

· 综述 ·

# 足踝部组织缺损修复重建的研究进展<sup>△</sup>

贾竹青<sup>1,2</sup>, 郑浩<sup>1</sup>, 高学建<sup>2</sup>, 刘勇<sup>1,2\*</sup>

(1. 潍坊医学院外科学教研室, 山东潍坊 261053; 2. 潍坊医学院附属医院创伤外科, 山东潍坊 261035)

**摘要:** 足踝部具有较多的短骨、关节及韧带, 其形态和生物力学复杂, 意外创伤等易导致足踝部组织缺损, 严重影响足负重行走功能。近年来修复重建技术不断发展, 手术方法选择多种多样, 但如何进一步减少手术风险, 最大限度地恢复足踝形态及功能一直是研究的热点、难点。本文从足踝部组织缺损的类型出发, 广泛查阅国内外足踝部组织缺损修复重建方法及疗效的相关文献, 综述近年来足踝部组织缺损修复重建的进展, 对各种手术方式进行归纳。

**关键词:** 足踝, 组织缺损, 修复重建, 研究进展

**中图分类号:** R687      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1005-8478 (2023) 04-0336-05

**Research progress in repair and reconstruction of tissue defect of foot and ankle** // JIA Zhu-qing<sup>1,2</sup>, ZHENG Hao<sup>1</sup>, GAO Xue-jian<sup>2</sup>, LIU Yong<sup>1,2</sup>. 1. Department of Surgery, Weifang Medical University, Weifang 261053, China; 2. Department of Traumatic Surgery, Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261053, China

**Abstract:** In the foot and ankle there are many short bones, joints and ligaments with complex shape and biomechanics. The tissue defects of the foot and ankle due to accidental trauma and other reasons have serious impact on the foot's weight bearing and walking function. In recent years, with the continuous development of repair and reconstruction techniques, surgeons have a variety of surgical methods chosen. However, how to further reduce the risk of surgery and maximize the recovery of foot and ankle in shape and function has always been a research hotspot and difficult issue in surgical technique. Based on the types of tissue defects in the foot and ankle, this article extensively reviewed the relevant literature on the repair and reconstruction methods and efficacy for tissue defects in the foot and ankle at home and abroad, and summarized various surgical methods to provide a reference for clinicians.

**Key words:** ankle, tissue defect, repair and reconstruction, research progress

足踝关节作为人体负重支撑负荷最大的关节, 也是最容易损伤的部位之一。其中内、外踝是重要的稳定及定向运动结构, 缺损会严重影响足负重行走功能。因此对于足踝缺损的修复及重建, 在恢复足踝的形态和轮廓的基础上, 更重要的是要恢复足踝的各项功能, 如正常行走, 恢复踝关节负重能力等。在临床实践中, 由于足踝部皮肤菲薄, 皮下组织及肌肉少, 高能级的严重外伤往往造成皮肤撕脱、缺损、深部结构外露、骨性结构缺如等严重情况。根据足踝部组织缺损特点, 其修复方法基本有3种: 皮瓣移植、骨移植及复合组织瓣移植。近年来, 学者们进行了大量研究并获得一定进展, 现对这3类重建方法的进展进行综述, 为提高临床治疗效果提供参考。

## 1 皮瓣移植

足踝部软组织缺损修复重建要求移植的皮瓣具有薄而耐磨、坚韧、承重能力较好的特点, 以重铺足踝关节<sup>[1]</sup>。根据足踝部软组织损伤的具体部位及特点, 重建的基本原则包括选择合适的皮瓣、尽量减少对供体的影响及保存主要血管<sup>[2]</sup>。近年来, 临床上修复足踝部软组织缺损应用的皮瓣包括带蒂皮瓣和游离皮瓣两种。带蒂皮瓣包括隐动脉皮瓣、外踝上皮瓣、腓肠神经营养血管皮瓣等; 游离皮瓣有背阔肌皮瓣、股前外侧皮瓣等。下面就以上5种皮瓣展开探讨。

### 1.1 带蒂皮瓣

#### 1.1.1 隐动脉皮瓣

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.04.10

△基金项目: 军委后勤保障部基金项目(编号: CLJ18J020)

