

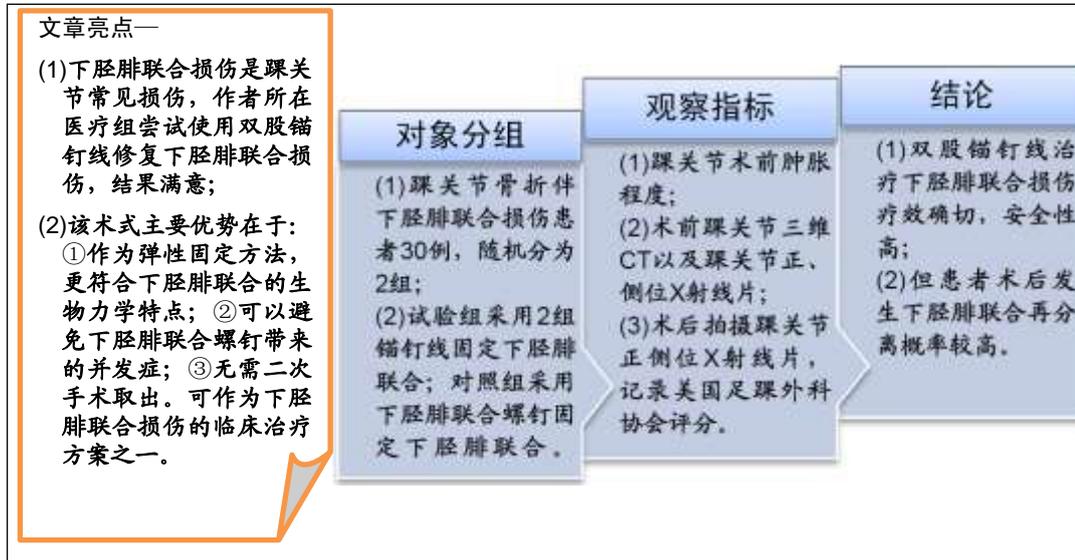
双股带线锚钉系统内固定治疗下胫腓联合损伤

翁诗阳, 伍凯, 林健, 黄寅骏, 王秋根, 黄建华(上海交通大学附属第一人民医院南院创伤骨科, 上海市 201600)

DOI:10.3969/j.issn.2095-4344.2339

ORCID: 0000-0002-2799-9294(翁诗阳)

文章快速阅读:



翁诗阳, 男, 1989年生, 浙江省慈溪市人, 汉族, 2016年上海交通大学医学院毕业, 博士, 医师, 主要从事创伤骨科方面的研究。

通讯作者: 黄建华, 副主任医师, 上海交通大学附属第一人民医院南院创伤骨科, 上海市 201600

文献标识码:A
 投稿日期: 2020-01-15
 送审日期: 2020-01-18
 采用日期: 2020-03-06
 在线日期: 2020-05-20



文题释义:

施乐辉锚钉线: 锚钉为生物性不可吸收材料, 长度为 15 mm, 带有双股高强度复合缝线, 该缝线具有高强度、高韧性、抗延展性及耐磨性等特点。

下胫腓联合损伤: 踝关节损伤是一种最常见的骨科疾病, 下胫腓联合韧带是维持踝关节稳定的重要解剖结构, 踝关节损伤易合并下胫腓联合韧带损伤, 如诊断或治疗不及时, 常易引起创伤性关节炎以及踝关节不稳定等后遗症。

摘要

背景: 下胫腓联合韧带损伤如诊断或治疗不及时, 常易引起创伤性关节炎以及踝关节不稳定等后遗症, 目前对于双股带线锚钉系统能否治疗下胫腓联合损伤尚无明确报道。

目的: 回顾性分析双股锚钉线固定治疗下胫腓联合损伤的临床疗效以及安全性。

方法: 选择 2016 年 7 月至 2018 年 10 月上海交通大学附属第一人民医院南院收治的踝关节骨折伴下胫腓联合损伤患者 30 例, 随机分 2 组, 每组 15 例。试验组采用双股锚钉线固定下胫腓联合, 对照组采用下胫腓联合螺钉固定。术前记录患者年龄、性别、踝关节术前肿胀程度, 拍摄踝关节三维 CT 以及踝关节正、侧位 X 射线片, 术后 1 d 及 1.5, 3, 6, 12 个月拍摄踝关节正、侧位 X 射线片, 并评估术后 3, 6, 12 个月美国足踝外科协会评分。

