

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2018.24.021

文章编号: 1005-8982 (2018) 24-0108-06

## Masquelet 技术与一期骨移植治疗 感染性骨缺损的炎症控制效果比较

王智黔, 张一, 王远政, 余荣峰

(贵州省人民医院 骨科, 贵州 贵阳 550002)

**摘要: 目的** 对比分析 Masquelet 技术与一期骨移植治疗感染性骨缺损的炎症控制效果及临床疗效。**方法** 回顾性分析 2014 年 1 月-2016 年 8 月该院接受 Masquelet 技术治疗的 31 例下肢长骨创伤后骨髓炎骨缺损患者(观察组)和 2012 年 1 月-2014 年 7 月该院接受一期自体松质骨移植治疗的 33 例同类患者(对照组)治疗资料。比较两组炎症控制率、手术前后外周血 C 反应蛋白(CRP)和降钙素原(PCT)变化情况、骨重建长度和成功率、术后 12 个月时骨缺损愈合效果及邻近关节功能恢复情况。**结果** 观察组术后炎症控制率与对照组接近(90.32% vs 84.85%) ( $P > 0.05$ ), 但观察组术后 1 个月、3 个月 PCT、CRP 水平低于对照组 ( $P < 0.05$ ); 观察组骨重建成功率高于对照组(96.77% vs 69.70%) ( $P < 0.05$ ), 观察组中骨重建成功的骨不连患者, 其骨重建长度长于对照组 ( $P < 0.05$ )。观察组术后 12 个月时骨缺损愈合效果及邻近关节功能恢复效果优于对照组 ( $P < 0.05$ ); 两组术后并发症发生率比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。**结论** Masquelet 技术重建感染性骨缺损对炎症因子的控制效果更好, 且骨重建成功率更高、骨重建长度更长, 患者中期关节活动功能更好。

**关键词:** 感染性骨缺损; Masquelet 技术; 一期自体松质骨移植; 对比研究

**中图分类号:** R816.8

**文献标识码:** A

## Comparison of inflammatory control effect between masquelet technique and one-stage bone grafting in treatment of infectious bone defects

Zhi-qian Wang, Yi Zhang, Yuan-zheng Wang, Rong-feng She

(Department of Orthopedics, Guizhou Provincial People's Hospital, Guiyang, Guizhou 550002, China)

**Abstract: Objective** To compare inflammatory control effect and clinical efficacy between masquelet technique and one-stage bone grafting in treatment of infectious bone defects. **Methods** A retrospective analysis was made on 31 cases with osteomyelitis and bone defects after lower extremity trauma treated with Masquelet technique from January 2014 to August 2016 (the observation group), and 33 cases treated with autologous cancellous bone grafting from January 2012 to July 2014 (the control group). Inflammation control rate, peripheral C reactive protein (CRP) and procalcitonin (PCT) before and after treatment, bone reconstruction rate and reconstruction length, effect of bone defect healing and adjacent joint function after 12 months were observed and compared. **Results** The inflammation control rate in the observation group was close to that in the control group (90.32% vs. 84.85%) ( $P > 0.05$ ), but PCT and CRP 1 and 3 months after treatment in the observation group were much less than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The bone reconstruction rate in the observation group was much higher than that in the control group (96.77% vs. 69.70%) ( $P < 0.05$ ), patients with bone nonunion and being in reconstruction had longer reconstruction length in the observation group than that in the control group ( $P < 0.05$ ). The effect of bone defect

收稿日期: 2017-10-30

healing and the adjacent joint function 12 months after treatment in the observation group were better than those in the control group ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference in postoperative complication rate between the two groups ( $P > 0.05$ ). **Conclusion** Compared with one-stage bone grafting, Masquelet technique has better inflammatory control effect, higher bone reconstruction rate, longer length of bone reconstruction and better mid-term joint function in the treatment of infectious bone defect.

