

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2022.08.019

❖ 临床研究 ❖

携隐神经内踝上穿支皮瓣移植联合 Masquelet 技术治疗胫骨远端骨缺损并软组织缺损的修复效果

姚泓成, 刘强, 覃彪, 王瑞学

(河池市人民医院创伤骨科, 广西 河池 547000)

【摘要】目的: 观察携隐神经内踝上穿支皮瓣移植联合 Masquelet 技术治疗胫骨远端骨缺损并软组织缺损的修复效果。**方法:** 选取 88 例胫骨远端骨折或(和)骨感染患者为研究对象, 根据治疗方案不同分为研究组($n=41$)及对照组($n=47$)。研究组患者采用携隐神经内踝上穿支皮瓣移植联合 Masquelet 技术治疗; 对照组采用内踝上穿支皮瓣移植联合 Masquelet 技术治疗。比较两组患者术后白细胞计数、C-反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)水平、皮瓣移植成功/坏死情况、创面完全愈合时间、首次清创距离皮瓣移植手术时间; 采用视觉模拟评分法(VAS)评价皮瓣移植术后首次清创后 3、7 及 15 d 患者疼痛情况; 于末次随访时采用 Johner-Wruhs 评分评价患者骨缺损愈合优良率、术后骨愈合时间及并发症发生情况。**结果:** 两组患者骨愈合率、平均愈合时间、平均完全负重时间及术后骨愈合不良比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。对照组患者患侧肢末次 Johner-Wruhs 评分优良率为 93.62%, 与研究组患侧肢末次 Johner-Wruhs 评分优良率比较, 差异无统计学意义($P>0.05$)。两组患者末随访复查血清白细胞、CRP、ESR 水平与术前比较, 差异有统计学意义($P<0.05$), 但组间差异无统计学意义($P>0.05$)。研究组患者创面完全愈合时间及术后首次清创后 3、7、15 d 的 VAS 评分低于对照组($P<0.05$)。研究组患者皮瓣成活率高于对照组($P<0.05$)。**结论:** 携隐神经内踝上穿支皮瓣联合 Masquelet 技术结合治疗胫骨远端骨折合并软组织损伤修复效果满意, 术后获得骨愈合率级皮瓣移植成活率高, 且未见明显术后不良反应发生, 值得临床推广使用。

【关键词】 胫骨远端骨折; 隐神经内踝上穿支皮瓣; Masquelet 技术; 修复效果

【中图分类号】 R681 **【文献标志码】** A

Effect of Masquelet technique combined with medial malleolar perforator flap with saphenous nerve in the repair of distal tibial bone defect

YAO Hong-cheng, LIU Qiang, QIN Biao, WANG Rui-xue

(Department of Orthopedics and Trauma, Hechi People's Hospital, Hechi 547000, Guangxi, China)

【Abstract】 Objective: To observe the effect of saphenous nerve-carrying medial malleolar perforator flap combined with Masquelet technique in the repair of distal tibial bone defect. **Methods:** 88 patients with distal tibial fracture or (and) bone infection were selected as the research subjects, and were divided into the study group (Upper perforator flap skin grafting combined with Masquelet technique, $n=41$) and control group (medial malleolar superior perforator skin grafting combined with Masquelet technique, $n=47$) according to the treatment plan of the patients. Postoperative white blood cell counts, C-reactive protein (CRP), erythrocyte sedimentation rate (ESR) levels, the success/necrosis of skin flap transplantation were recorded in the two groups of patients, and the time to complete wound healing and the distance from the first debridement to flap transplantation were recorded, Visual analogue scale (VAS) was used to evaluate the pain status of patients 3, 7 and 15 d after the first debridement after flap transplantation. At the last follow-up, Johner-Wruhs score was used to evaluate the good and good rate of bone defect healing, bone healing time and complications. **Results:** There was no significant difference in bone healing rate, average healing time, average full weight-bearing time and postoperative poor bone healing between the two groups ($P>0.05$). The excellent and good rate of Johner-Wruhs score at the end of the ipsilateral limb in the control group was 93.62%, compared with the excellent and good rate of the Johner-Wruhs score at the end of the ipsilateral extremity in the study group, and there was no significant difference ($P>0.05$). The levels of serum leukocyte, CRP and ESR in the two groups at the end of follow-up were significantly different from those before operation ($P<0.05$), but there was no significant difference between the two groups ($P>0.05$). The time of complete wound healing and VAS score at 3, 7 and 15 d after the first debridement of the study group were lower than those of the control group ($P<0.05$). The survival rate of skin flap in the study group was higher than that in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** The saphenous nerve-carrying medial malleolar perforator flap combined with the