结果与结论: ① 所有患者手术切口均 I 期愈合, 术后未出现下肢静脉血栓、感染、骨不连、锚钉松动等并发症; ② 术后 3, 6, 12 个月时, 2 组之间美国足踝外科协会评分相比, 差异均无显著性意义; 2 组美国足踝外科协会评分均显著高于术前 ($P < 0.05$); ③ 术后 1 年内, 试验组有 5 例(33%)出现下胫腓联合增宽, 对照组有 2 例(13%)出现下胫腓联合增宽; ④ 结果表明, 双股锚钉线固定治疗下胫腓联合损伤疗效确切, 安全性高, 但患者术后发生下胫腓联合再分离概率较高。

关键词:

骨; 骨折; 踝关节; 内固定; 下胫腓联合损伤; 带线锚钉; 并发症

中图分类号: R459.9; R318; R687

缩略语:

美国足踝外科协会: American orthopedic foot and ankle society, AOFAS

Weng Shiyang, MD, Physician, Department of Orthopedic Trauma, South Hospital of First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201600, China

Corresponding author: Huang Jianhua, Associate chief physician, Department of Orthopedic Trauma, South Hospital of First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201600, China

Double-strand suture anchor in the treatment of tibiofibular syndesmosis injury

Weng Shiyang, Wu Kai, Lin Jian, Huang Yinjun, Wang Qiugen, Huang Jianhua (Department of Orthopedic Trauma, South Hospital of First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 201600, China)

Abstract

BACKGROUND: The injury of tibiofibular syndesmosis ligament often leads to traumatic arthritis and ankle instability and other sequelae if the diagnosis or treatment of tibiofibular syndesmosis ligament injury is not timely. At present, there is no clear report on the treatment of tibiofibular syndesmosis ligament injury with anchor.

OBJECTIVE: To retrospectively analyze the clinical efficacy and safety of double-strand anchor in the treatment of tibiofibular syndesmosis injury.

METHODS: From July 2016 to October 2018, 30 cases of ankle fracture with lower tibiofibular syndesmosis injury were treated in South Hospital of First People's Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University. The patients were randomly assigned to two groups ($n=15$). In the experimental group, the lower tibiofibular syndesmosis was fixed with double strands of suture anchors. In the control group, the lower tibiofibular syndesmosis was fixed with screw. Age, gender, and preoperative swelling degree of the ankle joint were preoperatively recorded. Three-dimensional CT images of the ankle and X-ray anteroposterior and lateral images of the ankle were captured. X-ray films of ankle joint were obtained 1 day and 1.5, 3, 6, 12 months after operation. American Orthopaedic Foot and Ankle Society scores were assessed at 3, 6 and 12 months after surgery.

RESULTS AND CONCLUSION: (1) All surgical incisions healed at stage I, and no complications such as lower limb venous thrombosis, infection, nonunion of bone, loose anchor was found. (2) At 3, 6 and 12 months after surgery, there was no significant difference in American Orthopaedic Foot and Ankle Society scores between the two groups. American Orthopaedic Foot and Ankle Society scores were significantly higher than that before surgery in both groups ($P < 0.05$). (3) Within one year after the operation, 5 cases (33%) in the experimental group and 2 cases (13%) in the control group showed the enlargement of tibiofibular syndesmosis. (4) Results suggested that double-strand suture anchor treatment of tibiofibular syndesmosis injury has a certain effect, and high safety. However, there is a high probability of re-separation of tibiofibular syndesmosis post-operation.