作者简介: 贾竹青, 主治医师, 研究方向: 显微重建外科, (电话)15624249520, (电子信箱)532846705@qq.com

\* 通信作者: 刘勇, (电话)13793964402, (电子信箱)13793694402@163.com

隐动脉皮瓣以膝降动脉和隐动脉为蒂，在大腿内侧和膝盖的内侧形成，有隐静脉、隐神经伴行。隐动脉皮瓣的设计关键是隐动脉肌皮支的定位，目前，多采用术前多普勒探头定位皮支穿刺点，明确其部位、走向、口径和血流情况。血管造影可更直观地显示隐动脉的起始点和路径，有助于皮瓣的设计<sup>[3]</sup>。

1981年，Acland<sup>[4]</sup>首先将其应用于临床。杨绍浦<sup>[5]</sup>采用膝降血管、隐动脉为蒂皮瓣修复足部软组织缺损，术后皮瓣感觉、外观、关节活动均令人满意。在廉洁<sup>[6]</sup>的研究中，隐动脉穿支皮瓣能够在不牺牲主要血管的前提下修复前足组织缺损。

隐动脉皮瓣具有以下优点：(1) 血管位置恒定(变异率<5%)，血管蒂长，切取方便；(2) 部位隐蔽，血运丰富；(3) 若伴隐神经顺行转位可使受区获得良好的感觉功能，逆行转位则可将隐神经与受区创面的近侧皮神经吻合来重建皮瓣感觉，更适用对感觉保护要求高的足底部位。切取隐动脉皮瓣时，隐神经的损失或导致其供区出现感觉麻木现象；由于膝关节及小腿内侧皮肤张力高，隐动脉皮瓣的切取范围应偏于膝上，减少在膝关节下方切取宽度，避免影响关节屈伸。综上，隐动脉皮瓣对供区的创伤较大，手术风险较高，在临床中应在慎重评估后选择。

### 1.1.2 外踝上皮瓣

外上踝皮瓣分为传统和改良型，由于传统外上踝皮瓣的覆盖面积有限，如今临床较多采用改良外上踝皮瓣<sup>[7]</sup>。外上踝皮瓣以外踝上动脉或外踝前动脉为血管蒂，以外踝尖近端5.0 cm、腓动脉穿支血管浅出点作为皮瓣的旋转点。在外踝上皮瓣切取前，临床上多采用CDU探测外踝上血管穿支情况及血流强度，定位腓动脉穿支约在外踝尖上方4 cm<sup>[8]</sup>。

陈黎明等<sup>[9]</sup>采用外踝上穿支岛状皮瓣修复足部软组织缺损，取得了满意的修复效果；李俊明等<sup>[10]</sup>2016—2019年，选择在小腿中段或中下段前外侧切取外踝上皮瓣，逆行转移修复16例足踝部软组织缺损患者，皮瓣外形及功能良好，获得随访的3例吻合神经的患者，皮肤感觉恢复1例S2，2例S3。

该术式的优点：(1) 手术难度较低，血管恒定，皮瓣旋转较易<sup>[11]</sup>；(2) 血供良好，皮瓣设计性强；(3) 主动脉得以保留，无需多次修整去脂。缺点：(1) 供区多需在外踝尖处植皮，易留下瘢痕，影响美观；(2) 如携带腓浅神经，会导致神经支配区出现感觉障碍<sup>[12]</sup>。综上，由于外踝上皮瓣独特的解剖学优势，可以将蒂部旋转点向远端推进1.0 cm，可多获得2.0 cm的修复距离，多用于修复踝前至足背中、近端

的创面，临床较常用。

### 1.1.3 腓肠神经营养血管皮瓣

Masquelet等<sup>[13]</sup>在1992年提出了神经皮岛状皮瓣的概念，描述了腓肠神经营养血管皮瓣，是由腓肠神经、腓肠动脉和小隐静脉供应的结构。研究表明，应优先采用更靠近创面的低旋转点皮瓣来降低皮瓣的坏死率，高旋转点腓动脉的穿支位置不恒定，术前需行多普勒彩超定位<sup>[14]</sup>。

Korompilias等<sup>[15]</sup>采用逆行腓肠神经营养血管皮瓣修复10例踝关节及足部软组织缺损，为该皮瓣的临床应用提供了可靠经验。霍星辰等<sup>[16]</sup>临床研究表明，可以通过内增压的方式增加皮瓣血供，改善静脉回流。陈占斌<sup>[17]</sup>、郭宗慧<sup>[18]</sup>应用腓肠神经营养血管皮瓣修复足踝部软组织缺损，术后受区获得了良好的外观及功能。