基金项目: 广西壮族自治区河池市科技计划项目(河科 AB193611)

作者简介: 姚泓成(1981-), 男, 副主任医师。E-mail: yhc6268@163.com

Masquelet technique combined with the treatment of distal tibia fractures complicated with soft tissue injury has a satisfactory repair effect. The postoperative bone healing rate of the flap has a high graft survival rate, and no obvious postoperative adverse reactions occurred. It is worthy of clinical promotion.

【Key words】 Distal tibial bone defect; Medial malleolar perforator flap of saphenous nerve; Masquelet technique; Repair effect

高能创伤后造成胫骨远端开放性骨折在临床上较为常见,一般常合并骨缺损及软组织损伤,极易引发患肢感染,延长骨折愈合期,出现骨不连、不完全愈合、膝关节、踝关节活动受限等并发症^[1]。因此抗感染治疗、重建骨缺损、恢复患肢功能是胫骨远端骨折合并骨缺损治疗的最终目标。研究^[2]表明,与传统骨移植术相比, Masquelet 技术可减少自体松质骨的取骨量,且临床效果满意。然而开放性骨折患者软组织损伤若不能及时有效覆盖,常引发骨髓炎、骨坏死、肌腱缺损,乃至有截肢的风险^[3]。临床对此类创面修复方法多样^[4-5],小腿胫骨创面以内踝上穿支皮瓣为首选,然而修复术后可因供区小腿内侧穿支血管及其链式血管网遭到破坏而使皮瓣修复失败。本研究通过观察携隐神经内踝上穿支皮瓣联合 Masquelet 技术对胫骨远端骨折合并软组织损伤患者的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月至 2020 年 8 月河池市人民医院收治的 88 例胫骨远端骨折合并软组织损伤或(和)骨感染患者为研究对象,根据治疗方案不同分为研究组($n = 41$)及对照组($n = 47$)。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。纳入标准:(1)外伤所致胫骨远端开放性骨折,且创伤区皮肤缺损需进行皮瓣移植术;(2)影像学检查符合单侧胫骨远端骨折诊断^[6];(3)患者及家属均知情并同意。排除标准:(1)心肺肝肾等重要器官组织功能异常者;(2)凝血功能障碍者;(3)合并其他位置骨折者;(4)临床资料不全或依从性差者。

表 1 两组患者一般资料比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

资料	对照组($n = 47$)	研究组($n = 41$)	χ^2/t 值	P 值
男/女(例)	24/23	22/19	0.059	0.808
年龄(岁)	50.15 ± 6.79	48.88 ± 7.06	0.859	0.393
BMI(kg/m ²)	23.78 ± 3.12	24.14 ± 3.35	0.522	0.603
病程(月)	12.39 ± 2.55	12.04 ± 3.06	0.585	0.560
入院前治疗次数(次)	3.92 ± 1.71	4.04 ± 1.56	0.342	0.733
固定类型			0.075	0.785
起开复位内固定	22(46.81)	18(43.90)		
外固定	25(53.19)	23(56.10)		

