

# 内外联合固定结合Ⅱ期穿支血管蒂皮瓣治疗 Gustilo-Anderson ⅢB 及ⅢC 型踝关节骨折脱位

侍朋举, 孙柏山, 张瑞杰, 王建生, 齐巍, 左金增, 赵刚  
(唐山市第二医院创伤骨科, 河北 唐山 063000)

**【摘要】** 目的: 探讨采用内外联合固定结合Ⅱ期穿支血管蒂皮瓣治疗 Gustilo-Anderson ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位的临床疗效。方法: 自 2014 年 5 月至 2017 年 7 月采用内外联合固定结合Ⅱ期穿支血管蒂皮瓣治疗 20 例 Gustilo-Anderson ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位患者, 其中男 14 例, 女 6 例; 年龄 18~58(39.0±9.7) 岁; Gustilo-Anderson 损伤分型: ⅢB 型 17 例, ⅢC 型 3 例; 踝关节骨折 AO 分型: A 型 4 例, B 型 7 例, C 型 9 例; 创面大小 4 cm×3 cm~20 cm×9 cm。Ⅱ期穿支皮瓣: 胫后动脉穿支蒂皮瓣 11 例, 腓动脉穿支皮瓣 5 例, 前踝上皮瓣 1 例, 胫后动脉穿支皮瓣联合腓动脉穿支皮瓣 3 例。观察术后伤口愈合、皮瓣成活及骨折愈合情况, 末次随访时采用 AOFAS 踝与后足评分系统评价临床疗效。结果: 20 例肢体全部保肢成功, 无截肢患者。9 例患者出现浅表感染, 无深部感染及骨髓炎发生。其中 19 例皮瓣全部成活。所有患者获得随访, 时间 6~18(12.0±2.9) 个月。皮瓣愈合良好, 无窦道及骨外露发生, 未出现骨不连。骨折愈合时间 4~10(6.6±1.7) 个月。术后 AOFAS 评分为 (76.7±16.4) 分, 其中优 4 例, 良 11 例, 可 3 例, 差 2 例。结论: 内外联合固定结合Ⅱ期穿支血管蒂皮瓣治疗 Gustilo-Anderson ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位可有效闭合创面, 促进骨折愈合, 可最大限度恢复肢体外观及功能。

**【关键词】** 踝关节; 骨折脱位; 穿支皮瓣; 骨折固定术

中图分类号: R683.42

DOI: 10.12200/j.issn.1003-0034.2020.07.002

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



**Internal and external fixation combined with second-stage perforator flap for the treatment of ankle fracture dislocation of Gustilo-Anderson types ⅢB and ⅢC** SHI Peng-ju, SUN Bai-shan, ZHANG Rui-jie, WANG Jian-sheng, QI Wei, ZUO Jin-zeng, and ZHAO Gang. Department of Traumatic Orthopaedics, the Second Hospital of Tangshan, Tangshan 063000, Hebei, China

**ABSTRACT Objective:** To explore clinical effect of internal and external fixation combined with second-stage perforator flap for the treatment of ankle fracture dislocation of Gustilo-Anderson types ⅢB and ⅢC. **Methods:** From May 2014 to July 2017, 20 patients with Gustilo-Anderson types ⅢB and ⅢC ankle fracture dislocation were treated with internal and external fixation combined with second-stage perforator flap, including 14 males and 6 females, aged from 18 to 58 years old with an average of (39.0±9.7) years old; 17 patients were type ⅢB and 3 patients were type ⅢC according to Gustilo-Anderson classification; 4 patients were type A, 7 patients were type B, and 9 patients were type C according to AO classification. The size of wound ranged from 4 cm×3 cm to 20 cm×9 cm. Second-stage perforator flap, 11 patients were performed with posterior tibial artery perforator flap, 5 patients were performed with fibular artery perforator flap, 1 patient was performed with anterior ankle flap, and 3 patients were performed with posterior tibial artery perforator flap combined with fibular artery perforator flap. Postoperative wound healing, flap survival and fracture healing were observed, AOFAS score was used to evaluate at the latest follow-up. **Results:** All limbs were preserved successfully without amputation. Nine patients occurred superficial infection without deep infection and osteomyelitis occurring. The flaps of 19 patients survived. All patients were followed up for 6 to 18 months with an average of (12.0±2.9) months. The flaps healed well without sinus tract, bone exposure and bone disunion occurring. Fracture healing time ranged from 4 to 10 months with an average of (6.6±1.7) months. Postoperative AOFAS score was 76.7±16.4, among which 4 patients got excellent result, 11 patients good, 3 patients fair, and 2 poor. **Conclusion:** Internal and external fixation combined with second-stage perforator flap for the treatment of ankle fracture dislocation of Gustilo-Anderson types ⅢB and ⅢC could effectively close the wound, improve fracture healing and restore appearance and function of limbs to the maximum.

