

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220909

· 短篇论著 ·

形状记忆弓齿钉与下胫腓固定螺钉治疗 Maisonneuve 骨折的疗效对比

罗一林¹, 崔进², 谢杨², 商艳³, 年申生^{2*}

1. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院全科规培基地, 上海 200433

2. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院创伤骨科, 上海 200433

3. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院全科医学科, 上海 200433

[摘要] **目的** 比较镍钛形状记忆弓齿钉和下胫腓固定螺钉治疗 Maisonneuve 骨折(MFF)的疗效。**方法** 回顾性收集 2019 年 1 月至 2021 年 12 月我院收治的 33 例 MFF 患者的临床资料, 根据治疗方法, 将患者分为形状记忆合金弓齿钉治疗组(弓齿钉治疗组, 13 例)和下胫腓固定螺钉治疗组(螺钉组, 20 例)。比较两组患者的手术时间及术中出血量, 末次随访时按照美国骨科足踝外科医师协会(AOFAS)评分标准对手术效果进行评价。**结果** 弓齿钉治疗组和螺钉组患者的手术时间[(118.46±19.55) min vs (113.50±17.97) min]、术中出血量[(90.77±53.85) mL vs (94.50±46.53) mL]差异无统计学意义(P 均>0.05)。两组患者术后切口均一期愈合, 无皮肤坏死、切口感染等局部并发症。两组患者术后均随访 6~24 个月, 平均随访时间为(14.70±5.20)个月。末次随访时, 两组患者的 AOFAS 踝关节功能总体评估得分及踝关节症状评价得分差异均无统计学意义(P 均>0.05)。**结论** 镍钛形状记忆合金弓齿钉及下胫腓固定螺钉处理 MFF 中下胫腓联合损伤均能达到满意效果, 但镍钛形状记忆合金弓齿钉不仅能保留踝关节及下胫腓联合的生理活动, 且负重前无须常规取出, 是一种值得推广的治疗方法。

[关键词] Maisonneuve 骨折; 下胫腓联合; 骨折固定术; 镍钛记忆合金

[引用本文] 罗一林, 崔进, 谢杨, 等. 形状记忆弓齿钉与下胫腓固定螺钉治疗 Maisonneuve 骨折的疗效对比[J]. 海军军医大学学报, 2023, 44(11): 1361-1365. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220909.

Shape memory arch nail and distal tibiofibular screw in treatment of Maisonneuve fracture: a comparison of clinical efficacies

LUO Yilin¹, CUI Jin², XIE Yang², SHANG Yan³, NIAN Shensheng^{2*}

1. General Practice Training Base, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

2. Department of Orthopaedics Trauma, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

3. Department of General Practice, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China

[Abstract] **Objective** To compare the efficacies of nickel-titanium (NiTi) shape memory arch nail and distal tibiofibular screw in the treatment of Maisonneuve fracture (MFF). **Methods** The clinical data of 33 patients with MFF treated at our hospital from Jan. 2019 to Dec. 2021 were retrospectively collected. According to the treatment methods, the patients were divided into 2 groups: shape memory arch nail treatment group (arch nail group, 13 cases) and distal tibiofibular screw treatment group (screw group, 20 cases). The surgical time and intraoperative blood loss were compared between the 2 groups, and the surgical outcomes were evaluated according to the American Association of Orthopaedic Foot and Ankle Surgeons (AOFAS) scoring criteria at the last follow-up. **Results** There were no significant differences in the surgical time ([118.46±19.55] min vs [113.50±17.97] min) or intraoperative blood loss ([90.77±53.85] mL vs [94.50±46.53] mL) between the 2 groups (both $P>0.05$). Both groups achieved primary wound healing after surgery without local complications such as skin necrosis or wound infection. All patients in both groups were followed up for 6 to 24 months, with an average follow-up duration of (14.70±5.20) months. At the last follow-up, there were no significant differences in the overall evaluation score of ankle joint function or ankle joint symptom evaluation score of AOFAS between the 2 groups (both $P>0.05$).