1.2 方法

两组患者骨缺损均采用 Masquelet 技术治疗,手术分两期进行,一期手术:主要清理病灶,彻底清除

感染组织等,植入抗生素骨水泥,并行内踝上穿支皮瓣覆盖创面,待形成诱导膜;二期感染控制后,切开诱导膜并取出抗生素骨水泥,再通髓腔后,将自体骨或自体骨混合异体骨植入缺损位置,缝合诱导膜。一期手术^[7]:术前根据 X 线片及 MRI 影像确定病灶部位及范围,内固定患者均将钢板取出更换为外固定。术中患者采取仰卧位,腰硬联合麻醉,患侧小腿外展外旋位。先取部分病理组织用于病理检查及细菌培养,后彻底清理骨病灶周围坏死、感染组织,清理骨髓腔,骨打磨直至见血;使用 2% 过氧化氢溶液、0.09% 生理盐水反复冲洗伤口;准备抗生素骨水泥,将 4 g 万古霉素混入 40 g 骨水泥中,填充骨缺损处,同步向骨水泥中缓慢注入冰盐水,以防止骨水泥散热后造成周围骨质及软组织灼伤;注意骨水泥填充量,保证支撑同时利于伤口缝合。

对照组采用内踝上穿支皮瓣移植术(皮瓣移植术操作除无隐神经及其伴行血管保留外,其余与研究组相同)。研究组采用携隐神经内踝上穿支皮瓣移植术^[8]:(1)术前预设切取皮瓣范围及面积,采用彩色多普勒超声血流仪(贝斯曼, BV-520T)观察胫后动脉内踝上两个皮支血管位置,以这两个皮支血管为基部向上内踝 7 cm 处为轴点,基部宽度为 4 cm,根据受区创面部位及大小设计皮瓣,满足切取皮瓣面积大于创面 1 cm;选择最佳穿支作为旋转点,尽量保留 1~2 cm 安全旋转范围或邻近 1~2 穿支。(2)骨水泥填充完毕后,根据设计好的皮瓣位置和大小,切取开皮肤至深筋膜后,寻找隐神经及大隐静脉于皮瓣近端切断;结扎血管,间断缝合固定皮肤与深筋膜层,以防分离;切开皮瓣其他边缘,于筋膜下向远端游离皮瓣,完成剥离后松开止血带,恢复皮瓣血运;注意皮瓣内保留隐神经及其伴行血管,接近穿支血管时,注意保留神经、血管两侧 2~3 cm 筋膜蒂;部分条件患者行隐神经与足底找到的皮神经端端连接。(3)将移植皮瓣置于创区缝合,皮瓣供区取患者大腿中厚皮片植皮,上述缝合后放置引流管包扎。术后根据细菌培养结果选取抗生素,进行抗感染治疗两周,复查两组患者白细胞计数、C-反应蛋白(CRP)、红细胞沉降率(ESR)等指标,确认无感染后方可进行二期手术治疗。二期手术^[9]:结合患者临床情况,于一期术后 6~8 周后进行。腰硬联合麻醉,取患者仰卧位,待麻醉效果满意,沿原切口进入创区。暴露骨水泥后,采用骨刀等器械锐性分离

并小心取出骨水泥团块,打通髓腔,注意保护假膜完整性;剪切自体髂骨薄片备用,将凝血酶溶液与 BMSCs 浓集液混合静置 3~5 min,待形成凝胶样状态;将自体髂骨碎片与人工骨碎片混合物、BMSCs 凝胶注入诱导膜腔内,在断骨骨皮质与周围充分植骨后,缝合假膜,放置引流管,闭合伤口行无张力缝合。在患者骨损伤量较大时,可以自体骨与异体骨 3:1 的比例,并加入骨形态发生蛋白。术后共计 35 例外固定松动,其中 12 例患者软组织条件较好,更换钢板固定,10 例瘢痕重度患者改用锁定钢板外置固定,