腓肠神经营养血管皮瓣的优点：(1) 血供丰富，血管变异率低，容易切取；(2) 皮瓣面积大，易于修复较远距离的创面；(3) 可携带神经，受区感觉恢复早。缺点：(1) 腓肠神经受损易并发痛性神经瘤；(2) 好发静脉充血，对于急性或慢性明显静脉淤滞的患者不建议采用这种方法。综上，该皮瓣是一种实用皮瓣，操作过程安全、适用性强，是临床修复踝关节周围和足背外侧最常用的皮瓣之一<sup>[19]</sup>。

## 1.2 游离皮瓣

### 1.2.1 背阔肌皮瓣

背阔肌皮瓣的血供主要来源于胸背动脉。根据胸背动脉分段的特点，背阔肌皮瓣可分离成背阔肌分叶肌皮瓣。术前通过多普勒超声确定患者胸肱部位的情况，将腋动脉标为上点，将髂后上棘标为下点，连接两点作为连线的轴线。在腋下向胸骨的位置进行切口，将背阔肌完全暴露出来，根据足踝部软组织损伤的面积及形状，确定需要移植的皮瓣情况，胸背动脉与受区动脉吻合，胸背动脉伴行静脉与受区动脉伴行静脉吻合。背阔肌皮瓣是可切取面积最大的皮瓣之一，能够应对各种重建挑战，是足踝部大面积软组织缺损修复的良好选择。

Serror等<sup>[20]</sup>应用以胸背蒂前支的主要穿支为中心的背阔肌肌皮瓣，对一位踝关节、跗骨内侧和跗骨-跖囊烧伤，部分关节开放的烧伤患者进行皮瓣修复，取得了良好的修复效果。He<sup>[21]</sup>报告了不同长度的背阔肌皮瓣的临床应用，为四肢大面积组织缺损提供了临床经验。

背阔肌皮瓣的优点：(1) 解剖位置恒定，血供可靠，皮瓣含有大量白细胞，抗感染能力强；(2) 供区

隐蔽,皮瓣可切取的面积大;(3)胸背动脉血管蒂可取长度长。缺点:(1)受区臃肿,外观较差;(2)神经功能吻合方面存在一定局限性,会对供区背阔肌的功能造成影响。所以,背阔肌皮瓣具有减少足踝感染的优点,并且在修复大面积软组织缺损、修复肢体肌肉缺损方面有独特优势。

### 1.2.2 股前外侧皮瓣

股前外侧皮瓣是外科医生在肿瘤切除和创伤引起的复杂缺损中最常用的一种皮瓣,具有皮瓣面积大,血管蒂长,供区可接受,厚度可调等优点,被成为“多功能皮瓣”<sup>[22]</sup>。股前外侧皮瓣是以旋股外侧动脉降支及穿支为轴形血管,降支发出2~5穿支,穿过股外侧肌及阔筋膜后直接进入皮肤,旋股外侧动脉降支至股外侧皮动脉。股前外侧皮瓣血供有3种类型:肌皮动脉穿支型、高位皮支型及肌间隙皮支型,主要以肌皮动脉穿支或肌间隙皮支为主<sup>[23, 24]</sup>。

Qing等<sup>[25]</sup>研究发现,股前外侧皮瓣可以设计成多个独立的皮肤垫覆盖缺陷,不受单一皮肤浆的限制。采用双皮肤瓣股前外侧皮瓣修复复杂的软组织缺损,可覆盖较大缺陷,且不需要供体皮肤移植。刘东等<sup>[26]</sup>通过比较带神经股前外侧皮瓣与腓肠神经血管皮瓣在足踝部软组织损伤修复中的效果,发现传统的穿支皮瓣可修复的软组织缺损面积有限。

股前外侧皮瓣的优点:(1)血管恒定,血运丰富,血管蒂长,易解剖和吻合<sup>[27]</sup>;(2)可切取的皮瓣面积大,可一次性修复较大面积的软组织缺损;(3)可携带股外侧皮神经,恢复受区的感觉功能;(4)可作为Flow-Through皮瓣重建四肢主要动脉;(5)可形成KISS皮瓣直接缝合供区,减少供区损伤。缺点:(1)技术要求较高;(2)皮瓣形态臃肿,影响美观。针对这一问题,叶琪毅<sup>[28]</sup>临床应用削薄股前外侧穿支皮瓣,经过平均18个月的随访,获得满意外观。综上,股前外侧皮瓣在术前进行精细修薄处理,术中显微操作规范,术后加强皮瓣血运的观察和处理,是一种重建足踝较大面积软组织缺损的理想皮瓣。