**Keywords:** Infectious bone defect; Masquelet technique; One-stage autogenous cancellous bone graft; Comparative study

因感染导致的长骨干骨缺损修复困难, 受手术次数多、局部软组织覆盖差等因素影响, 患者中远期预后多较差, 最终可能接受截肢治疗<sup>[1]</sup>。炎症控制与骨重建是疾病治疗的两大目标<sup>[2]</sup>, 两者相互影响: 为避免炎症反复发生, 需要彻底清创; 过于彻底的清创则会增加骨重建难度。目前研究<sup>[3-4]</sup>提示, Masquelet 技术治疗此类骨缺损有较可靠疗效, 该术式通过假膜诱导骨新生, 手术分两期进行: 第一阶段通过在骨缺损处填塞骨水泥将局部填充起来, 同时将骨折断端充分包裹以诱导假膜形成; 6 ~ 8 周后开展第二期手术, 打开软组织包壳, 能见到紧贴骨水泥表面的软组织形成一层约 2 mm 的白色假膜, 小心保护形成的假膜, 将自体松质骨置入包壳内, 充分包裹骨折断端, 能促进骨重建。但该术式是分期手术, 目前针对性对比其与一期骨移植治疗方案疗效的报道尚少。本研究采用非同期对照方案, 回顾性分析 Masquelet 技术与一期骨移植技术的优劣, 现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月 -2016 年 8 月 该院接受 Masquelet 技术治疗的 31 例下肢长骨创伤后骨髓炎骨缺损患者作为观察组, 以 2012 年 1 月 -2014 年 7 月 该院接受一期自体松质骨移植治疗的 33 例同类患者作为对照组, 开展回顾性非同期对照研究。观察组: 男性 22 例, 女性 9 例; 年龄 19 ~ 68 岁, 平均  $(41.26 \pm 12.24)$  岁; 胫骨缺损 18 例, 股骨 14 例, 腓骨 1 例; 18 例合并骨不连; 术中清理硬化骨、骨段或死骨后, 骨缺损长度 4.4 ~ 18.4 cm, 平均  $(8.17 \pm 2.68)$  cm; 22 例细菌培养阳性, 主要为金黄色葡萄球菌; 单一感染 18 例, 多重感染 4 例; 合并神经损伤 5 例、血管损伤 6 例。对照组: 男性 24 例, 女性 9 例; 年龄 21 ~ 65 岁, 平均  $(40.15 \pm 11.53)$  岁; 胫骨缺损 18 例, 股骨 13 例, 腓骨 2 例, 19 例合并骨不连; 骨缺损长度 4.4 ~ 18.7 cm, 平均  $(8.81 \pm 1.58)$  cm; 25 例细菌培养阳性, 主要为金黄色葡萄球菌; 单一感染 22 例, 多重

感染 3 例; 合并神经损伤 7 例、血管损伤 7 例。纳入标准: ①下肢长骨创伤后骨髓炎骨缺损、具备保肢指征, 可行皮瓣修复创面; ②接受 Masquelet 技术或一期骨移植治疗; ③病历及随访资料完整。排除标准: ①采用其它方案治疗; ②异体骨移植; ③随访时间不足 12 个月; ④ 12 个月内接受其他针对骨缺损的治疗; ⑤认知功能损伤, 无法自行理解并填写问卷。两组一般资料比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。