图1 远端胫骨骨折合并软组织损伤常规皮瓣移植术

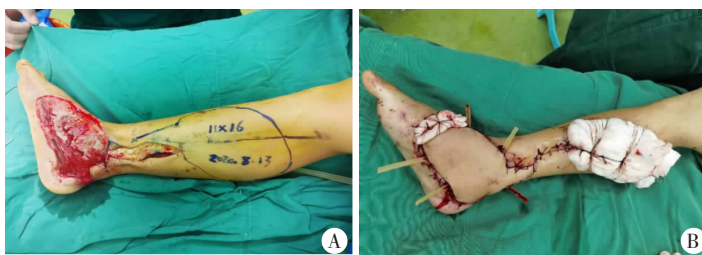


图2 研究组患者预设皮瓣范围及切取

A.术前设计皮瓣移植位置及大小;B.皮瓣移植缝合结束。

1.3 观察指标

(1)术后骨愈合、患肢功能及并发症:包括二期骨愈合情况、骨折愈合时间、平均完全负重时间及并发症发生情况;于末次随访时采用 Johner-Wruhs 评分^[10]评价患者骨缺损愈合优良率。优:骨缺损完全愈合,无神经血管损伤,无畸形,无疼痛,关节功能正常,可恢复日常工作;良:骨缺损愈合完整,神经血管轻度损伤,轻度畸形,偶有疼痛,关节活动范围及日常工作轻度受限;可:骨缺损愈合,神经血管中度损伤,肢体畸形,经常性局部疼痛,关节活动及日常工作中度受限;差:骨缺损愈合,神经血管重度损伤,肢体严重畸形,关节活动极大受限,局部疼痛严重不能日常工作。(2)血清学指标:采集治疗前及随访末次患者空腹静脉血 3 mL,检测白细胞计数、CRP 及 ESR。(3)围术期指标:包括创面完全愈合时间、首次清创距离皮瓣移植手术时间、疼痛等;其中疼痛于皮瓣移植术后首次清创后 3、7 及 15 d 采用视觉模拟评分法(VAS)评分评估,评分越高,疼痛越剧烈。(4)术后皮瓣成活/坏死情况。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 21.0 软件对数据进行分析与处理。计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 t 检验;计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者术后骨愈合、患肢功能及并发症比较

其余松动患者予以调整,未松动者予以保留。术后处理:静脉抗感染治疗 48 h,密切监控患者伤口情况,监测白细胞计数、CRP 及 ESR;结合患者恢复情况于术后 15 d 左右拆线(必要可延迟),术后 6 周避免负重;X 线片可见骨痂成形后可辅助患者,逐渐恢复运动量,避免肌肉萎缩。术后每月进行 X 线片复查,观察患者骨愈合情况。术后复查出现骨愈合不全/不愈合患者,并行二次髂骨补充植骨术。见图 1 及图 2。

88 例患者随访 11~20 个月,平均(15.54 ± 3.52)个月。两组患者骨愈合率、平均愈合时间、平均完全负重时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。术后研究组有两例(4.88%)出现肥大性骨不连;对照组 3 例(6.38%)患者出现肥大性骨不连,两组患者分别于二期术后 12~16 个月行翻修手术,辅助重建锁定钢板外固定后,均逐渐骨愈合。两组术后骨愈合不良比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。对照组患侧肢末次 Johner-Wruhs 评分优良率为 93.62%,与研究组患侧肢末次 Johner-Wruhs 评分优良率为 97.56% 比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 2。

表2 两组患者术后骨愈合、患肢功能比较 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

项目	对照组($n=47$)	研究组($n=41$)	χ^2/t 值	P 值
二期骨愈合(例)	44(93.62)	39(95.12)	0.093	0.761
平均骨愈合时间(月)	6.77 ± 2.37	6.96 ± 2.88	0.339	0.735
平均完全负重时间(月)	14.27 ± 1.63	13.94 ± 1.56	0.966	0.337
Johner-Wruhs 评分			1.315	0.518
优	40(85.11)	38(92.68)		
良	4(8.51)	2(4.88)		
可	3(6.38)	1(2.44)		