Key words: bone; fracture; ankle joint; internal fixation; tibiofibular syndesmosis injury; suture anchor; complications

0 引言 Introduction

踝关节损伤是一种最常见的骨科疾病，通常是由于在运动中扭伤所致^[1-3]。下胫腓联合韧带是维持踝关节稳定的重要解剖结构^[4-6]，踝关节损伤易合并下胫腓联合韧带损伤，如诊断或治疗不及时，常易引起创伤性关节炎以及踝关节不稳定等后遗症^[7-9]。手术是下胫腓联合损伤的主要治疗方法之一，目前国际上较为流行的固定手术方法为下胫腓联合螺钉固定技术，其缺点在于断钉等并发症出现概率较高，并且需要二次手术取出螺钉^[10-12]。如何在治疗下胫腓联合损伤的同时避免相应并发症是目前临床上主要面临的问题。

文章回顾性分析了2016年7月至2018年10月上海交通大学附属第一人民医院南院创伤骨科采用带线锚钉系统治疗下胫腓联合损伤的病例，探讨该方法治疗下胫腓联合损伤的疗效。

1 对象和方法 Subjects and methods

1.1 设计 随机对照试验。

1.2 时间与地点 于2016年7月至2018年10月在上海交通大学附属第一人民医院南院创伤骨科完成。

1.3 材料 带线锚钉系统及下胫腓联合螺钉材料见表1。

1.4 对象 纳入2016年7月至2018年10月上海交通大学附属第一人民医院南院创伤骨科收治的踝关节骨折伴下胫腓联合损伤患者30例，随机分为2组，每组15例。试验组男8例，女7例；年龄27-56岁，平均(42.13±9.3)岁。对照组男9例，女6例；年龄25-55岁，平均(41.4±9.85)岁。所有患者对治疗方案均知情同意，且得到医院伦理委员会批准。

纳入标准: ①术前或术中透视X射线正位以及斜位片均表现为下胫腓分离^[13-15]，并伴有下胫腓联合处压痛，

Lauge-Hansen分型为旋前外旋型、旋后外旋型骨折；②手术过程中所有患者均通过Hook试验或术中直视确诊为下胫腓联合韧带损伤；③无合并其他损伤，如颅脑损伤、开放损伤、肢体其他骨折等；④有完整临床资料及至少12个月的随访资料。

表1 植入物介绍

Table 1 Introduction of implants

指标	带线锚钉系统	下胫腓联合螺钉
生产厂家	Smith & Nephew Inc 美国施乐辉有限公司	创生医疗器械有限公司
型号	72200750 5.0 mm	HAQ06 3.5 mm
批准号	国械注进 20163461322	国食药监械(准)字 2014 第3461600
组成	5.0 mm 钛合金螺钉，2根2号 Ultrabraid 缝线和插入器	-
材质	符合 ISO 5832-3 的 Ti6Al4V 钛合金材料	20010080 号标准规定的钛合金材料
适应证	该产品用于针对软组织从骨性结构撕裂的骨科修复手术	骨折手术时内固定使用
功能	可靠的将软组织与骨性结构固定在一起	骨折内固定
不良反应	无	无

排除标准: ①患者年龄>60岁或<14岁；②陈旧性损伤；③合并其他损伤，如颅脑损伤；④合并严重骨质疏松、糖尿病以及其他影响韧带或骨愈合的疾病；⑤ Lauge-Hansen分型：旋后内收型、旋前外展型踝关节骨折。

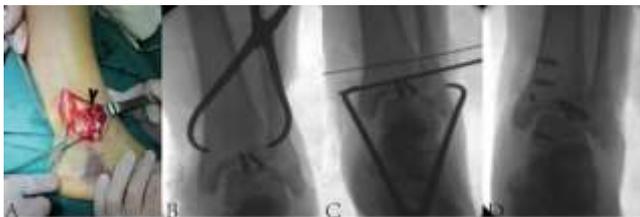
1.5 方法

1.5.1 骨折复位 术前30 min预防性给予抗生素头孢呋辛酯1.5 g(西力欣, GLAXOSIMITHKLINE MANUFACTURING S.p.A, 意大利)静脉应用。

患者取仰卧位，麻醉插管成功后，上气囊止血带，

常规外踝后外侧切口暴露腓骨骨折端, 通过腓骨远端解剖锁定钢板固定外踝骨折, 再通过拉钩将腓骨长短肌腱牵开后, 暴露后踝骨折块, 通过多根克氏针临时固定后踝骨折, 此时透视结果骨折复位满意, 确认骨折复位后, 使用空心钉固定后踝骨折, 内侧取常规内侧入路, 暴露内踝骨折端后用2枚空心钉进行固定内踝骨块。