**KEYWORDS** Ankle joint; Fracture dislocation; Perforator flap; Fracture fixation

通讯作者: 赵刚 E-mail: zhaog998@126.com

Corresponding author: ZHAO Gang E-mail: zhaog998@126.com

开放性踝关节骨折脱位常是高能损伤所致, 该类损伤常常伴有伤口严重污染, 神经血管损伤及

局部软组织缺损,尤其 Gustilo-Anderson<sup>[1]</sup>ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位,由于局部骨与关节紊乱、外露,软组织损伤较重,常导致骨折复位困难,伤口迁延不愈、感染,遗留严重的功能障碍甚至后期截肢。自 2014 年 5 月至 2017 年 7 月对 20 例 Gustilo-Anderson ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位患者行 I 期外固定架结合内固定纠正骨折脱位,恢复正常的关节对合关系,早期联合穿支血管蒂皮瓣修复局部软组织缺损,取得了良好的临床效果,现报告如下。

## 1 临床资料

纳入标准:年龄 $\geq 16$ 岁;不合并其他部位复合损伤且生命体征平稳的 Gustilo-Anderson ⅢB、ⅢC 型踝关节骨折脱位患者;随访时间 $\geq 6$ 个月的患者。排除标准:Gustilo-Anderson I、II、ⅢA 型踝关节骨折脱位患者;踝部遗留巨大创面,局部穿支皮瓣不能完全覆盖;合并其他部位复合损伤,依从性差。

本组共 20 例,其中男 14 例,女 6 例;年龄 18~58(39.0 $\pm$ 9.7)岁;致伤原因:交通伤 9 例,高空坠落伤 6 例,机器绞伤 3 例,扭伤 2 例。Gustilo-Anderson<sup>[1]</sup>分型:ⅢB 型 17 例,ⅢC 型 3 例。AO 分型<sup>[2]</sup>:A 型 4 例,B 型 7 例,C 型 9 例。创面大小 4 cm $\times$ 3 cm~20 cm $\times$ 9 cm;受伤至初次手术时间 1~8 h,平均 5.5 h。

## 2 治疗方法

### 2.1 手术方法

术前 30 min 静滴广谱抗生素,采用下肢神经阻滞麻醉或椎管内麻醉,患者取平卧位,患侧臀下垫高,止血带下清创,遵循由浅至深,由外至内原则,逐层彻底清创,明确皮肤软组织、血管神经及骨折脱位情况,尽量保留踝关节韧带。清创后首先复位踝关节,使用超踝外固定架维持复位,近端外固定针固定到胫骨中上段,远端外固定针分别固定到跟骨及第 1 跖骨基底或内侧楔骨,用连接杆将远近端外固定针连接,连接杆尽量远离肢体,为换药及皮瓣操作留出足够空间。对于外踝骨折预计内固定物周围存在良好软组织覆盖、切口不会造成伤口周围皮肤的潜在坏死者则 I 期行接骨板固定(本组 12 例),采用外踝后外侧入路,可在处理外踝骨折同时,方便处理后踝骨折。伤口污染严重,同时骨折部位无良好软组织覆盖的患者行克氏针髓内固定(本组 8 例)。对于内踝骨折若骨折块完整,则用 2 枚 3.5 mm 空心钉固定(本组 8 例),若骨折粉碎,用克氏针配合张力带固定(本组 7 例)或空心钉、克氏针联合应用(本组 5 例);后踝骨块选用空心钉及克氏针固定。尽可能保留踝关节周围韧带成分,韧带体部撕裂无缺损的行单纯缝合修补,止点撕脱的行带线锚钉修复,不能修复者待瘢痕愈合。肌腱断裂损伤较少,主要以胫后肌腱、