2.2 两组患者血清学指标比较

两组患者末次随访复查血清白细胞、CRP、ESR 水平均恢复正常,与术前比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),但组间比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。见表 3。

表 3 两组患者治疗前及随访末次炎症指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	对照组 (n=47)		研究组 (n=41)		t 值	P 值
	术前	末次随访	术前	末次随访		
白细胞计数 ($\times 10^9/L$)	10.12 ± 3.67	6.17 ± 1.29 *	10.45 ± 3.82	6.04 ± 1.36 *	0.460	0.647
CRP (mg/L)	59.33 ± 31.25	3.62 ± 1.40 *	60.06 ± 30.40	3.57 ± 1.51 *	0.161	0.872
ESR (mm/h)	59.61 ± 21.27	7.06 ± 2.32 *	60.08 ± 20.13	7.10 ± 2.29 *	0.081	0.936

* $P < 0.05$, 与组内术前相比; t 值、P 值分别为末次随访的组间比较。

2.3 两组患者围术期指标比较

研究组患者首次清创距离皮瓣移植手术时间高于对照组 ($P < 0.05$); 创面完全愈合时间及术后首次清创 3、7、15 d 的 VAS 评分低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 4 两组患者围术期指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

项目	对照组 (n=47)	研究组 (n=41)	t 值	P 值
创面完全愈合时间 (d)	26.54 ± 3.82	22.17 ± 3.29	5.680	< 0.001
首次清创距离皮瓣移植手术时间 (d)	8.82 ± 2.57	14.93 ± 3.55	9.328	< 0.001
首次清创后 VAS 评分 (分)				
3 d	5.06 ± 1.54	4.20 ± 1.46	2.677	0.009
7 d	4.08 ± 1.10	3.34 ± 1.05	3.650	0.002
15 d	2.30 ± 1.02	1.71 ± 0.92	2.832	0.006

2.4 两组患者术后皮瓣成活/坏死情况比较

对照组共 40 例患者皮瓣完全成活, 成活率为 85.11%, 其余 7 例患者均出现远端小面积坏死, 经清创后行游离植皮修复术, 均恢复正常; 研究组共 40 例患者皮瓣完全成活, 成活率为 97.56%, 仅 1 例患者出现远端小面积坏死, 经清创并行游离植皮修复术后皮瓣恢复正常, 其余患者皮瓣成活良好, 质地柔软, 且外形不臃肿, 所有入组患者未见吻合血管内血栓形成。两组患者皮瓣完全成活率比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见图 3。