[收稿日期] 2022-11-29 **[接受日期]** 2023-08-30

[作者简介] 罗一林, 住院医师. E-mail: 466685420@qq.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 021-31162461, E-mail: ssnian2005@163.com

Conclusion Both NiTi shape memory arch nail and distal tibiofibular screw are effective in treating combined injuries of the distal tibiofibular joint in MFF. In addition, NiTi shape memory arch nail not only can preserve the physiological movement of the ankle joint and distal tibiofibular joint, but also requires no routine removal before weight-bearing. Therefore, it is a treatment method worthy of promotion.

[**Key words**] Maisonneuve fracture; distal tibiofibular syndesmosis; fracture fixation; nickel-titanium shape memory alloy

[**Citation**] LUO Y, CUI J, XIE Y, et al. Shape memory arch nail and distal tibiofibular screw in treatment of Maisonneuve fracture: a comparison of clinical efficacies[J]. Acad J Naval Med Univ, 2023, 44(11): 1361-1365. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220909.

踝关节骨折是常见的训练损伤类型之一^[1-2], 其中 Maisonneuve 骨折 (Maisonneuve fracture of fibula, MFF) 是一种特殊类型的踝关节骨折, 误诊率高, 文献报道 MFF 的发生率占踝关节骨折的 5%, 初次就诊时的误诊率为 14%~45%^[3-4]。MFF 的特点是踝关节内侧结构损伤 (内踝骨折或三角韧带损伤) 及下胫腓联合分离合并腓骨近端 1/3 骨折^[5]。MFF 如未能得到早期诊断和及时正确的治疗, 将引发患者踝关节不稳定等一系列并发症。

MFF 属于不稳定骨折, 需要应用内固定装置固定下胫腓位置 6~8 周^[6-7]。目前常用的固定下胫腓位置的内固定工具为皮质骨螺钉^[8-10], 然而应用皮质骨螺钉固定下胫腓有一定的缺陷, 坚强固定会限制腓骨相对于胫骨的移位和旋转, 从而影响踝穴对距骨运动的顺应性调节, 限制其生理活动, 且多数学者建议术后 6~12 周取出螺钉^[9,11-13]。

镍钛形状记忆合金是一种在特定温度下对形状具有特殊记忆功能的合金材料, 具有重量轻、强度高、耐磨损、耐腐蚀、耐疲劳、低磁性、无毒等特点, 并且有着良好的生物相容性和低生物退变性^[14]。应用镍钛形状记忆合金固定下胫腓位置可产生动态且持续的把持力, 符合踝关节生理活动, 且负重前无需常规取出^[15]。然而, 目前国内尚缺乏形状记忆合金弓齿钉处理踝关节骨折中下胫腓联合分离的相关临床研究。本研究通过回顾性分析我院创伤骨科 MFF 患者的临床资料, 探讨镍钛形状记忆合金弓齿钉固定 MFF 中下胫腓联合损伤的治疗效果。

1 资料和方法

1.1 研究对象 选取 2019 年 1 月至 2021 年 12 月我院创伤骨科收治的 MFF 患者 33 例作为研究对象, 根据治疗方法, 将患者分为镍钛形状记忆合金弓齿钉治疗组 (记忆合金组, 13 例) 和下胫腓固

定螺钉治疗组 (螺钉组, 20 例)。纳入标准: (1) 符合 MFF 诊断标准, 并于我院接受治疗的患者; (2) 入院前未在外院接受过手术治疗; (3) 发育成熟 (年龄 ≥ 18 岁), 具有完全民事行为能力; (4) 受伤前患肢功能正常。排除标准: (1) 病理性骨折; (2) 开放性骨折; (3) 不适宜手术的患者; (4) 患有影响骨折愈合的疾病; (5) 精神疾病患者。

1.2 术前处理 所有患者均在术前进行了踝关节正侧位 X 线片、踝关节 CT 平扫、膝关节正侧位 X 线片的检查。手术前, 嘱咐患者将患肢抬高, 同时采取局部冷敷和应用脱水药物等措施进行对症处理。在排除禁忌证后, 患者接受手术治疗。