趾长屈肌腱及长屈肌腱损伤为主,肌腱断裂多无明显缺损,予改良 Kessler 加锁边缝合修复。7 例神经断裂患者中 6 例行直接吻合,1 例胫神经缺损 $> 2$  cm,临时固定予 II 期修复。3 例ⅢC 型患者术前足趾血供不良,探查 1 例胫后动脉及足背动脉均断裂,行胫后动脉吻合修复,2 例胫后动脉断裂,足背动脉挫伤,为改善血运,其中 1 例行胫后动脉吻合修复,另 1 例因胫后动脉断端缺损,吻合张力较大改行足背动脉吻合修复。修复的神经血管利用周围软组织进行覆盖,踝部骨外露创面负压封闭引流。

术后预防性使用广谱抗生素,抬高伤肢,加强伤口换药,保持局部干洁,对于存在血管吻合患者,给予保暖、解痉、抗凝治疗,加强显微护理,预防深静脉血栓。若创面不新鲜可在 I 期术后 5~7 d 再次清创,创面负压封闭引流。

### 2.2 创面覆盖

本组创面均有不同程度的骨或肌腱外露,经清创后创面早期行临近穿支血管蒂皮瓣修复。其中胫后动脉穿支蒂皮瓣 11 例;腓动脉穿支皮瓣 5 例;前踝上皮瓣 1 例;胫后动脉穿支皮瓣联合腓动脉穿支皮瓣修复创面 3 例。所有皮瓣供区用取自大腿的刃厚皮片游离移植覆盖。术后严密观察皮瓣血运情况,严格执行显微外科护理措施,注意无菌换药,保持伤口干洁。

## 3 结果

### 3.1 疗效评价标准

术后采用美国足踝外科协会(American Orthopaedic Foot and Ankle Society, AOFAS)踝与后足评分系统<sup>[3]</sup>,从疼痛(40 分)、功能和自主活动情况(10 分)、最大步行距离(5 分)、地面步行(5 分)、反常步态(8 分)、前后活动(8 分)、后足活动(6 分)、踝-后足稳定性(8 分)和足部对线(10 分)方面进行评价,满分 100 分;其中总分 90~100 分为优,75~89 分为良,50~74 分为可, $< 50$ 分为差。

### 3.2 治疗结果

本组 20 例患者自受伤至 II 期创面覆盖时间为 7~21(11.6 $\pm$ 4.7) d。根据创面情况选择合适的邻近穿支蒂皮瓣修复。其中,单独胫后动脉穿支蒂皮瓣 11 例,皮瓣大小 11 cm $\times$ 5 cm~18 cm $\times$ 7 cm;腓动脉穿支皮瓣 5 例,皮瓣大小 10 cm $\times$ 4 cm~15 cm $\times$ 6 cm;前踝上皮瓣 1 例,皮瓣大小 8 cm $\times$ 4 cm;胫后动脉穿支皮瓣联合腓动脉穿支皮瓣修复创面 3 例,皮瓣大小 9 cm $\times$ 4 cm~19 cm $\times$ 7 cm。本组患者无深部感染及骨髓炎发生,无截肢患者。住院时间 14~55(21.2 $\pm$ 8.7) d。其中 9 例患者出现浅表感染,给予清创后 II 期创面皮瓣覆盖后治愈。19 例皮瓣全部成活,1 例胫后动脉