### 1.2 治疗方案

**1.2.1 观察组** 采用 Masquelet 技术治疗, 手术分二期进行。一期手术: 患者接受蛛网膜下腔阻滞联合硬脊膜外阻滞麻醉, 取仰卧位, 打开原手术切口, 逐层分离至骨折及钢板处, 寻找病灶并拆除内固定钢板。彻底清创 (包括钢板周围、骨折端肉芽、死骨及瘢痕等), 打通髓腔并使用电钻扩髓, 骨折端打磨至点状出血, 使用脉冲冲洗器冲洗伤口, 再次消毒。调配骨水泥, 40 g 骨水泥中加入 2 g 万古霉素 (11 例) 或 5 ~ 10 g 万古霉素 + 2 g 阿米卡星 (20 例), 调配完毕后以骨水泥填充髓腔, 包裹骨折断端 1 ~ 2 cm, 对骨水泥塑形并以冰生理盐水缓慢冲洗。骨水泥充分发热后放置引流管, 单层缝合伤口。6 ~ 8 周后开展二期手术: 患者接受蛛网膜下腔阻滞联合硬脊膜外阻滞麻醉, 取俯卧位。沿髂骨后缘做弧形切口, 逐层暴露髂骨, 凿开内外两层髂骨板, 根据患者骨缺损长度, 取适量中间松质骨, 同法取对侧等量松质骨, 随后以骨蜡封闭骨床, 缝合切口。患者调整为仰卧位、上止血带, 消毒铺巾后沿原入路逐层打开, 至骨水泥表面覆盖的软组织, 保护骨水泥表面灰白的纤维膜组织, 取出骨水泥, 检查骨床、清理髓腔。骨断段去皮质化, 以碘伏水及生理盐水清洗。将之前取出的松质骨剪碎呈  $3 \text{ mm} \times 3 \text{ mm}$  小块, 植入到骨折断端纤维包囊内, 充分覆盖包裹骨断段 1 ~ 2 cm。留置引流管, 逐层关闭切口。对骨皮质丢失  $> 1/3$ , 术中以钢板固定, 股骨采用内固定, 胫骨采用外置锁定钢板。对骨不连患者, 上下段分别采用 3 枚螺钉固定, 骨不稳但皮质连续者采



A: 清创后植入骨水泥

B: 骨水泥表面形成的假膜

C: 植入自体松质骨

图 1 Masquelet 技术主要步骤

用 2 枚螺钉。见图 1。

**1.2.2 对照组** 采用一期植骨术治疗：参考观察组第一期手术方法，对骨折及钢板固定处进行彻底清创。清创并冲洗完毕后，检查伤口有无出血点，估计植骨量，以无菌辅料暂时包扎。随后调整患者为俯卧位，参考观察组方案取髂骨骨板内松质骨，完成后再调整患者为仰卧位，对患肢再次消毒。骨折端去皮质化后，将松质骨置入髓腔，留置负压引流管，单层缝合切口，参考观察组方案进行固定。

**1.2.3 术后处理** 复查血常规、肝肾功能及 X 射线片。术中清创物行药敏配药，并选用合理抗生素持续应用 2 ~ 3 周。术后 3 周内禁负重，鼓励患者不负重锻炼，对采用锁定干板作为外固定支架的患者，早期负重 < 10 ~ 20 kg。复查发现骨痂形成后，逐渐增加至完全负重。

### 1.3 观察指标

①炎症控制率、手术切口延迟愈合标准<sup>[5]</sup>：清创或植骨术后手术切口 14 d 内未能愈合或有分泌物，则判断为延迟愈合；②炎症未能控制：伤口渗出、形成窦道则视为炎症未能控制；③血清炎症因子水平：分别于术前、植骨后 2 周、1 个月及 3 个月采集患者外周血，测定患者 C 反应蛋白（C reactive protein, CRP）、降钙素原（procalcitonin, PCT）水平，检测方法均采用酶联免疫吸附实验，试剂盒均购自武汉博士德生物工程有限公司；④骨重建长度及重建效果：所有患者在植骨术后持续随访复查骨重建效果，参考 PALEY 等<sup>[6]</sup>方法测评骨重建效果及患肢邻近关节功能；⑤骨重建愈合效果：优：骨重建成功、无感染，畸形 < 7°、肢体不等长 < 2.5 cm；良：骨重建成功，且无感染、畸形 < 7°、肢体不等长 < 2.5 cm 中满足 2 条；可：骨重建成功，且其它标准中满足 1 条；差：骨不连、再骨折或达不到其它标准中的任何 1 条；⑥关节功能主要测评 5 项：跛行、关节畸形、软组织营养不良、疼痛

及活动受限；优：患者可以活动，且不具备其他 4 项；良：患者可以活动，且具备其他 4 项中 1 ~ 2 项；可：患者可以活动，具备其它 4 项中 3、4 项；差：患者不能活动。针对骨不连患者，同时统计骨重建长度；⑦并发症情况：统计 12 个月内手术相关并发症情况。