1.5.2 固定下胫腓联合 2组手术由同一组医生完成。骨折固定后, 在C臂机透视下进行Hook实验, 或术中直视下观察从而确定下胫腓联合的稳定性。确定需要手术后, 以点式复位钳夹持固定下胫腓联合, 见图1。再行Hook实验, 确认下胫腓联合得以固定后, 逐层关闭伤口, 冲洗后包扎, 术毕。



图注: 图 A 术中探查下胫腓联合损伤; B 术中钳夹后 C 臂机透视; C 置入锚钉; D 术后 C 臂机透视确认下胫腓联合间隙恢复

图 1 术中诊断及锚钉固定

Figure 1 Intraoperative diagnosis and anchor screw fixation

试验组即带线锚钉系统组: 从下胫腓联合平面胫骨端开孔, 在胫距关节面上方3.0-4.0 cm, 从腓骨向胫骨用2.0 mm克氏针钻2个孔, 上下间隔1 cm, 方向分别向前内, 向后内侧(可以最大限度控制胫骨旋转), 打入2枚施乐辉5.0 mm锚钉, 再以钻头打穿胫腓骨, 从腓骨端伸入过线器以过线, 后以双股锚钉线分别打结。注意事项: 锚钉需紧贴骨孔成角旋入, 深度必须是钉尾与皮质骨表面平齐或稍高出皮质骨表面以不刺激皮肤为佳。这样可以避免锚钉线对皮质骨的切割吸收, 进而避免松动。

对照组即下胫腓联合螺钉组: 选用3.5 mm皮质骨螺钉, 从腓骨侧保持踝关节背伸打入, 穿透3层皮质。C臂机透视下胫腓联合固定效果满意。

2组患者术前以及术后影像见图2。

1.5.3 术后处理 所有患者术后均未行外固定, 常规使用抗生素静脉滴注预防感染, 术后第2天即开始康复训练, 早期床上行足部与踝关节肌肉收缩训练, 预防肌肉萎缩与血栓形成, 术后6周即开始逐步进行负重训练。

1.5.4 内固定取出 对照组患者于术后3个月时取出下胫腓联合螺钉。试验组无需取出锚钉, 如患者需要, 则在术后1年取出骨折内固定装置。

1.6 主要观察指标 采用单盲法记录观察指标。

术前记录患者年龄、性别、踝关节术前肿胀程度, 拍摄踝关节三维CT以及踝关节正、侧位X射线平片。

术后1 d及1.5, 3, 6, 12个月拍摄踝关节正侧位X射

线片, 观察下胫腓联合间隙, 如出现踝关节正位片上腓骨外移大于4 mm, 则认为是下胫腓联合间隙增宽。



图注: 图 A, B 为试验组(带线锚钉系统内固定)38 岁男性患者术前正、侧位 X 射线片; C, D 为其术后正、侧位 X 射线片; E, F 为对照组(下胫腓联合螺钉内固定)32 岁男性患者术前 CT 重建; G, H 为其术后正、侧位 X 射线片

图 2 患者术前以及术后影像学表现

Figure 2 Preoperative and postoperative imaging manifestations

术后3, 6, 12个月评估患者美国足踝外科协会(American orthopedic foot and ankle society, AOFAS)评分, 计算患者AOFAS评分优良率。AOFAS评分优90-100分, 良80-89分, 可70-79分, 差69分以下, ≥ 80 分为优良。

1.7 统计学分析 所有数据采用SPSS 2.0软件进行统计学分析, 计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 术前与术后差异比较采用t检验, 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 纳入踝关节骨折合并下胫腓联合损伤患者30例, 随机分2组, 全部患者均获得12个月以上随访, 随访资料完善。

2.2 试验流程图 试验流程图见图3。

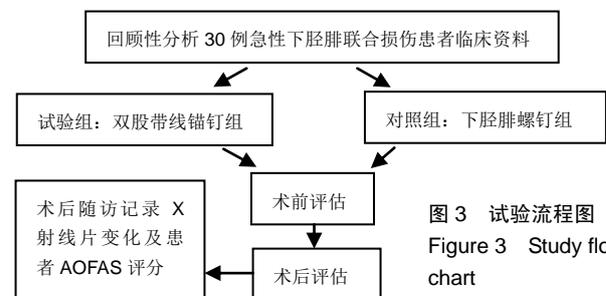


图 3 试验流程图
Figure 3 Study flow chart

2.3 基线资料比较 2组患者一般资料比较差异无显著性意义($P > 0.05$), 见表2。

2.4 手术及并发症情况 30例患者手术切口均 I 期愈合, 术中无血管神经损伤。所有患者均于术后3周拆线, 术后未

出现下肢静脉血栓、感染、骨不连等并发症，试验组无锚钉松动，对照组无螺钉断裂。

表 2 两组患者基线信息比较 (n=15)