图 3 研究组患者, 男性, 52 岁, 摔伤致左腿胫骨远端骨折

A 为患者一期术中皮瓣切取后状态; B 为患者二期手术治疗后 7 d, 可见患者皮瓣成活良好, 质地柔软, 外形不臃肿。

3 讨论

胫骨远端高能量骨折常见骨折部位合并骨缺损及严重软组织损伤, 开放性骨折在清理病灶位坏死及感染软组织后, 易造成局部骨缺损; 即便为闭合性骨折, 行切开复位内固定治疗后, 仍因骨折远端周围血运较差而引发骨感染、骨不连等不良预后, 因此临床治疗极为复杂^[11]。传统修复骨缺损的方法较多, 例如带血管骨移植、骨牵引成骨术、自体或同种异体骨移植。但在临床实践中逐步发现, 经上述方法治疗胫骨骨折常发生应力性差、畸形愈合、吻合血管内血栓等不良预后, 同时治疗周期长、手术费用高, 长期佩戴外置固定架, 严重影响患者生活质量^[12]。Masquelet 技术又称为诱导膜技术, 是现阶段治疗大段骨缺损的有效方法之一。该治疗术通过一期清创后, 以聚甲基丙烯酸甲酯骨水泥结合抗生素填补骨缺损, 通过聚甲基丙烯酸甲酯与机体发生异物体反应产生诱导膜。诱导膜不仅可为二期手术提供丰富的血供, 同时可分泌如骨形态发生蛋白 2、血管内皮生长因子、转化生长因子 β 等促骨修复的成骨因子, 同时外部营养物质可通过诱导膜进入病灶内, 为二期自体骨质移植提供外部保护及成骨条件^[13]。在一则 Masquelet 技术与 Lizarov 技术治疗骨缺损的 Meta 分析^[14]中指出, Masquelet 技术在骨缺损愈合时间、完全负重行走、治疗费用及并发症方面优势明显。本研究结果显示, 88 例胫骨远端骨折患者术后获得骨愈合占比 94.32%, 平均 (6.77 ± 2.37) 个月骨愈合, 8 ~ 16 个月即可完全负重行走; 研究组及对照组在末次随访的 Johner-Wruhs 评分优良率为 97.62%、93.56%。然而, Masquelet 技术仍具有一定的局限性, 该技术可完成胫骨或股骨骨缺损 < 12 cm 的填充手术^[15], 但自身取骨部位及骨量均是限制条件, 尤其在发生较大骨缺损状态下, 自体骨填充量不足, 可能影响骨愈合及后续骨应力; 另外供区大量取骨不可避免发生长期疼痛及并发症, 因此上述难点仍需进一步研究解决。

高能骨折骨缺损术后软组织缺损及坏死是该治疗过程的又一难点, 尤其是开放性骨折后常发生关节错位、筋腱断裂, 并伴有创面感染^[16]。创面重要组织暴露, 可继发组织性坏死、不良肉芽增生; 慢性炎症刺激导致创伤血管栓塞、闭锁、慢性窦道腔隙发生^[17]。不仅影响骨愈合进度, 还会加重骨感染、骨坏死, 乃至发生截肢风险。因而, 早期创面覆盖的临床意义重大, 但供区位置及皮瓣成活情况更加关键。本研究采用携隐神经内踝上穿支皮瓣治疗胫骨远端骨缺损造成的软组织损伤。解剖学分析隐神经

分布与髌下、小腿内侧面及足底内侧面皮肤的股神经终末支,从股动脉分出后于大腿正中,与血管伴行于深筋膜下、肌膜浅层间,经膝部与小腿中上 2/3 行于小腿内侧面正中及小腿下 1/3 斜向前方。隐神经及大隐神经血管网丛可不断供养小腿内侧皮肤,解剖发现只需保留其中一个节段深层动脉来源,即可保障皮神经干较长供血^[18]。多项研究^[19-20]均表示,对较大面积创面,携带胫后动脉及隐神经血管的皮瓣移植更安全,皮瓣成活率高。携隐神经血管穿支皮瓣提供了多源供血,在不破坏胫后动脉主干血管的基础上,扩大穿支皮瓣的供血范围;皮瓣隐神经与足底皮神经端端链接,有助于术后部分感觉重建,对于愈合后患肢功能恢复具有积极意义。本研究结果显示,与对照组相比,研究组患者术后首次清创距离皮瓣移植术时间更长($P < 0.05$),首次清创后 3、7 及 15 d 的 VAS 评分更低($P < 0.05$)。更值得临床关注的是研究组患者术后创面完全愈合时间更短,且皮瓣完全成活率更高($P < 0.05$)。

综上,携隐神经内踝上穿支皮瓣联合 Masquelet 技术结合治疗胫骨远端骨折合并软组织损伤修复效果满意,术后获得骨愈合率级皮瓣移植成活率高,且未见明显术后不良反应发生,值得临床推广使用。