### 1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 19.0 统计软件，计量资料以均数 ± 标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，比较采用重复测量设计的方差分析；计数资料以率 (%) 表示，比较采用  $\chi^2$  检验或 Fisher 确切概率法，等级资料以频数表示，比较行秩和检验， $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组手术后炎症控制率比较

观察组有 3 例 (9.68%) 患者一期术后伤口延迟愈合，呈炎症复发状态，予再次清创术；二期手术后切口均有效愈合，且无炎症复发。对照组有 5 例 (15.15%) 患者切口延迟愈合，呈炎症复发状态，均再次行清创手术治疗有效。两组手术后炎症控制率比较，采用 Fisher 确切概率法，差异无统计学意义 ( $P = 0.709$ )。

### 2.2 两组愈合过程观察

两组骨折预后过程，可见两组术前 X 射线片均可见骨缺损。观察组一期清创后骨水泥有效填充髓腔；二期术后骨缺损得到有效修复。对照组一期修复，该患者骨缺损能够得到有效愈合。见图 2、3。

### 2.3 两组外周血 CRP 及 PCT 水平比较

两组术前、术后 2 周、1 个月及 3 个月外周血 CRP 及 PCT 水平比较，采用重复测量设计的方差分析，结果：①不同时间点的 CRP 及 PCT 水平有差异 ( $F = 771.658$  和  $822.681$ ，均  $P = 0.000$ )；②两组间的外周血 CRP 及 PCT 水平有差异 ( $F = 285.542$  和  $208.523$ ，均  $P = 0.000$ )，观察组较对照组 CRP 及 PCT 水平低，相对炎症反应控制效果较好；③两组 CRP 及 PCT 水平变