穿支皮瓣远端部分坏死，后期切痂 VSD 负压吸引，创面干洁植皮后治愈。所有患者获得随访，时间 6~18(12.0±2.9)个月。术后创面、皮瓣愈合良好，无窦道及骨外露发生。骨折愈合时间 4~10(6.6±1.7)个月，未出现骨不连。根据 AOFAS 评分，疼痛(29.4±6.8)分，功能和自主活动情况(8.0±2.0)分，最大步行距离(4.1±0.8)分，地面步行(2.9±1.1)分，反常步态(6.2±2.4)分，前后活动(6.6±2.3)分，后足活动(4.0±1.7)分，踝-后足稳定性(7.2±2.4)分，足部对线(8.5±2.3)分，总分(76.7±16.4)分；其中优 4 例，良 11 例，

可 3 例，差 2 例。典型病例见图 1-2。

#### 4 讨论

Gustilo-Anderson III B、III C 型踝关节骨折脱位肢体损伤重，不适宜分期手术，软组织覆盖修复不足是造成感染、骨折不愈合及肢体功能和外形恢复差的重要原因<sup>[4-5]</sup>。目前治疗策略一方面要通过手术解剖复位骨折，坚强固定，恢复关节正常对合关系，早期功能锻炼；另一方面针对开放伤口要求彻底清创，反复清创，早期利用皮瓣进行软组织覆盖，降低感染发生率，为骨折愈合创造条件。采用内外联合固定结合



**图 1** 患者,男,46 岁,右踝关节开放骨折脱位(Gustilo III B 型) **1a**. 伤后外观 **1b,1c**. 术前踝关节侧正位 X 线片示内外踝及后踝骨折脱位伴下胫腓关节分离 **1d,1e**. 术后 3 d 正侧位 X 线片示内外踝及后踝骨折复位良好,下胫腓关节螺钉固定,超踝外固定架固定 **1f,1g**. 术后 14 d 踝周软组织缺损处行胫后动脉穿支皮瓣修复 **1h,1i**. 术后 6 周拆除外固定架,正侧位 X 线片示踝关节骨折位置良好 **1j**. 术后 6 周照片显示皮瓣外观正常 **1k**. 术后 12 个月正位 X 线片示骨折愈合良好 **1l**. 术后 12 个月外观图示踝关节功能恢复情况

**Fig.1** A 46-year-old male patient with right ankle open fracture and dislocation (type Gustilo III B) **1a**. Appearance after injury **1b,1c**. Preoperative AP and lateral X-rays showed medial, lateral and posterior ankle fracture and dislocation with separation of lower tibiofibular joint **1d,1e**. Postoperative AP and lateral X-rays at 3 days showed well reduction of medial, lateral malleolus and posterior malleolus fracture, lower tibiofibular joint fixed by screw, external fixator fixation **1f,1g**. Postoperative appearances at 14 days showed posterior tibial artery perforator flap was used to repaired soft tissue defect around ankle joint **1h,1i**. AP and lateral X-rays at 6 weeks after removal of external fixator showed well position of ankle fracture **1j**. Picture at 6 weeks after operation showed normal appearance of flap **1k**. Postoperative AP X-ray at 12 months showed fracture healed well **1l**. Postoperative appearance at 12 months showed recovery of ankle joint function



**图 2** 患者,男,52 岁,右踝关节开放骨折脱位(Gustilo III B 型) **2a**. 伤后外观 **2b,2c**. 术前踝关节侧正位 X 线片示内外踝骨折脱位 **2d,2e**. 术后 3 d 正侧位 X 线片示内、外踝骨折复位良好,超踝外固定架固定 **2f,2g**. 术后 18 d 踝周软组织缺损处行腓动脉动脉穿支皮瓣修复 **2h**. 术后 6 周正位 X 线片示内外踝骨折位置良好 **2i**. 术后 6 周照片示皮瓣外观正常 **2j,2k**. 术后 8 个月正侧位 X 线片示骨折愈合良好 **2l**. 术后 8 个月外观图示踝关节功能恢复情况

**Fig.2** A 52-year-old male patient with open fracture and dislocation of right ankle joint (type Gustilo III B) **2a**. Appearance after injury **2b,2c**. Preoperative AP and lateral X-rays showed medial, lateral ankle joint fracture and dislocation **2d,2e**. Postoperative AP and lateral X-rays at 3 days showed the reduction of medial, lateral ankle fracture well, external fixator fixation **2f,2g**. Peroneal artery perforator flap was used to repair the soft tissue defect around ankle joint at 18 days after operation **2h**. Postoperative AP X-ray at 6 weeks showed well position of medial, lateral ankle fracture **2i**. Picture at 6 weeks after operation showed normal appearance of flap **2j,2k**. Postoperative AP and lateral X-rays at 8 months showed fracture union **2l**. Postoperative appearance at 8 months showed recovery of ankle joint function