Table 2 Comparison of baseline information of patients in both groups

指标	试验组	对照组	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$, 岁)	42.13±9.3	41.4±9.85	> 0.05
性别(男/女, n)	8/7	9/6	> 0.05
受伤机制(运动伤/扭伤/工伤, n)	3/6/6	5/3/7	> 0.05
患肢(左/右, n)	6/9	7/8	> 0.05

2.5 下胫腓联合分离情况 术后患者均在1.5个月后再进行负重训练，所有患者均具有1年以上随访期。2组患者术后1年下胫腓联合再分离情况见表3。

表 3 两组患者术后下胫腓联合分离情况 (n=15, n)

Table 3 Separation of tibiofibular syndesmosis in patients of both groups after surgery

组别	术后 1.5 个月	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月	总发生率(n%)
试验组	0	0	2	3	5/33
对照组	0	0	1	1	2/13

术后1.5个月时，所有患者下胫腓联合间隙未见增宽，此时患者开始负重训练。术后3个月时，相较于术后X射线片，所有患者在正位片上未出现下胫腓联合间隙增宽(腓骨外移小于4 mm)，此时对照组患者手术取出下胫腓螺钉。术后6个月时，试验组有3例患者出现下胫腓联合间隙增宽，均未存在踝关节活动受限；对照组患者有1例患者出现下胫腓联合增宽。术后12个月时，试验组又有2例患者出现下胫腓联合增宽，其中1例患者存在踝关节活动受限；对照组患者有1例患者出现下胫腓联合增宽。总体来讲，试验组患者术后1年内有5例(33%)出现下胫腓联合增宽，对照组患者术后1年内2例(13%)出现下胫腓联合增宽，试验组术后1年下胫腓联合分离率明显高于对照组($P < 0.05$)。

2.6 AOFAS评分 术后3, 6, 12个月时，2组患者AOFAS评分均显著高于术前，差异有显著性意义($P < 0.05$)；术后各时点2组之间AOFAS评分对比，差异均无显著性意义($P > 0.05$)，具体结果见表4。

表 4 两组患者术前及术后 3, 6, 12 个月的 AOFAS 评分比较 ($\bar{x}\pm s$, n=15)

Table 4 Comparison of American Orthopaedic Foot and Ankle Society scores of patients in both groups before and 3, 6 and 12 months after operation

组别	术前	术后 3 个月	术后 6 个月	术后 12 个月
试验组	3.73±3.51	81.06±8.59 ^a	93.40±6.98 ^a	94.73±6.61 ^a
对照组	4.00±2.82	80.26±5.33 ^a	93.87±5.59 ^a	95.86±4.63 ^a
t 值	0.826	0.455	0.412	0.555
P 值	0.420	0.769	0.846	0.604

表注：与术前比较，^a $P < 0.05$

试验组14例患者术后1年的AOFAS评分达到优良(93%)；在下胫腓联合未增宽的5例患者中，有4例患者在术后1年时的AOFAS评分达到优良，1例患者在术后1年仍出现踝关节疼痛以及较为明显的功能受限，这例患者于术后6个月复查时出现下胫腓联合增宽，术后1年AOFAS评分未达到优良。对照组15例患者在术后1年时AOFAS评分均达到优良。

2.7 典型病例 男性患者，42岁，主诉“车祸伤后1 h踝关节畸形疼痛”入院，术前诊断为开放性胫腓骨下段骨折，伴有下胫腓联合损伤。于术前行清创加跟骨牵引1周后行骨折切开复位内固定+双股锚钉线修复下胫腓联合，术后伤口愈合良好，术后AOFAS评分达到优良。术后1年取出骨折内固定，于C臂机下再行外旋外展试验，下胫腓联合未出现增宽，见图4。