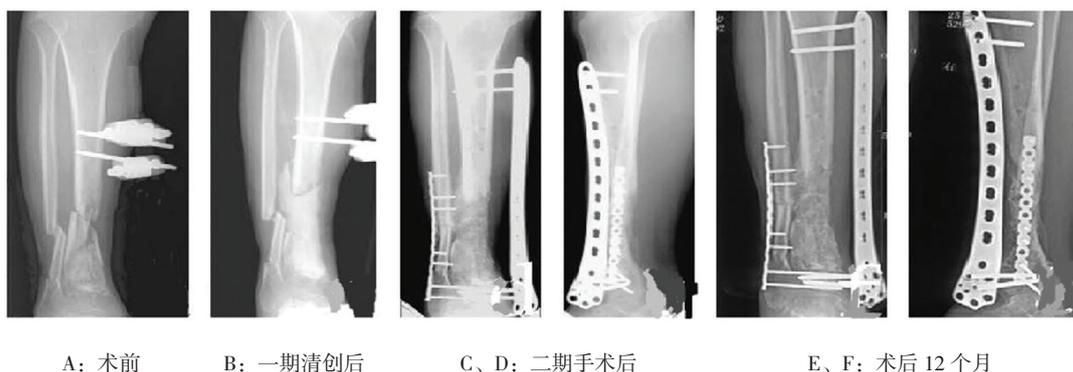


图 2 观察组骨缺损预后过程

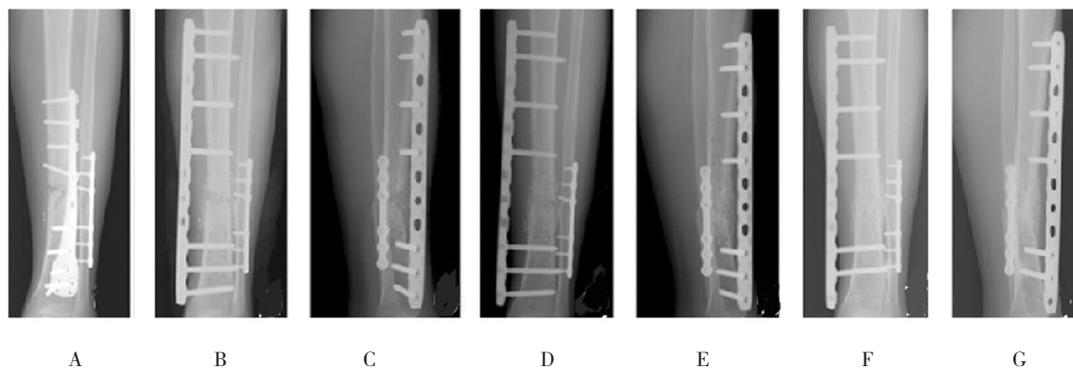


图 3 对照组骨缺损预后过程

化趋势有差异 ( $F=258.147$  和  $287.147$ , 均  $P=0.000$ )。见表 1。

### 2.4 两组骨重建成功率及骨不连患者骨重建长度比较

观察组 1 例患者术后 6 月时发生骨吸收、骨不愈合, 其余患者骨重建均成功, 骨重建成功率 96.77%。其中 18 例骨不连患者均重建成功, 其骨重建长度 1.9 ~ 9.1 cm, 平均  $(4.55 \pm 1.62)$  cm。对照组 10 例患

者出现骨吸收、骨不愈合, 6 例股骨、4 例胫骨, 骨重建成功率 69.70%。其中 13 例骨不连患者重建成功, 其骨重建长度 0.6 ~ 3.8 cm, 平均  $(2.66 \pm 0.58)$  cm。两组骨重建成功率比较, 差异有统计学意义 ( $\chi^2=8.234$ ,  $P=0.004$ ); 观察组骨重建成功率高于对照组。观察组 18 例重建成功的骨不连患者, 其骨重建长度长于对照组 13 例同类患者; 两组骨不连患者骨重建长度比较, 差异有统计学意义 ( $t=4.009$ ,  $P=0.000$ )。

### 2.5 两组骨重建效果比较

随访 12 个月, 两组骨重建效果比较, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 观察组骨缺损愈合分级优于对照组。见表 2。

表 1 两组 CRP 及 PCT 水平比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	术前	术后 2 周	术后 1 个月	术后 3 个月
PCT/( $\mu\text{g/L}$ )				
观察组 ( $n=31$ )	$7.85 \pm 2.13$	$0.85 \pm 0.08$	$0.12 \pm 0.08$	$0.11 \pm 0.02$
对照组 ( $n=33$ )	$8.05 \pm 1.18$	$1.45 \pm 0.16$	$1.14 \pm 0.52$	$0.45 \pm 0.17$
CRP/( $\text{mg/L}$ )				
观察组 ( $n=31$ )	$75.85 \pm 21.11$	$35.81 \pm 10.28$	$19.38 \pm 10.68$	$9.81 \pm 4.18$
对照组 ( $n=33$ )	$76.18 \pm 18.53$	$32.58 \pm 12.17$	$30.33 \pm 12.68$	$17.58 \pm 8.11$

表 2 两组骨重建效果比较 例 (%)

组别	优	良	可	差
观察组 ( $n=31$ )	30 (96.77)	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (3.23)
对照组 ( $n=33$ )	14 (42.42)	5 (15.15)	4 (12.12)	10 (30.30)
Z 值	-4.491			
P 值	0.000			

## 2.6 两组患肢邻近关节功能比较

随访 12 个月, 两组患肢邻近关节功能比较, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 观察组患肢邻近关节功能优于对照组。见表 3。

## 2.7 两组并发症发生情况比较

两组并发症发生情况比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 4。

表 3 两组患肢邻近关节功能比较 例 (%)

组别	优	良	可	差
观察组 ( $n=31$ )	12 (38.71)	14 (45.16)	2 (6.45)	2 (6.45)
对照组 ( $n=33$ )	5 (15.15)	10 (30.30)	3 (9.09)	15 (45.45)
Z 值		-3.486		
P 值		0.000		

表 4 两组并发症发生情况比较 例 (%)