参考文献

- [1] Metsemakers WJ, Reul M, Nijs S. The use of gentamicin-coated nails in complex open tibia fracture and revision cases: A retrospective analysis of a single centre case series and review of the literature[J]. *Injury*, 2015, 46(12): 2433-2437.
- [2] Mauffrey C, Giannoudis PV, Conway JD, et al. Masquelet technique for the treatment of segmental bone loss have we made any progress? [J]. *Injury*, 2016, 47(10): 2051-2052.
- [3] Mundy LR, Truong T, Shammas RL, et al. Amputation Rates in More Than 175,000 Open Tibia Fractures in the United States [J]. *Orthopedics*, 2021, 44(1): 48-53.
- [4] 丰波,张志,呼和,等. 小腿穿支皮瓣修复踝周皮肤软组织缺损[J]. *中华显微外科杂志*, 2014, 37(2): 139-142.
- [5] 陈桂全,陈伟明,黄彬,等. 应用胫后动脉内踝上穿支皮瓣修复足踝部皮肤软组织缺损[J]. *中华显微外科杂志*, 2014, 37(1): 92-94.
- [6] Lindvall E, Sanders R, Dipasquale T, et al. Intramedullarynailing

versus percutaneous locked plating of extra-articular proximal tibiafractures: comparison of 56 cases[J]. *J Orthop Trauma*, 2009, 23(7): 485-492.

- [7] 董晖,许建民,马磊,等. Masquelet 技术治疗胫骨慢性骨髓炎[J]. *临床骨科杂志*, 2017, 20(2): 191-194.
- [8] 华栋,方小魁,吴苏州,等. 携隐神经的内踝上穿支皮瓣修复小腿和足踝部软组织缺损[J]. *中华显微外科杂志*, 2021, 44(2): 197-200.
- [9] Kohlhauser M, Luze H, Nischwitz SP, et al. Historical Evolution of Skin Grafting-A Journey through Time [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2021, 57(4): 348.
- [10] 卢承印,王朋涛,张来福,等. 骨髓间充质干细胞结合 Masquelet 技术治疗感染性骨缺损的临床疗效观察[J]. *骨科*, 2021, 12(5): 430-434.
- [11] 张来福,卢承印,王孝辉,等. 3D 打印辅助 Masquelet 膜诱导技术治疗跟骨骨缺损的疗效研究[J]. *创伤外科杂志*, 2021, 23(7): 507-511.
- [12] Jin ZC, Cai QB, Zeng ZK, et al. Research progress on induced membrane technique for the treatment of segmental bone defect [J]. *Zhongguo Gu Shang*, 2018, 31(5): 488-492.
- [13] Huang K, Fei L, Hou TY, et al. The Role of Induced Membrane in Bone Defect [J]. *J Biomater Tissue Eng*, 2015, 5(9): 680-686.
- [14] 化昊天,赵文字,白文博,等. Masquelet 技术与 Lizarov 技术治疗感染性骨缺损的 Meta 分析[J]. *海南医学院学报*, 2020, 26(11): 838-845.
- [15] 王钊,同石. 应用 Masquelet 技术治疗大段骨缺损减少自体骨用量的可能性[J]. *中国组织工程研究*, 2020, 24(24): 3862-3869.
- [16] 张华,路倩,乔荣芳. 开放性胫骨骨折创面感染患者病原菌分布情况及骨折愈合的影响因素分析[J]. *医学临床研究*, 2021, 38(6): 886-889.
- [17] Mthethwa J, Chikate A. A review of the management of tibial plateau fractures [J]. *Musculoskelet Surg*, 2018, 102(2): 119-127.
- [18] 陈佳,杨鹏飞,龙兴敬,等. 带隐神经的小腿内侧皮瓣修复足踝部骨外露[J]. *实用手外科杂志*, 2018, 32(1): 46-48.
- [19] He J, Qing L, Wu P, et al. Large wounds reconstruction of the lower extremity with combined latissimus dorsi musculocutaneous flap and flow-through anterolateral thigh perforator flap transfer [J]. *Microsurgery*, 2021, 41(6): 533-542.
- [20] 许亚军,陈政,周晓,等. 胫后动脉小腿中下 1/3 穿支蒂逆行岛状皮瓣的临床应用[J]. *中华整形外科杂志*, 2015, 31(3): 219-221.

(收稿日期:2022-04-04

修回日期:2022-04-26)