皮瓣的选择较为自由,均能较好地修复足背创面。对于足踝部小面积的软组织缺损,相较于带蒂皮瓣,游离皮瓣的操作要求更高,手术时间更长,风险系数较大,皮瓣也较为臃肿,所以带蒂皮瓣相对而言更适合足踝部软组织缺损的创面修复。

## 2 骨移植

骨移植包括自体骨移植和同种异体骨移植。自体

骨移植是在同一患者身上,骨从供体到另一个部位的运输,可用于重建足踝关节的骨骼缺损。由于自体骨可为缺损部位提供骨细胞、成骨细胞,具有成骨诱导作用和所有功能性移植所需的生物因素,促进骨生长;此外,自体骨还具有100%的组织相容性,没有交叉污染的风险。但自体骨移植会对取材部位造成创伤,易留并发症,且取骨量存在一定限制,同种异体骨移植逐渐加入到修复骨缺损的行列中<sup>[29]</sup>。

### 2.1 自体骨移植

髂骨是常见的自体移植采集部位。髂前上棘向后约3cm处,髂骨板呈自下向上的弧形结构,与外踝的外翻角度相近,具备外踝重建所需的条件<sup>[30]</sup>。髂前嵴容易触及,可提供大量松质和皮质骨,在需要结构支撑的情况下,可从髂嵴获得三皮层移植。组织学研究表明,髂骨具有活跃的造血骨髓和更大的成骨表面,髂骨移植中含有更多造血骨髓,具有较大的移植潜力。

马玉海等<sup>[31]</sup>成功应用带骨膜髂骨移植治疗重度距骨软骨损伤,有效改善踝关节功能。刘林等<sup>[32]</sup>将自体带骨膜髂骨与PRP联合应用,成功修复Hepple V期距骨骨软骨损伤。

髂骨移植的优点:手术操作简便,髂骨的外表和内表由密集的皮质骨和中间插入的松质骨组成<sup>[33]</sup>。这种组合提供了结构刚度,在重建大缺陷时较有益。但髂骨移植常并发神经损伤、血肿和术后供区疼痛,需要较长时间康复治疗恢复踝关节功能。

### 2.2 同种异体骨移植

随着新兴的技术的发展,使具有骨传导特性的替代骨移植材料成为可能<sup>[34]</sup>。为了促进成骨,同种异体骨材料通常与从骨髓吸出的骨祖细胞、骨髓间充质干细胞等联合使用,这些细胞可以增殖和分化为骨骼和其他组织,其中,骨髓间充质干细胞具有促进骨再生的潜力<sup>[35, 36]</sup>。

有关研究显示,在有不愈合风险的患者群体中,同种异体骨移植修复大块骨损伤或翻修软骨缺损能够获得良好的临床疗效<sup>[37]</sup>。Jamshidi等<sup>[38]</sup>采用同种异体外踝移植重建关4例因肿瘤切除导致的外踝骨缺损,平均随访3.2年,1例出现关节畸形,3例功能良好,骨愈合时间超出了正常骨愈合时间。

同种异体骨移植无需对人体造成二次伤害,但因为受限于如今的技术水平,同种异体骨移植存在骨愈合时间过长,易发生骨不连、排斥反应等问题。

## 3 复合组织瓣移植

足踝部的损伤，往往伴随骨与软组织同时缺损，在进行修复重建时，需要覆盖创面的同时修复骨与软组织缺损，选择带骨及丰富血供的复合组织瓣一期移植修复成为了更好的选择。通过显微技术进行血管吻合后，皮瓣内动静脉血供使受损部位抗感染能力及组织存活率得到明显提高，若伴随骨损伤，则可以有序和可预测的方式为成骨细胞提供矿物质和胶原蛋白支架，使骨创愈合较好。在选择复合组织瓣修复重建足踝缺损时，要满足重建关节的条件：形态相近、凹凸面匹配、对接方式一致。经过适当的打磨修剪，使二者具有近似的角度，重组的新关节面能够较好的贴合。临床中常用的复合组织瓣有腓骨头复合组织瓣、第2跖骨头复合组织瓣等。

