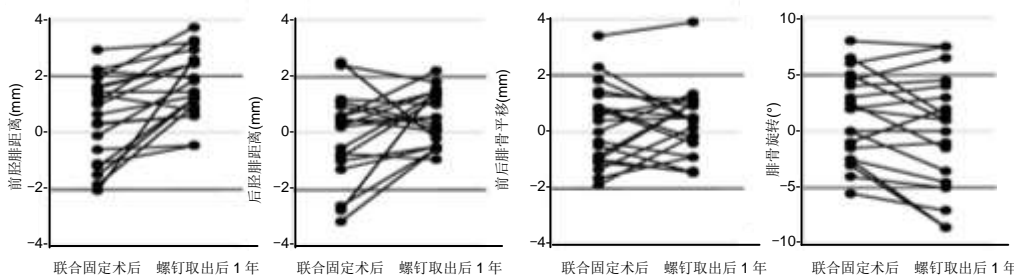


图3 不同时间点前、后胫腓距离、前后腓骨平移及腓骨旋转值比较
Figure 3 Comparison of tibiofibular distance and fibula translation and rotation at various time points

与WARNER等^[10]测量腓骨旋转的观察者间重复性低于腓骨平移的结果一致。

有研究评估了胫腓复位的质量与临床疗效之间的相关性,结果不一致^[10],这些研究的一个问题是在不同的时间点(韧带联合固定术后和术后一两年)评估胫腓复位和临床疗效。在此项研究中,在取出螺钉后1年使用CT评估,5例临床疗效均良好的患者韧带联合复位不良;而在螺钉固定后评估,5例患者中有2例表现出良好复位。尽管病例太少而无法得出明确的结论,但这一结果表明在同一时间点评估胫腓复位和临床疗效可以提供一定相关性。

此次研究在骨折手术6周后取出了下胫腓联合螺钉。然而,建议在第12周或更晚取出螺钉是为了防止胫腓加宽^[5-6],该建议是基于这样的假设,即胫腓韧带愈合的6周时间太短^[6]。并且研究表明,胫腓螺钉固定与下胫腓联合缝合纽扣固定的临床效果相当^[21],缝合纽扣固定的理论优势是联合复位更好并且不需要取出^[26],但是缝合纽扣结构松动是一个潜在的缺点^[21]。未来的研究应明确这些技术是否防止前胫腓距离的加宽。

总之,胫骨踝关节螺钉固定取出1年后前胫腓距离增加,复位不良的发生率因测量方法而异。

作者贡献: 王栋负责试验设计,曾德斌负责试验实施,林乔负责评估,刘克辉负责随访。

经费支持: 该文章没有接受任何经费支持。

利益冲突: 文章的全部作者声明,在课题研究和文章撰写过程不存在利益冲突。

机构伦理问题: 该临床研究的实施符合《赫尔辛基宣言》和海南省第五人民医院对研究的相关伦理要求。手术主刀医师为副主任医师,符合4级骨科手术治疗的资质要求。

知情同意问题: 参与试验的患病个体及其家属为自愿参加,均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了“知情同意书”。

写作指南: 该研究遵守《观察性临床研究指南》(STROBE指南)。

文章查重: 文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行3次查重。

文章外审: 文章经小同行外审专家双盲外审,同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

生物统计学声明: 文章统计学方法已经海南省第五人民医院生物统计学专家审核。

文章版权: 文章出版前杂志已与全体作者授权人签署了版权相关协议。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章,根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享4.0”条款,在合理引用的情况下,允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展,同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献,并为之建立索引,用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