1.3 手术方法 记忆合金组: 采用硬膜外麻醉, 患者取仰卧位, 患侧大腿近端上气囊止血带, 下肢常规消毒铺单。患者均先固定内踝骨折。术中见下胫腓联合分离, 踝穴内侧间隙增宽明显。于下胫腓联合前方取纵行切口, 逐层切开显露下胫腓联合, 复位下胫腓关节至解剖位置。选取型号适当的镍钛形状记忆合金弓齿钉 (兰州西脉国际医疗有限责任公司), 用冰盐水使其展开, 跨越下胫腓联合前方打入固定后用热生理盐水冲洗使其形状恢复。若固定后检查见下胫腓牢固, C 型臂 X 线机透视见下胫腓联合关节复位, 踝穴解剖对位关系恢复满意, 则彻底止血, 以碘伏、生理盐水冲洗切口。清点器械、敷料无误后, 逐层缝合, 关闭切口, 用无菌敷料包扎。

螺钉组: 麻醉复位方法同记忆合金组。在下胫腓关节整复后, 使用大的复位钳夹持固定, 随后在下胫腓关节上方约 2~3 cm 处用 2 枚直径为 3.5 mm 的皮质骨螺钉 (常州华森医疗器械有限公司) 进行固定。螺钉的方向由后外向内, 约 25°~30°, 穿过胫骨一层皮质, 在踝关节背伸 5°~10° 时进行固定。使用 C 型臂 X 线机透视检查, 以确认踝穴结构恢复正常。术后操作同记忆合金组。

1.4 术后处理 术后嘱患者将患肢继续抬高,短腿石膏固定于功能位1周。手术24 h后,指导患者行足趾及踝关节屈伸锻炼,早期严禁踝关节内外翻运动。术后定期换药,引流量不足20 mL时拔除引流管,术后2周拆线。螺钉组患者在术后8周拆除下胫腓螺钉,记忆合金组患者不进行二次手术,两组患者术后定期复查X线片。患者的术后功能锻炼采取早活动、晚下地原则。两组患者在术后8周可逐渐部分负重,术后12周方可完全负重。

1.5 疗效评估 搜集、整理患者最后一次的复查结果,根据美国骨科足踝外科医师协会(American Association of Orthopaedic Foot and Ankle Surgeons, AOFAS)推荐的踝与后足评分标准进行功能评估。AOFAS评估总分为100分,其中疼痛40分,功能50分,足部对线10分;分级标准:优90~100分,良75~89分,可50~74分,差 \leq 50分^[16]。

1.6 统计学处理 应用SPSS 21.0软件进行统计学分析。计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用独立样本 t 检验;计数资料以例数表示,采用 χ^2 检验和Fisher确切概率法。检验水平(α)为0.05。

2 结果

2.1 患者的一般资料 13例记忆合金组中男10例、女3例,年龄22~46岁,平均年龄为(30.38 \pm 6.66)岁;致伤原因:扭伤8例,高坠伤3例,交通事故2例;Lauge-Hansen分型:旋前-外旋(pronation-external rotation, PER) III度9例,IV度4例。20例螺钉组中男16例、女4例,年龄24~44岁,平均年龄为

(32.25 \pm 6.71)岁;致伤原因:扭伤12例,高坠伤5例,交通事故3例;PER III度14例,IV度6例。两组患者的性别、年龄、致伤原因、Lauge-Hansen分型差异均无统计学意义(P 均 $>$ 0.05)。

2.2 手术情况 记忆合金组的手术时间为(118.46 \pm 19.55) min,术中出血量为(90.77 \pm 53.85) mL;螺钉组的手术时间为(113.50 \pm 17.97) min,术中出血量为(94.50 \pm 46.53) mL。两组患者的手术时间、术中出血量差异均无统计学意义(P 均 $>$ 0.05)。

2.3 术后随访 两组患者术后均随访6~24个月,平均随访时间为(14.70 \pm 5.20)个月。术后切口均一期愈合,无皮肤坏死、切口感染等局部并发症,无螺钉断裂或下胫腓分离等内固定失败的情况发生。根据AOFAS推荐的踝与后足评分标准,记忆合金组踝关节功能总体评估优10例、良2例、可1例,得分(89.92 \pm 4.03)分;螺钉组踝关节功能总体评估优14例、良4例、可2例,得分(90.10 \pm 4.01)分。两组患者的踝关节功能总体评估得分差异无统计学意义(P $>$ 0.05)。记忆合金组的术后踝关节症状评价疼痛得分为(36.23 \pm 2.78)分,功能为(44.77 \pm 2.08)分,足部对线为(8.92 \pm 0.73)分;螺钉组疼痛为(36.15 \pm 2.50)分,功能为(44.65 \pm 2.03)分,足部对线为(9.30 \pm 0.84)分。两组患者的术后踝关节症状评价得分差异无统计学意义(P 均 $>$ 0.05)。两组患者手术前后X线片对比见图1、2。