### 3.1 腓骨头复合组织瓣

根据腓骨头的解剖基础可知，腓骨头与外踝在形态上是相近的，腓骨头复合组织瓣血供丰富，其供血血管的解剖位置固定，管径与足内踝动脉相近，表浅易分离，血管的吻合效果好，可以为重建后的足内踝提供良好的血供，促进骨愈合<sup>[39]</sup>。

刘勇等<sup>[40]</sup>设计了腓骨头复合组织瓣重建儿童内踝骨与皮肤缺损，儿童腓骨头含有骨骺组织，重建后的内踝形态、功能恢复良好。范晓华等<sup>[41]</sup>选择腓骨头复合组织瓣重建小儿内踝骨质及皮肤缺损，重建后的内踝与小儿的生长发育过程同步，且对供区膝关节功能及感觉无影响。

该复合组织瓣的优点：(1)可提供有血运的骨组织，骨创愈合效果好，抗感染能力强；(2)供区的血管管径粗，与受区血管吻合难度较低。缺点：(1)腓动脉起始处具有变异性，切除带腓动脉的腓骨瓣，严重会导致足部坏死；(2)供区会形成瘢痕，影响美观。综上，腓骨头复合组织瓣能够同时重建足踝骨缺损及邻近软组织缺损，对于幼儿，重建的内外踝具有同小儿的生长发育同步的潜力，是重建小儿外踝缺损的较好方式之一<sup>[42]</sup>。

### 3.2 第2跖骨复合组织瓣

第2跖骨在足负重行走的作用较小，其底部有较为恒定的供血血管，足背血管蒂长，血供好表浅易获取，第2跖骨底腓侧关节面大小、倾斜度与外踝关节面相似，具备移植修复足踝缺损的条件。

Chen<sup>[43]</sup>采用以足背动脉为蒂的第2跖骨复合组织瓣修复踝关节缺损，重建外踝，术后36个月腓骨远端及跖骨完全愈合，踝关节稳定，双下肢等长，踝关节背侧屈曲受限，踝关节恢复正常功能，供体

部位无疼痛或活动受限。赵书明等<sup>[44]</sup>采用第2跖骨头复合组织瓣重建4例小儿外踝骨与皮肤缺损，术后复合组织瓣全部成活，血运良好，经6个月~2年随访，显示皮瓣生长良好，踝关节功能正常。

第2跖骨复合组织瓣的优点：(1)供区血管位置恒定，易于手术操作；(2)创面愈合快，感染发生率低；(3)移植后的皮瓣存在感觉，利于穿鞋。但也存在缺点：(1)复合组织瓣切取后，足背瘢痕明显；(2)第二跖骨剔除后，破坏足横弓的形态，可能会影响足功能。

## 4 小结

因足踝复杂的形态及功能，术者应根据创面损伤的部位和特点，综合自身能力，选用恰当的移植修复方式，提高移植术的成活率，改善重建效果，并降低供区发病率，对患者进行个性化、规范的术后康复锻炼指导，最终获得最佳的恢复效果。