组别	髂后取骨 处感染	外固定架 钉道感染	外固定 架松动	总计
观察组 ( $n=31$ )	1 (3.23)	4 (12.90)	0 (0.00)	5 (16.13)
对照组 ( $n=33$ )	2 (6.06)	5 (15.15)	1 (3.03)	8 (24.24)
$\chi^2$ 值				0.650
P 值				0.420

## 3 讨论

感染性骨髓炎治疗较困难, 由于细菌受到生物膜品章的保护, 机体免疫力与抗生素均难以有效清除感染细菌, 故患者术后容易复发, 需接受多次手术<sup>[7]</sup>。本研究对照组术后早期即出现 5 例炎症未得到有效控制患者, 随访进一步发现 10 例患者骨重建失败, 提示自体骨移植技术疗效有限, 需改善。多项研究<sup>[8-9]</sup>证实, Masquelet 技术对感染性骨缺损疗效可靠, 本研究则直接对比分析其相对于一期植骨方案的优势。

观察组术后炎症控制率高于对照组, 提示 2 种方案近期炎症控制效果均较可靠。孙劲等<sup>[10]</sup>报道的对照组手术方案与本研究对照组相似, 其术后仅 9.67% 感染未控制。马鑫等<sup>[11]</sup>报道, 18 例患者治疗方案与本研究观察组相同, 所有患者感染均有效控制, 上述报道结果均与本研究相近, 主要与术后全身性应用敏感抗生素有关。两组均可见部分患者抗生素应用结束后, 延迟愈合的部分切口复发炎症, 则提示抗生素疗程可能仍较短, 或部分患者致病菌及敏感性可能未能

有效检出。CRP 和 PCT 在炎症活动下均可提升, 且均可能与感染性骨缺损患者预后有关<sup>[12-13]</sup>。本研究两组术前上述指标均处于高表达状态, 提示其炎症活动强烈; 而观察组术后 1 个月、3 个月时上述指标低于对照组, 则提示观察组炎症控制效果更好, 这种作用可能与抗生素的杀菌作用相独立, 而观察组骨愈合效果更好, 也提示上述指标可能对反映患者中远期预后有一定价值。

李林等<sup>[14]</sup>报道, 提示 Masquelet 技术适宜于胫骨大段骨缺损。新鲜自体骨含有丰富的成骨细胞和骨细胞, 对新生骨的形成有一定刺激作用<sup>[15]</sup>, 因此两组均取自体骨进行重建。但骨移植术后一段时间内, 移植骨缺血, 可能导致骨细胞和成骨细胞死亡, 死亡的成骨细胞不具备成骨能力, 且会刺激破骨细胞, 加速骨吸收。同时植骨区如果合并感染、瘢痕组织等, 也会影响移植骨的在血管化, 进一步降低骨细胞和成骨细胞的存活率<sup>[16]</sup>。上述因素是导致对照组骨吸收高、骨不愈合率高的原因, 而 Masquelet 技术能够利用一期清创术有效纠正植骨区合并症<sup>[17]</sup>, 为二期非血管化骨移植成功奠定基础, 故其骨愈合率更高, 且骨重建长度更长。本研究随访发现, 术后 12 个月时观察组重建效果及患肢邻近关节功能均较好, 与既往报道<sup>[18-19]</sup>相符, 也与其骨愈合率更高有关。反复手术可能导致患者骨缺损邻近关节的功能障碍, 本研究发现, 观察组即使采用分期手术, 其术后关节功能恢复效果仍好于对照组, 可能是因为纳入患者均已接受过手术治疗。因此本次是否分期手术, 对关节功能的影响可能相对较轻, 其关节功能的恢复效果可能主要取决于骨愈合效果。

一期骨移植有一定的优势, 其经济、方便, 患者不必反复住院, 且对骨缺损较小患者, 其骨重建效果能满足临床需求<sup>[20]</sup>。因此临床需根据患者实际选择手术方案。

综上所述, 与一期骨移植比较, Masquelet 技术重建感染性骨缺损, 对炎症因子的控制效果更好, 且骨重建成功率更高、骨重建长度更长, 患者中期关节活动功能更好。