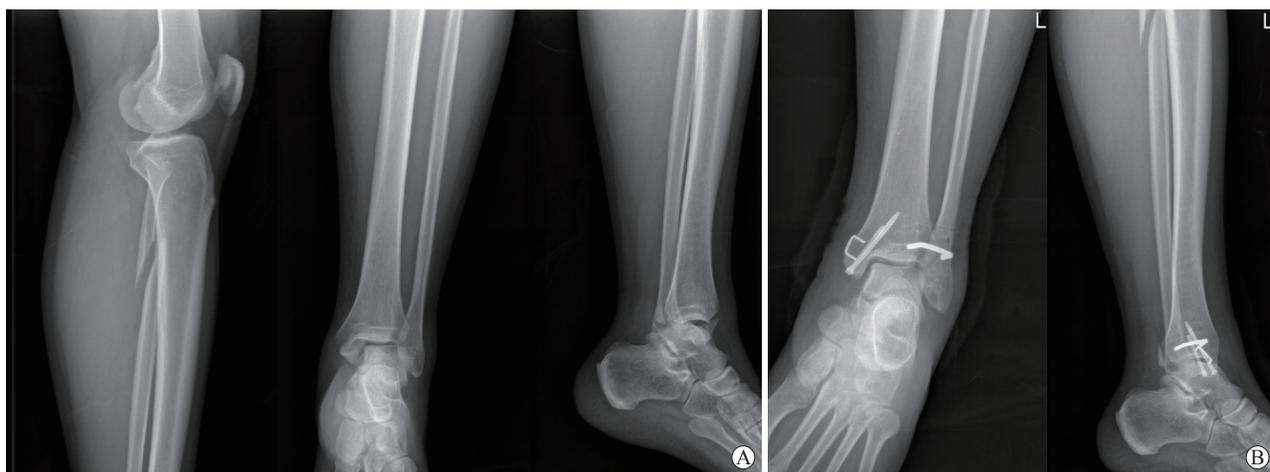


图1 接受镍钛形状记忆合金弓齿钉治疗的MFF患者手术前后X线片

患者男,交通事故致左踝关节MFF. A:术前膝关节侧位X线片及踝关节正侧位X线片;B:术后踝关节正侧位X线片. MFF: Maisonneuve骨折.



图2 接受下胫腓固定螺钉治疗的MFF患者手术前后X线片

患者男,高处坠落致右踝关节MFF.A:术前踝关节正侧位X线片;B:术后踝关节正侧位X线片.MFF:Maisonneuve骨折.

3 讨论

3.1 MFF的诊断 MFF属于一种踝关节PER骨折^[17], Danis-Weber将其定义为Weber-C型骨折^[18]。MFF损伤机制是足部向外受到扭力作用导致踝部先内踝骨折或三角韧带损伤,接着下胫腓联合损伤、胫腓骨骨间膜损伤和腓骨近端骨折等一系列损伤,有时伴随(PER IV型)或不伴随(PER III型)后踝骨折^[19-20]。MFF的损伤程度相对严重,而且它也属于少见的踝关节骨折,很多基层医师对其缺乏认识,容易漏诊^[13,21]。本研究的33例患者中,有4例在外院被诊断为踝扭伤或后踝骨折,并接受保守治疗,但在本院复诊时被确诊为MFF。这4例患者均未进行胫腓骨近端X线拍摄,仅进行了踝关节正侧位片检查,故腓骨高位骨折被漏诊。因此,为了减少误诊、漏诊的可能性,在接诊时必须深入了解MFF的相关特点并对患者进行详细检查。

3.2 MFF的治疗 近年来,许多学者研究并讨论了MFF的治疗方法,但在下胫腓联合损伤治疗方法的选择上仍存在差异。下胫腓联合是一个微动关节,在手术治疗时,一旦达到解剖复位,需要采用弹性固定以维持稳定的生理环境,避免出现创伤性关节炎。坚强固定可能会限制腓骨相对胫骨的移位和旋转,从而影响踝穴对距骨运动的顺应性调节。