## 参考文献

- [1] Kim JH, Yoon T, Park JK, et al. Reconstruction of foot and ankle defects using free lateral arm flap: a retrospective review of its versatile application [J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021 : 4128827.
- [2] Yasir M, Wani AH, Zargar HR. Perforator flaps for reconstruction of lower limb defects [J]. *World J Plastic Surg*, 2017, 6 (1) : 74-81.
- [3] Zhang YZ, Wen SZ, Zhang HQ, et al. Three-dimensional digitalized virtual planning for saphenous artery flap: a pilot study [J]. *Computer Ass Surg (Abingdon, England)*, 2016, 21 (1) : 102-106.
- [4] Acland RD, Schusterman M, Godina M, et al. The saphenous neurovascular free flap [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1981, 67 (6) : 763-774.
- [5] 杨绍浦, 周丕育, 周健, 等. 隐动脉皮瓣的临床应用 [J]. *中华整形外科杂志*, 2014, 30 (2) : 138-139.
- [6] 廉洁, 施文珺, 张国佑, 等. 游离胸脐穿支皮瓣或隐动脉穿支皮瓣修复前足软组织缺损 [J]. *中国美容整形外科杂志*, 2020, 31 (4) : 230-232.
- [7] 李俊明, 李艳华, 黄贺军, 等. 优化的外踝上皮瓣修复足踝部皮肤软组织缺损 [J]. *中华整形外科杂志*, 2021, 37 (2) : 171-177.
- [8] 董凯旋, 周娅, 徐永清, 等. 数字化技术在设计穿支血管蒂螺旋浆皮瓣修复足踝部创面中的应用 [J]. *中华显微外科杂志*, 2017, 40 (5) : 424-427.
- [9] 陈黎明, 王刚, 刘毅. 低位旋转点的外踝上穿支岛状皮瓣修复足部皮肤软组织缺损创面的临床效果 [J]. *中华烧伤与创面修复杂志*, 2022, 38 (10) : 932-936.
- [10] 李俊明, 李艳华, 黄贺军, 等. 优化的外踝上皮瓣修复足踝部皮肤软组织缺损 [J]. *中华整形外科杂志*, 2021, 37 (2) : 171-177.
- [11] 熊颖杰, 幸超峰, 胡智玉, 等. 腓动脉终末穿支外踝上皮瓣修复足跟外侧创面 [J]. *中华显微外科杂志*, 2019, 42 (5) : 459-462.