4 参考文献 References

- [1] DATTANI R, PATNAIK S, KANTAK A, et al. Injuries to the tibiofibular syndesmosis. *J Bone Joint Surg Br*. 2008;(90): 405-410.
- [2] MUKHOPADHYAY S, METCALFE A, GUHA AR, et al. Malreduction of syndesmosis-are we considering the anatomical variation? *Injury*. 2011;(42):1073-1076.
- [3] OSTRUM RF, AVERY MC. open reduction internal fixation of a bimalleolar ankle fracture with syndesmotom injury. *J Orthop Trauma*. 2016;30 Suppl 2:S43-44.
- [4] SCHEPERS T. Acute distal tibiofibular syndesmosis injury: a systematic review of suture-button versus syndesmotom screw repair. *Int Orthop*. 2012;(36):1199-1206.
- [5] BEKEROM MP, HOGERVORST M, BOLHUIS HW, et al. Operative aspects of the syndesmotom screw: review of current concepts. *Injury*. 2008;(39):491-498.
- [6] JORDAN TH, TALARICO RH, SCHUBERTH JM. The radiographic fate of the syndesmosis after trans-syndesmotom screw removal in displaced ankle fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2011;(50):407-412.
- [7] GENNIS E, KOENIG S, RODERICKS D, et al. The fate of the fixed syndesmosis over time. *Foot Ankle Int*. 2015;(36):1202-1208.
- [8] 吴少科,陈晓骊,陈海聪,等.皮质骨螺钉与Endobutton钢板治疗踝关节骨折合并下胫腓联合损伤的疗效比较[J].中华创伤骨科杂志,2018,20(12):1091-1094.
- [9] NAULT ML, HÉBERT-DAVIES J, LAFLAMME GY, et al. CT scan assessment of the syndesmosis: a new reproducible method. *J Orthop Trauma*. 2013;(27):638-641.
- [10] WARNER SJ, FABRICANT PD, GARNER MR, et al. The measurement and clinical importance of syndesmotom reduction after operative fixation of rotational ankle fractures. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;(97): 1935-1944.
- [11] GARDNER MJ, DEMETRAKOPOULOS D, BRIGGS SM, et al. Malreduction of the tibiofibular syndesmosis in ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2006;(27):788-792.
- [12] KORTEKANGAS T, SAVOLA O, FLINKKILÄ T, et al. A prospective randomised study comparing TightRope and syndesmotom screw fixation for accuracy and maintenance of syndesmotom reduction assessed with bilateral computed tomography. *Injury*. 2015;(46): 1119-1126.
- [13] SONG DJ, LANZI JT, GROTH AT, et al. The effect of syndesmosis screw removal on the reduction of the distal tibiofibular joint: a prospective radiographic study. *Foot Ankle Int*. 2014;(35):543-548.
- [14] KNOPS SP, KOHN MA, HANSEN EN, et al. Rotational malreduction of the syndesmosis: reliability and accuracy of computed tomography measurement methods. *Foot Ankle Int*. 2013;(34):1403-1410.
- [15] GIFFORD PB, LUTZ M. The tibiofibular line: an anatomical feature to diagnose syndesmosis malposition. *Foot Ankle Int*. 2014;(35): 1181-1186.
- [16] STUFKENS SA, BEKEROM MP, DOORNBURG JN, et al. Evidence-based treatment of maisonneuve fractures. *J Foot Ankle Surg*. 2011;(50):62-67.
- [17] MARSH JL, SLOGO TF, AGEL J, et al. Fracture and dislocation classification compendium-2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *J Orthop Trauma*. 2007;(21):S1-133.
- [18] BARG A, PAGENSTERT GI, HÜGLE T, et al. Ankle osteoarthritis: etiology, diagnostics, and classification. *Foot Ankle Clin*. 2013;(18): 411-426.
- [19] BLACK EM, ANTOCI V, LEE JT, et al. Role of preoperative computed tomography scans in operative planning for malleolar ankle fractures. *Foot Ankle Int*. 2013;(34):697-704.
- [20] BEKEROM MP. Diagnosing syndesmotom instability in ankle fractures. *World J Orthop*. 2011;(2):51-56.
- [21] NAQVI GA, CUNNINGHAM P, LYNCH B, et al. Fixation of ankle syndesmotom injuries: comparison of tightrope fixation and syndesmotom screw fixation for accuracy of syndesmotom reduction. *Am J Sports Med*. 2012;(40):2828-2835.
- [22] SCHEPERS T. To retain or remove the syndesmotom screw: a review of literature. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2011;(131):879-883.
- [23] NIKI H, AOKI H, INOKUCHI S, et al. Development and reliability of a standard rating system for outcome measurement of foot and ankle disorders I: development of standard rating system. *J Orthop Sci*. 2005;(10):457-465.
- [24] DAVIDOVITCH RI, WEIL Y, KARIA R, et al. Intraoperative syndesmotom reduction: three-dimensional versus standard fluoroscopic imaging. *J Bone Joint Surg Am*. 2013;(95):1838-1843.
- [25] SAGI HC, SHAH AR, SANDERS RW. The functional consequence of syndesmotom joint malreduction at a minimum 2-year follow-up. *J Orthop Trauma*. 2012;26(7):439-443.
- [26] 李岳伟,张茗慧,李小荣,等.弹性固定及坚强固定治疗踝关节旋前-外旋型骨折合并下胫腓联合分离的疗效比较[J].中国修复重建外科杂志,2017, 31(7):820-824.
- [27] VAN ZUUREN WJ, SCHEPERS T, BEUMER A, et al. Acute syndesmotom instability in ankle fractures: a review. *Foot Ankle Surg*. 2017;23(3):135-141.