图注：图 A 为术前 X 射线片；B 为术后 X 射线片，此时下胫腓联合间隙正常；C 为术后 1 年取出内固定植入物时 C 臂机透视下胫腓联合间隙正常；D 示外翻外旋试验下 C 臂机透视下胫腓联合间隙正常

Figure 4 Images of a typical case of 42-year-old male patient with tibiofibular syndesmosis injury repaired by double-strand suture anchor

3 讨论 Discussion

下胫腓联合是由下胫腓横韧带以及前后韧带组成的微动关节，对踝关节稳定起着重要的作用^[16-17]。踝关节骨折常常伴有下胫腓联合损伤，然而这些患者在急性期常常因为骨折的疼痛而掩盖下胫腓联合的压痛，所以这类损伤在急诊常常会造成漏诊，从而影响踝关节稳定性，引起患者疼痛，并引起踝关节退变加剧。正确诊断以及治疗下胫腓联合急性损伤对于有效预防创伤后踝关节不稳定以及创伤性踝关节炎有着至关重要的作用^[18-20]。

目前国际上公认的下胫腓联合损伤的手术治疗方法分为2种，第一种是以下胫腓联合螺钉技术为代表的刚性固定方法，第二种是以纽扣钢板技术为代表的弹性固定方

法^[21-23]。

下胫腓螺钉技术曾被认为是治疗下胫腓联合损伤的金标准,其优点在于可以给予下胫腓韧带的重新愈合及纤维重塑提供绝对稳定的环境。有学者认为,这种无张力的环境更加有利于韧带的愈合,然而由于下胫腓联合是微动关节,刚性固定方法在未拔除螺钉前很容易造成断钉。不少研究显示,单纯下胫腓螺钉固定方法出现断钉的概率较高^[24-25],正是由于其复位丢失率较高,并常伴有断钉等并发症,下胫腓联合螺钉固定技术目前已逐渐被弹性固定技术所替代。目前临床上常用的弹性固定方法主要为纽扣钢板技术,由于其可以避免刚性固定的部分并发症并且更加符合下胫腓联合韧带的生物力学特点而被认可并被广泛应用。有学者研究表明,应用纽扣钢板固定技术能使患者更早负重,并减少二次手术,且术后1年AOFAS评分优良率与刚性固定技术相比无明显差异^[26-28]。然而,由于纽扣钢板价格昂贵,患者常常无法负担其高昂的价格,因此,试图寻找一种更为经济有效的弹性固定方法来治疗下胫腓联合损伤。

临床上常用的施乐辉5.0锚钉在强度上、生物力学方面都比较符合下胫腓联合韧带的特点,其价格也较为低廉,因此,此次研究使用双股施乐辉锚钉线固定下胫腓联合韧带。研究显示,在术后1.5个月前,当患者未开始负重时,试验组与对照组在X射线正位片上显示患者下胫腓联合韧带未曾发生分离,而当患者开始负重行走后,试验组于1年内有5例患者(66.6%)分别在术后6, 12个月时出现下胫腓联合分离,对照组有2例患者出现下胫腓联合再分离,试验组下胫腓联合再分离率显著高于对照组;试验组与对照组于术后3, 6, 12个月时AOFAS评分差异均无显著性意义($P > 0.05$)。之前其他学者的研究发现,使用纽扣钢板以及下胫腓联合螺钉的术后AOFAS评分优良率分别为88%和86%^[29-30]。此次研究表明,双股锚钉线固定下胫腓联合的术后AOFAS评分优良率为93%,与下胫腓联合螺钉预后(100%)相仿,差异无显著性意义。因此,作者认为使用双股锚钉线治疗下胫腓联合损伤可以在保证疗效的同时避免下胫腓联合螺钉的并发症,并且无需取出内植物,减少患者二次手术的痛苦。

试验组下胫腓联合出现分离的5例患者中,有1例患者(6%)AOFAS评分较低,另外4例AOFAS评分均达到优良;10例未出现分离的患者都达到了较好的预后功能,并未出现相应的临床症状,也没有出现压痛、踝关节不稳定等并发症,AOFAS评分均达到优良。对照组2例下胫腓联合出现分离的患者术后12个月时AOFAS评分均达到优良。