- [12] 赵英波, 戴国光, 张记川, 等. 外踝上前穿支皮瓣修复踝部及足背软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2018, 41 (3): 232-235.
- [13] Masquelet AC, Romana MC, Wolf G. Skin island flaps supplied by the vascular axis of the sensitive superficial nerves: anatomic study and clinical experience in the leg [J]. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 89 (6): 1115-1121.
- [14] 尹朝东, 董忠根, 魏建伟, 等. 高旋转点与低旋转点腓肠神经营养血管皮瓣的疗效比较[J]. 中华显微外科杂志, 2019, 42 (2): 173-176.
- [15] Korompilias A, Gkias I, Korompilia M, et al. Reverse sural artery flap: a reliable alternative for foot and ankle soft tissue reconstruction [J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2019, 29 (2): 367-372.
- [16] 霍星辰, 刘会仁, 于占勇, 等. 腓肠神经营养血管皮瓣的解剖与临床应用进展[J]. 中华显微外科杂志, 2017, 40 (3): 309-312.
- [17] 陈占斌, 石荣剑, 杨龙, 等. 腓肠神经营养血管皮瓣修复足踝部软组织缺损的临床应用[J]. 中华显微外科杂志, 2022, 45 (4): 383-388.
- [18] 郭宗慧, 唐寅, 王骏杰, 等. 腓肠神经营养血管皮瓣及小腿近端自由设计穿支皮瓣连续转移修复足踝部软组织缺损[J]. 中华整形外科杂志, 2021, 37 (10): 1152-1157.
- [19] 王晓东, 魏杰, 曹鑫杰, 等. 腓肠神经营养血管皮瓣修复跟腱周围软组织缺损的临床疗效[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43 (1): 81-85.
- [20] Serror K, Chaouat M, Romano G, et al. Free-style puzzle flap as a cross-leg pedicled flap: the concept of re-using a flap in acute burns, a case report [J]. *Burns Trauma*, 2018, 6: 2.
- [21] HE J, QING L, WU P, et al. Variations of extended latissimus dorsi musculocutaneous flap for reconstruction of large wounds in the extremity [J]. *Orthop Surg*, 2022, 14 (10): 2598-2606.
- [22] 孙琪博, 陈默迪, 邵国梁, 等. 带神经股前外穿支薄皮瓣修复足踝大面积创面[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (14): 1307-1310.
- [23] Illg C, Krauss S, Lauer H, et al. Precision of dynamic infrared thermography in anterolateral thigh flap planning: identification of the perforator fascia passage [J]. *J Reconstructive Microsurgery*, 2022. Doi: 10.1055/s-0042-1758183
- [24] Kim JH, Yoo H, Eun S. Reconstruction of extensive soft tissue defects of lower extremity with the extended anterolateral thigh flap [J]. *Int J Lower Extremity Wounds*, 2022, 21 (4): 601-608.
- [25] Qing L, Wu P, Yu F, et al. Use of dual-skin paddle anterolateral thigh perforator flaps in the reconstruction of complex defect of the foot and ankle [J]. *J Plastic Reconstructive Aesthetic Surg*, 2018, 71 (9): 1231-1238.
- [26] 刘东, 周鑫, 欧昌良, 等. 带神经股前外侧皮瓣与腓肠神经营养血管皮瓣修复足踝部软组织缺损效果比较[J]. 中华整形外科杂志, 2020, 36 (8): E004-004E004.
- [27] 范爱民, 陈燕, 李政, 等. 游离股前外侧穿支皮瓣修复足踝部软组织缺损[J]. 中国矫形外科杂志, 2022, 30 (10): 937-939.
- [28] 叶琪毅, 林浩, 张文广, 等. 削薄股前外侧穿支皮瓣修复足踝部较大面积软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2020, 43 (6): 544-548.
- [29] Diniz P, Pacheco J, Flora M, et al. Clinical applications of allografts in foot and ankle surgery [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy*, 2019, 27 (6): 1847-1872.
- [30] 王正, 喻爱喜. 外踝缺损的手术治疗进展[J]. 中国修复重建外科杂志, 2019, 33 (9): 1196-1199.
- [31] 马玉海, 刘彧, 陈长松, 等. 自体带骨膜髌骨移植治疗重度距骨软骨损伤[J]. 中华创伤杂志, 2021, 37 (7): 635-640.
- [32] 刘林, 杨宗宇, 刘核达, 等. 自体带骨膜髌骨移植联合 PRP 治疗 Hepple V 期距骨骨软骨损伤[J]. 中国矫形外科杂志, 2021, 29 (2): 154-157.
- [33] Hikichi T, Matsubara H, Ugaji S, et al. Large osteochondral defects of the distal tibia plafond after septic arthritis of the ankle joint treated by arthrodiastasis and iliac bone graft: a case report [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2020, 59 (4): 857-862.
- [34] Baldwin P, Li DJ, Auston DA, et al. Autograft, allograft, and bone graft substitutes: clinical evidence and indications for use in the setting of orthopaedic trauma surgery [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33 (4): 203-213.
- [35] Fitzgibbons TC, Hawks MA, McMullen ST, et al. Bone grafting in surgery about the foot and ankle: indications and techniques [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2011, 19 (2): 112-120.
- [36] Shen J, Sun D, Yu S, et al. Radiological and clinical outcomes using induced membrane technique combined with bone marrow concentrate in the treatment of chronic osteomyelitis of immature patients [J]. *Bone Joint Res*, 2021, 10 (1): 31-40.
- [37] Dekker TJ, White P, Adams SB. Efficacy of a cellular bone allograft for foot and ankle arthrodesis and revision nonunion procedures [J]. *Foot Ankle Int*, 2017, 38 (3): 277-282.
- [38] Jamshidi K, Mazhar FN, Masdari Z. Reconstruction of distal fibula with osteoarticular allograft after tumor resection [J]. *Foot Ankle Surg*, 2013, 19 (1): 31-35.
- [39] 夏海, 丁玉峰, 李本英, 等. 腓骨头复合组织瓣重建小儿外踝骨和软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2021, 44 (2): 171-174.
- [40] 刘勇, 张成进, 付兴茂, 等. 游离腓骨头复合组织瓣重建儿童内踝骨与皮肤缺损的解剖学研究及临床应用[J]. 中华创伤骨科杂志, 2011, 13 (1): 43-46.
- [41] 范晓华, 夏海, 刘晓云, 等. 腓骨头复合组织瓣重建小儿内踝骨质及皮肤缺损[J]. 中华创伤杂志, 2020, 36 (2): 172-177.
- [42] 夏海, 丁玉峰, 李本英, 等. 腓骨头复合组织瓣重建小儿外踝骨和软组织缺损[J]. 中华显微外科杂志, 2021, 44 (2): 171-174.
- [43] Chen H, Yin G, Hou C, et al. Repair of a lateral malleolus defect with a composite pedicled second metatarsal flap [J]. *J Int Med Res*, 2018, 46 (12): 5291-5296.
- [44] 赵书明, 李娜, 刘学亮, 等. 第2跖骨头复合组织瓣重建小儿外踝骨皮肤缺损[J]. 中华整形外科杂志, 2020, 36 (10): 1139-1143.

(收稿:2022-11-07 修回:2022-12-01)  
(同行评议专家: 窦洪磊 杨晓明)  
(本文编辑: 宁 桦)