II 期穿支血管蒂皮瓣治疗的优点有:(1) I 期确定性手术可降低骨折复位固定难度,解剖复位机会高,降低二次手术率。(2)早期利用皮瓣进行软组织修复可缩短创面暴露时间,显著减少感染机会。(3)皮瓣覆盖后改善了局部血运,有利于骨折愈合。(4)治疗周期短,肢体外形、功能恢复更好。(5)早期应用临近创面的穿支皮瓣完成软组织修复,降低了手术难度,对

显微血管吻合技术要求低。

#### 4.1 清创时机与策略

目前大多数研究<sup>[6-8]</sup>支持彻底清创是预防与治疗开放性骨折感染的关键举措,应尽量在骨折损伤后 6 h 内进行清创术,降低创口感染率。本组患者在伤后平均 5.5 h 内手术,最长 8 h,所有创口术后未出现深部感染或骨感染。但其中有 9 例创面存在浅表

感染迹象,分析可能与软组织损伤及污染重,伤后清创间隔长或清创姑息有关。因此,对于踝关节开放性骨折脱位,只要伤口无明显急性感染迹象,均建议 I 期彻底清创。首次清创对预防感染非常重要,自观察伤口起就应该严格遵守无菌技术原则,避免二次污染,清创时遵循从外至内,由浅入深的清创原则,扩创前预判后期是否需要切取皮瓣,切口应避开皮瓣供区,合理使用止血带,皮肤缺损创面行 VSD 覆盖,维持负压吸引,减少渗液积存。对清创效果存疑或损伤较重时可 II 期反复清创。

#### 4.2 骨折脱位固定的选择

Gustilo-Anderson III B、III C 型踝关节骨折脱位选择固定方式基于以下几点考虑:(1)骨折部位、复位质量及稳定性。(2)局部软组织及神经血管损伤情况。(3)感染风险。(4)后续治疗方案。包括是否影响皮瓣的选择、对肢体循环的影响等。其最终目的是降低并发症,缩短治疗周期,减少二次手术风险及难度。由于踝关节骨折脱位多是内侧脱位,外侧软组织相对完整,对于外踝骨折而言,手术方案有多种选择,若局部软组织条件好,可有限切开行接骨板固定,增加稳定性,正确恢复外踝长度;若局部软组织损伤重,手术切口恐增加皮肤坏死风险,可行克氏针张力带固定,若外踝为多节段,也可用 2.0 mm 克氏针贯穿固定,恢复长度,增加关节稳定性。内踝及后踝骨折进行内固定时须考虑软组织条件,尽量采用空心钉或克氏针简单固定,骨折固定同时内固定物外露小,有利于创面后期处理;若内踝骨折粉碎,也可采用克氏针张力带固定。踝关节骨折脱位后踝穴解剖序列丧失,维持踝关节稳定的内外侧结构及下胫腓联合以及关节囊均存在严重损伤,虽然经骨折脱位复位、坚强内固定后骨性解剖序列恢复正常,但因踝关节的韧带及关节囊损伤严重,使其维持踝关节稳定的功能丧失,踝关节仍处于不稳定状态<sup>[9]</sup>。临床中无论损伤韧带及关节囊修补与否,通过稳定胫距关节,使损伤断裂的韧带恢复原位,依靠愈合后的瘢痕粘连也可重建关节稳定性。采用斯氏针自足底贯穿固定胫距关节可以达到即刻稳定踝关节,但由于存在破坏关节面,潜在关节感染及胫骨远端粉碎骨折时固定不牢等弊端,目前临床在急诊手术中应用不多。跨踝关节单边外固定架外固定具有软组织剥离少,伤口并发症及感染率低,在踝关节骨折脱位中可以稳定踝关节,有利于骨折愈合及韧带修复,同时其操作简单,有利于创面观察及处理,不影响后期软组织修复,护理方便,可以显示出良好的疗效<sup>[10]</sup>。