在2013年有学者提出应用缝合锚弹性固定生理修复重建下胫腓联合损伤^[31],但当时的研究局限于踝关节标本,仅在生物力学方面验证了缝合锚替代下胫腓螺钉的可行性,同时病例数也相对较少。此次研究将缝合锚技术应用

于下胫腓联合的临床治疗中,取得良好临床治疗效果,从而更好地证实了锚钉治疗下胫腓联合的可行性。

在下胫腓联合韧带未完全愈合前过早进行负重是术后出现下胫腓联合分离的主要原因之一,必须适当延缓术后负重时间,使韧带更好地愈合后方能开始行走。因此,在相应的术前评估以及康复计划未完善前,不推荐使用目前临床上常用的锚钉线固定下胫腓联合损伤。由于锚钉线压强较纽扣钢板高,线性固定也较易发生切割,因此,不推荐年龄较大患者以及骨质疏松患者使用该种手术方式。

结论:综上所述,使用双股锚钉线治疗下胫腓联合损伤具有一定的效果,安全性也可以保证,但患者术后发生下胫腓联合再分离概率较高,患者术后需要适当延迟术后负重时间以加强术后下胫腓韧带更好的愈合。

作者贡献: 课题设计及论文撰写为第一作者和通讯作者,手术操作为第一、二、三、四、五作者及通讯作者,随访及资料收集为第一作者和通讯作者。

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: 该研究方案已经获得上海交通大学附属第一人民医院伦理委员会讨论批准。手术主刀医师为黄建华副主任医师,上海交通大学附属第一人民医院为三级甲等医院,符合踝关节骨折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《随机对照临床试验研究报告指南》(CONSORT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上海交通大学附属第一人民医院南院生物统计学专家审核。

前瞻性临床研究数据开放获取声明: 文章作者同意:①可以在一定范围内开放研究参与者去标识的个体数据;②可以在一定范围内开放共享文章报告结果部分的去标识个体基础数据,包括正文、表、图及附件;③可以在一些情况下开放研究方案和知情同意书等相关文档;④全文开放获取数据的时间是从文章出版后即刻,并无终止日期。

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] TENFORDE AS, YIN A, HUNT KJ. Foot and ankle injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.*2016;27(1):121-137.