目前,临床通常选择皮质骨螺钉固定下胫腓联合,其稳定性好,治疗效果较为满意。然而,过早负重可能会导致螺钉松动、断裂等并发症,需要再次手术取出。此外,螺钉的坚强固定虽然不会限制踝关节屈伸平面上的运动,但会限制距骨在踝穴中的其他运动。如果为了降低螺钉断裂的风险而延

迟负重,则可能导致踝关节僵硬。因此,如何弹性固定下胫腓联合,维持踝穴对距骨运动的顺应性调节,逐渐引起学者们的关注^[15,22]。形状记忆合金是一种在特定温度下对形状具有特殊记忆功能的新型功能材料,其中最重要的是镍钛形状记忆合金和铜基形状记忆合金^[23]。其中,镍钛形状记忆合金除具有其他形状记忆合金的特性外,还具有良好的生物相容性和低生物退变性^[14],是一种重量轻、强度高、耐磨损、耐腐蚀、耐疲劳、低磁性、无毒的材料,在多个领域都有着广泛的应用前景^[14]。本研究采用的弓齿钉由镍钛形状记忆合金制成,术后可通过体温产生持续固定效应,能使下胫腓联合保持稳定。与下胫腓联合中使用螺钉不同的是,镍钛形状记忆合金弓齿钉不仅能够有效维持腓骨的解剖位置,还能够符合踝关节的生理活动,使下胫腓关节获得恰当的微动,有助于早期锻炼。此外,镍钛形状记忆合金弓齿钉的材料特性允许它发生轻微形变,从而避免了因应力集中而引起弓齿钉断裂的情况出现。

本研究对比了镍钛形状记忆合金弓齿钉和下胫腓螺钉2种治疗下胫腓联合的固定方式,发现镍钛形状记忆合金弓齿钉固定下胫腓联合可避免二次手术取出。末次随访时,镍钛形状记忆合金弓齿钉组AOFAS踝关节功能评分和症状评分与下胫腓螺钉组比较差异无统计学意义(P 均 >0.05),表明其可取得与下胫腓螺钉相近的生物力学性能。2种固定方式在手术时间及术中出血量方面差异无统计学意义(P 均 >0.05),但手术操作方法不同。使用镍钛形状记忆合金弓齿钉的患者在术后早期即可开始功能锻炼,且内固定断裂风险较小,无需常规

再次手术取出。2种固定方式均能取得满意疗效,应根据不同患者情况进行合理选择,治疗关键在于解剖复位且有效固定下胫腓联合,并在医师指导下进行合理的功能锻炼。

本研究为单中心回顾性研究,样本量较小,导致本研究结论有一定局限性。今后将设计前瞻性研究方案,开展多中心、大样本的研究,进一步分析镍钛形状记忆合金弓齿钉治疗下胫腓联合分离的临床效果。

MFF是一种特殊的踝关节骨折,大多存在不同程度骨间膜损伤及下胫腓分离。早期正确的诊断治疗与预后关系密切。由于MFF常伴下胫腓联合分离导致踝关节不稳定,应提倡早期手术治疗。可吸收螺钉、人工肌腱、韧带等新型固定材料的发展及应用可以为下胫腓联合损伤提供更好的治疗,在减少并发症的同时降低患者痛苦和治疗费用。

[参考文献]