#### 4.3 创面覆盖时机和皮瓣选择

创面早期覆盖理论是 Godina<sup>[11]</sup>首先提出,其核

心观点是伤口在受伤 5 d 内闭合,可使皮瓣失败率、感染率明显降低,住院时间缩短。Derderian 等<sup>[12]</sup>和 Kumar 等<sup>[13]</sup>主张亚急性期进行皮瓣创面覆盖,理由是此时手术患者的耐受性更好,同时术后感染率、皮瓣坏死率及骨不愈合发生率降低。本组患者自受伤至 II 期手术创面覆盖时间为 7~21(11.6±4.7) d,术后均未发生深部感染或骨感染,分析原因可能与创面早期覆盖,避免长期骨外露造成骨感染、坏死有关。同时,创面覆盖后伤肢可以早期功能锻炼,促进肢体功能恢复。因此,对于开放骨折导致的深部组织外露创面一定要遵循反复彻底清创,早期皮瓣覆盖原则,为对抗感染、骨折愈合创造条件,从而缩短治疗周期,降低伤残率。

目前随着穿支皮瓣技术的发展,大多数开放性骨折创面均可以利用创面周围的穿支皮瓣进行修复<sup>[14-18]</sup>。足踝部周围可利用的穿支皮瓣众多,临床中可充分利用临近创面、穿支恒定、原始损伤小的原则,灵活选择局部穿支皮瓣安全覆盖足踝周围外露创面。根据小腿血管分布特点,其中小腿内侧皮瓣首选胫后动脉穿支皮瓣,小腿前部皮瓣以前踝上皮瓣为主,外侧皮瓣主要是腓动脉穿支皮瓣,必要时可 2 种穿支皮瓣分别切取,联合修复复杂创面,或者携带皮神经血管链显著扩大安全切取面积,修复小腿及足踝较大创面。本组患者利用小腿周围多种穿支皮瓣早期修复开放骨折创面,全部成活,仅 1 例远端部分坏死,术后外观良好。

综上所述,Gustilo-Anderson III B、III C 型踝关节骨折脱位损伤复杂多样,在彻底清创的前提下,I 期内固定完成骨折固定,结合外固定架稳定踝关节,恢复正常的关节对合关系,早期联合穿支血管蒂皮瓣修复局部软组织缺损可有效闭合创面,早期进行功能锻炼,促进骨折愈合,可最大限度恢复肢体外观及功能。

#### 参考文献

- [1] Gustilo RB, Anderson JT. Prevention of infection in the treatment of one thousand and twenty-five open fractures of long bones: retrospective and prospective analysis[J]. J Bone Joint Surg Am, 1976, 58(4): 453-458.
- [2] Müller ME, Nazarian S, Koch P, et al. The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones[M]. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1990: 636-637.
- [3] Ibrahim T, Beiri A, Azzabi M, et al. Reliability and validity of the subjective component of the American Orthopaedic Foot and Ankle Society clinical rating scales[J]. J Foot Ankle Surg, 2007, 46(2): 65-74.
- [4] Shibuya N, Davis ML, Jupiter DC. Epidemiology of foot and ankle fractures in the United States: an analysis of the National Trauma Data Bank (2007 to 2011)[J]. J Foot Ankle Surg, 2014, 53(5): 606-608.