## 参 考 文 献:

- [1] 胡金龙, 王静成, 颜连启. 组织工程技术治疗骨缺损的最新研究进展 [J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(2): 150-153.
- [2] MAUFFREY C, BARLOW B T, SMITH W. Management of segmental bone defects [J]. J Am Acad Orthop Surg, 2015, 23(3):

- 143-153.
- [3] BIELER D, FRANKE A, WILLMS A, et al. Masquelet technique for reconstruction of osseous defects in a gunshot fracture of the proximal thigh—a case study[J]. *Mil Med*, 2014, 179(9): e1053-e1058.
- [4] 殷渠东, 孙振中, 顾三军. 应用 Masquelet 技术修复骨缺损的研究进展 [J]. *中国修复重建外科杂志*, 2013, 27(10): 1273-1276.
- [5] 钟华, 刘华兴, 曾显荣. 跟骨骨折手术切口一期愈合的临床体会 [J]. *中国医师杂志*, 2014, 13(4): 997-998.
- [6] PALEY D, HERZENBERG J E, PAREMAIN G, et al. Femoral lengthening over an intramedullary nail. a matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1997, 79(10): 1464-1480.
- [7] 聂鹏飞, 程少文, 应晓洲, 等. 诱导膜技术治疗大段骨缺损的研究进展 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2013, 15(5): 439-441.
- [8] MICEV A J, KALAINOV D M, SONERU A P. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity[J]. *J Hand Surg Am*, 2015, 40(3): 593-598.
- [9] MAUFFREY C, GIANNOUDIS P V, CONWAY J D, et al. Masquelet technique for the treatment of segmental bone loss have we made any progress[J]. *Injury*, 2016, 47(10): 2051-2052.
- [10] 孙劲, 付纳新, 刘沛, 等. 吻合血管腓骨皮瓣移植与万古霉素硫酸钙填塞治疗慢性胫骨骨髓炎并骨缺损 [J]. *实用医学杂志*, 2017, 33(3): 421-424.
- [11] 马鑫, 张昊, 周大鹏, 等. Masquelet 技术治疗前臂单骨感染性骨缺损临床疗效分析 [J]. *局解手术学杂志*, 2017, 26(6): 410-414.
- [12] MAHARAJAN K, PATRO D K, MENON J, et al. Serum procalcitonin is a sensitive and specific marker in the diagnosis of septic arthritis and acute osteomyelitis[J]. *J Orthop Surg Res*, 2013, 8(1): 19.
- [13] LIN Z, VASUDEVAN A, TAMBYAH P A. Use of erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein to predict osteomyelitis recurrence[J]. *J Orthop Surg*, 2016, 24(1): 77-83.
- [14] 李林, 林达生, 郝健明, 等. Masquelet 技术治疗胫骨大段骨缺损的疗效分析 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2014, 16(1): 88-90.
- [15] GARG V, GIRADDI G B, ROY S. Comparison of efficacy of mandible and iliac bone as autogenous bone graft for orbital floor reconstruction[J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2015, 14(2): 291-298.
- [16] LUO T D, NUNEZ FA J R, LOMER A A, et al. Management of recalcitrant osteomyelitis and segmental bone loss of the forearm with the Masquelet technique[J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2017, 42(6): 640-642.
- [17] QIU X S, CHEN Y X, QI X Y, et al. Outcomes of cement beads and cement spacers in the treatment of bone defects associated with post-traumatic osteomyelitis[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2017, 18(1): 256.
- [18] 喻胜鹏, 傅景曙, 李伟, 等. Masquelet 技术治疗长骨骨髓炎骨缺损的临床分析 [J]. *第三军医大学学报*, 2014, 36(15): 1630-1634.
- [19] 张会忠, 练子荣, 杨鉴. Masquelet 技术对于创伤性骨缺损的治疗研究 [J]. *创伤外科杂志*, 2016, 18(3): 172-174.
- [20] 郭宜姣, 李文华. 骨缺损修复生物工程研究进展 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(8): 988-993.

(唐勇 编辑)