- [1] 刘冬,田华.军事训练伤的康复治疗新模式探讨[J].西南军医,2021,23(1):80-82. DOI: 10.3969/j.issn.1672-7193.2021.01.025.
- [2] 朱成杰,商艳,董宇超,等.某基层部队军事训练伤调查与防治措施的研究[J].海军医学杂志,2020,41(6):623-629. DOI: 10.3969/j.issn.1009-0754.2020.06.001.
- [3] LOCK T R, SCHAFFER J J, MANOLI A. Maisonneuve fracture: case report of a missed diagnosis[J]. Ann Emerg Med, 1987, 16(7): 805-807. DOI: 10.1016/S0196-0644(87)80580-2.
- [4] SPROULE J A, KHALID M, O' SULLIVAN M, et al. Outcome after surgery for Maisonneuve fracture of the fibula[J]. Injury, 2004, 35(8): 791-798. DOI: 10.1016/S0020-1383(03)00155-4.
- [5] 胡海量,刘利民,沈惠良. Maisonneuve骨折的诊断与治疗[J].中国骨与关节损伤杂志,2011,26(6):512-514.
- [6] GUO H, HUANG W, ZENG C. Ankle fracture with a complex injury mechanism and misleading hook test result: a case report[J]. J Foot Ankle Surg, 2020, 59(6): 1275-1278. DOI: 10.1053/j.jfas.2019.10.014.
- [7] 谢亚东,李强强,梁文强,等. Maisonneuve骨折中下胫腓联合损伤的诊疗进展[J].中国骨与关节杂志,2021,10(1):42-45. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2021.01.008.
- [8] VAN HEEST T J, LAFFERTY P M. Injuries to the ankle syndesmosis[J]. J Bone Jt Surg, 2014, 96(7): 603-613. DOI: 10.2106/jbjs.m.00094.
- [9] 李硕,张宇,孙正涛,等. Maisonneuve骨折诊断与治疗的研究进展[J].中国临床新医学,2019,12(4):459-462. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2019.04.30.
- [10] MARQUEEN T, OWEN J, NICANDRI G, et al. Comparison of the syndesmotic staple to the transsyndesmotic screw: a biomechanical study[J]. Foot Ankle Int, 2005, 26(3): 224-230. DOI: 10.1177/107110070502600307.
- [11] HAMID N, LOEFFLER B, BRADDY W, et al. Outcome after fixation of ankle fractures with an injury to the syndesmosis: the effect of the syndesmosis screw[J]. J Bone Joint Surg Br, 2009, 91(8): 1069-1073. DOI: 10.1302/0301-620X.91B8.22430.
- [12] 牛浩. Maisonneuve骨折治疗的两种内固定方法与临床研究[D].石家庄:河北医科大学,2013.
- [13] 郭浩山,刘晓之,刘飞,等. Maisonneuve骨折的诊疗体会[J].中国骨与关节损伤杂志,2016,31(10):1104-1105. DOI: 10.7531/j.issn.1672-9935.2016.10.039.
- [14] 李明高,孙大谦,邱小明,等. TiNi形状记忆合金连接技术的研究进展[J].材料导报,2006,20(2):121-125. DOI: 10.3321/j.issn:1005-023X.2006.02.032.
- [15] 王攀峰,许硕贵,张猛,等.记忆合金弓齿钉处理踝关节骨折中的下胫腓联合分离[J].中国骨伤,2012,25(8):642-644. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2012.08.006.
- [16] 严广斌. AOFAS踝-后足评分系统[J].中华关节外科杂志(电子版),2014,8(4):557-558.
- [17] LAUGE-HANSEN N. Fractures of the ankle. II. Combined experimental-surgical and experimental-roentgenologic investigations[J]. Arch Surg (1920), 1950, 60(5): 957-985.
- [18] WEBER G F. Immune targeting of the pleural space by intercostal approach[J]. BMC Pulm Med, 2015, 15: 14. DOI: 10.1186/s12890-015-0010-6.
- [19] RICHMOND R R, HENEERY A D. A Maisonneuve fracture in an active duty sailor: a case report[J]. Mil Med, 2018, 183(5/6): e278-e280. DOI: 10.1093/milmed/usx080.
- [20] 谢亚东,李强强,梁文强,等. Maisonneuve骨折中下胫腓联合损伤的诊疗进展[J].中国骨与关节杂志,2021,10(1):42-45. DOI: 10.3969/j.issn.2095-252X.2021.01.008.
- [21] 曹忠书,李利昕,魏振,等. Maisonneuve骨折的误漏诊分析及治疗[J].中国骨与关节损伤杂志,2010,25(2):182-183.
- [22] 雷芳,田振峰,曹冉,等.不同方式治疗踝关节骨折合并下胫腓联合不稳疗效观察[J].现代中西医结合杂志,2021,30(16):1769-1773. DOI: 10.3969/j.issn.1008-8849.2021.16.014.
- [23] 赵维彪.镍钛形状记忆合金的材料学特征与医学应用[J].中国组织工程研究与临床康复,2007,11(22):4376-4379. DOI: 10.3321/j.issn:1673-8225.2007.22.037.

[本文编辑] 商素芳