- [5] 印飞,孙振中,殷渠东,等. 胫腓骨开放骨折术后术区感染的相关因素分析[J]. 中国骨伤, 2015, 28(8): 708-711.  
YIN F, SUN ZZ, YIN QD, et al. Analysis of risk factors of the infection after operation of open tibiofibula fracture[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2015, 28(8): 708-711. Chinese with abstract in English.
- [6] 余芳,付霞丽. 不同清创时间与开放性骨折创口感染率的相关性分析[J]. 中外医学研究, 2017, 15(17): 124-125.  
YU F, FU XL. Correlation analysis between different debridement time and wound infection rate of open fracture[J]. Zhong Wai Yi Xue Yan Jiu, 2017, 15(17): 124-125. Chinese.
- [7] Bonneville P. Operative treatment of early infection after internal fixation of limb fractures(exclusive of severe open fractures)[J]. Orthop Traumatol Surg Res, 2017, 103(1S): S67-S73.
- [8] Aslan A, Uysal E, Ozmeric A. A staged surgical treatment outcome of type 3 open tibial fractures[J]. ISRN Orthop, 2014, 2014: 721041.
- [9] 张云,杨云峰. 踝关节骨折合并急性三角韧带损伤的诊断和治疗进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2017, 31(5): 624-628.  
ZHANG Y, YANG YF. Progress of diagnosis and treatment of ankle fractures combined with acute deltoid ligament intury[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2017, 31(5): 624-628. Chinese.
- [10] 余斌. 外固定支架在创伤骨科的应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2013, 15(10): 832-833.  
YU B. Application of external fixator in traumatic orthopaedics[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2013, 15(10): 832-833. Chinese.
- [11] Godina M. Early microsurgical reconstruction of complex of the extremities[J]. Plast Reconstr Surg, 1986, 78(3): 285-292.
- [12] Derderian CA, Oliver WA, Baux G, et al. Microvascular free-tissuetransfer for traumatic defects of the upper extremity: a 25-year experience[J]. J Reconstr Microsurg, 2003, 19(7): 455-462.
- [13] Kumar AR, Grewal NS, Chung TL, et al. Lessons from the modern battlefield: successful upper extremity injury reconstruction in the subacute period[J]. J Trauma, 2009, 67(4): 752-757.
- [14] 陈雪松. Gustilo-Anderson III B/C 型胫骨开放骨折的 I 期修复重建策略[J]. 创伤外科杂志, 2017, 19(1): 5-8.  
CHEN XS. One-stage emergency reconstruction of open Gustilo-Anderson Grade III B and III C tibial fractures[J]. Chuang Shang Wai Ke Za Zhi, 2017, 19(1): 5-8. Chinese.
- [15] 陈雪松,徐永清,陈建明,等. Gustilo III B/C 型小腿及足踝部开放性骨折的 I 期修复与重建[J]. 中华创伤骨科杂志, 2014, 16(11): 939-945.  
CHEN XS, XU YQ, CHEN JM, et al. One-stage reconstruction of open fractures of leg, ankle and foot of Gustilo III B and III C[J]. Zhonghua Chuang Shang Gu Ke Za Zhi, 2014, 16(11): 939-945. Chinese.
- [16] 陈雪松. 腓动脉穿支小腿后外侧皮神经营养血管皮瓣的临床应用策略[J]. 创伤外科杂志, 2017, 19(12): 953-956.  
CHEN XS. Clinical pearls and pitfalls of peroneal perforator flap containing neurovascular axis[J]. Chuang Shang Wai Ke Za Zhi, 2017, 19(12): 953-956. Chinese.
- [17] 董文伟,毛海蛟,刘振新. 外踝前动脉降支顺行岛状皮瓣修复足踝部皮肤缺损[J]. 中国骨伤, 2018, 31(8): 661-665.  
DONG WW, MAO HJ, LIU ZX, et al. Descending branch of anterior lateral malleolar artery based anterograde island flaps for reconstruction of foot and ankle defects[J]. Zhongguo Gu Shang/China J Orthop Trauma, 2018, 31(8): 661-665. Chinese with abstract in English.
- [18] 程定,崔树英,张成书,等. “网球拍”状内踝上穿支螺旋浆皮瓣修复跟踝部软组织缺损疗效观察[J]. 中国修复重建外科杂志, 2018, 32(11): 1450-1453.  
CHENG D, CUI SY, ZHANG CS, et al. Effectiveness of medial ankle branches propeller “Tennis racket-like” flap in repair of heel-ankle tissue defects[J]. Zhongguo Xiu Fu Chong Jian Wai Ke Za Zhi, 2018, 32(11): 1450-1453. Chinese.

(收稿日期: 2020-02-10 本文编辑: 李宜)