- [2] BARR KP, HARRAST MA. Evidence-based treatment of foot and ankle injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2005;16(3):779-799.
- [3] HUNT KJ, HURWIT D, ROBELL K, et al. Incidence and epidemiology of foot and ankle injuries in elite collegiate athletes. *Am J Sports Med*. 2017;45(2):426-433.
- [4] YUEN CP, LUI TH. Distal tibiofibular syndesmosis: anatomy, biomechanics, injury and management. *Open Orthop J*. 2017; 11:670-677.
- [5] CLANTON TO, WILLIAMS BT, BACKUS JD, et al. Biomechanical analysis of the individual ligament contributions to syndesmot stability. *Foot Ankle Int*. 2017; 38(1):66-75.
- [6] CLANTON TO, WHITLOW SR, WILLIAMS BT, et al. Biomechanical comparison of 3 current ankle syndesmosis repair techniques. *Foot Ankle Int*. 2017; 38(2): 200-207.
- [7] VAN ZUUREN WJ, SCHEPERS T, BEUMER A, et al. Acute syndesmot instability in ankle fractures: A review. *Foot Ankle Surg*. 2017;23(3):135-141.
- [8] SOLAN MC, DAVIES MS, SAKELLARIOU A. Syndesmosis stabilisation: screws versus flexible fixation. *Foot Ankle Clin*. 2017; 22(1): 35-63.
- [9] LI M, COLLIER RC, HILL BW, et al. Comparing different surgical techniques for addressing the posterior malleolus in supination external rotation ankle fractures and the need for syndesmot screw fixation. *J Foot Ankle Surg*. 2017;56(4): 730-734.
- [10] POGLIACOMI F, ARTONI C, RICCOBONI S, et al. The management of syndesmot screw in ankle fractures. *Acta Biomed*. 2018;90(1-S):146-149.
- [11] NEARY KC, MORMINO MA, WANG H. Suture button fixation versus syndesmot screws in supination-external rotation type 4 injuries: a cost-effectiveness analysis. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):210-217.
- [12] SCHEPERS T, VAN DER LINDEN H, VAN LIESHOUT EMM, et al. Technical aspects of the syndesmot screw and their effect on functional outcome following acute distal tibiofibular syndesmosis injury. *Injury*. 2014;45(4):775-779.
- [13] KELLETT JJ, LOVELL GA, ERIKSEN DA, et al. Diagnostic imaging of ankle syndesmosis injuries: A general review. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2018;62(2):159-168.
- [14] SCHOENNAGEL BP, KARUL M, AVANESOV M, et al. Isolated syndesmot injury in acute ankle trauma: comparison of plain film radiography with 3T MRI. *Eur J Radiol*. 2014;83(10):1856-1861.
- [15] HERMANS JJ, WENTINK N, BEUMER A, et al. Correlation between radiological assessment of acute ankle fractures and syndesmot injury on MRI. *Skeletal Radiol*. 2012;41(7): 787-801.
- [16] RAMMELT S, MANKE E. Syndesmosis injuries at the ankle. *Unfallchirurg*. 2018;121(9):693-703.
- [17] HERMANS JJ, BEUMER A, DE JONG TAW, et al. Anatomy of the distal tibiofibular syndesmosis in adults: a pictorial essay with a multimodality approach. *J Anat*. 2010; 217(6): 633-645.
- [18] KRAHENBUHL N, WEINBERG MW, DAVIDSON NP, et al. Imaging in syndesmot injury: a systematic literature review. *Skelet Radiol*. 2018;47(5):631-648.
- [19] LILYQUIST M, SHAW A, LATZ K, et al. Cadaveric Analysis of the Distal Tibiofibular Syndesmosis. *Foot Ankle Int*. 2016; 37(8): 882-890.
- [20] MRÓZ I, KURZYDŁO W, BACHUL P, et al. Inferior tibiofibular joint (tibiofibular syndesmosis) - own studies and review of the literature. *Folia Med Cracov*. 2015;55(4):71-79.
- [21] XIE L, XIE H, WANG J, et al. Comparison of suture button fixation and syndesmot screw fixation in the treatment of distal tibiofibular syndesmosis injury: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;60:120-131.
- [22] LAMOTHE JM, BAXTER JR, MURPHY C, et al. Three-Dimensional Analysis of Fibular Motion After Fixation of Syndesmot Injuries With a Screw or Suture-Button Construct. *Foot Ankle Int*. 2016;37(12):1350-1356.
- [23] SOIN SP, KNIGHT TA, DINAH AF, et al. Suture-button versus screw fixation in a syndesmosis rupture model: a biomechanical comparison. *Foot Ankle Int*. 2009;30(4): 346-352.
- [24] WALLEY KC, HOFMANN KJ, VELASCO BT, et al. Removal of hardware after syndesmot screw fixation: a systematic literature review. *Foot Ankle Spec*. 2017;10(3):252-257.
- [25] GENNIS E, KOENIG S, RODERICKS D, et al. The fate of the fixed syndesmosis over time. *Foot Ankle Int*. 2015;36(10): 1202-1208.
- [26] KAFTANDZIEV I, SPASOV M, TRPESKI S, et al. Fate of the syndesmot screw--Search for a prudent solution. *Injury*. 2015;46 Suppl 6:S125-S129.
- [27] KOCADAL O, YUCEL M, PEPE M, et al. Evaluation of reduction accuracy of suture-button and screw fixation techniques for syndesmot injuries. *Foot Ankle Int*. 2016; 37(12):1317-1325.
- [28] 田勇,马骁,刘成.纽扣钢板内固定治疗下胫腓骨联合损伤[J].中国组织工程研究,2015,19(Z):46.
- [29] 钱伟宏,罗毅文,姚志宏.双带绊纽扣钢板和金属螺钉治疗下胫腓联合损伤的疗效比较[J].临床骨科杂志,2016,19(6):735-737.
- [30] 冯杰,曹鹏飞,何毅.手术治疗踝关节骨折合并下胫腓联合韧带损伤的效果观察[J].双足与保健,2019,28(3):32-33.
- [31] 汤峰,王勤业,徐忠良,等.缝合锚弹性固定生理重建修复下胫腓联合损伤[J].中国组织工程研究,2013,17(30):56-61.