·临床研究·

分期手术治疗胫骨慢性感染性骨缺损△

时培晟[1]，张　瑜[2]，樊晓海[3]，邓银栓[1]，薛　云[1]，厉　孟[4]，叶　烁[1]，高秋明[1*]

（1. 解放军联勤保障部队第 940 医院全军骨科研究所，甘肃兰州 730050；2. 兰州大学第一医院，甘肃兰州 730000；3. 南方医科大学深圳医院骨科，广东深圳 518000；4. 甘肃省人民医院骨 5 科，甘肃兰州 730000）

摘要：［**目的**］探讨 Masquelet 技术 I 期术后局部感染未完全控制的情况下，II 期直接植骨治疗胫骨感染性骨缺损的临床效果。［**方法**］2016 年 12 月—2020 年 2 月作者采用 Masquelet 技术治疗胫骨骨感染的 21 例患者，依据 I 期术后创面是否完全闭合，将患者分为闭合组和未闭合组，闭合组 II 期常规取出骨水泥后植入自体松质骨，未闭合组不采取清创更换骨水泥直至创面闭合后再行植骨修复的策略，而通过手术取出骨水泥、清创感染病灶，同期植入自体松质骨粒的组合术式技术进行治疗。［**结果**］两组均顺利完成 II 期手术治疗，虽然闭合组创面最终闭合时间显著早于未闭合组（$P<0.05$），但两组在外固定架并发症、拆除外固定架时间、完全负重活动时间的差异均无统计学意义（$P>0.05$）。影像方面，至末次随访时两组患者均达到骨缺损的骨性愈合标准，且愈合时间差异无统计学意义（$P>0.05$）。［**结论**］对于 Masquelet 技术 I 期术后局部感染未完全控制的患者，仍可采取 II 期清创后直接植骨修复的组合术式治疗技术，取得与标准 Masquelet 技术治疗同等疗效。

关键词：感染性骨缺损，Masquelet 技术，组合术式，分期手术，局部感染未完全控制，植骨

中图分类号：R681.2　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1005-8478（2021）21-2001-04

Staged surgical treatment for chronic infected bone defects of the tibia // *SHI Pei-sheng[1], ZHANG Yu[2], FAN Xiao-hai[3], DENG Yin-shuan[1], XUE Yun[1], LI Meng[4], YE Shuo[1], GAO Qiu-ming. 1. Orthopedics Institute, The 940[th] Hospital, Joint Logistics Support Force of PLA, Lanzhou 730050, China; 2. The First Hospital, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; 3. Department of Orthopedics, Shenzhen Hospital, Southern Medical University, Shenzhen 518000, China; 4. The Fifth Orthopedic Department, Gansu Provincial Hospital, Lanzhou 730000, China*

Abstract: [**Objective**]To explore the clinical outcomes of direct bone autografting in the second stage operation without local infection controlled completely after the first stage of Masquelet technique for infected bone defects of the tibia. [**Methods**] From December 2016 to February 2020, we used Masquelet technique in stages to treat 21 patients with infected bone defects of the tibia. According to whether the wound was completely closed after the stage I surgical treatment, the patients were divided into the closed group and the unclosed group. The patients in both groups received debridement, removal of bone cement, and granular bone autografting in the stage II surgical treatment. [**Results**] All the patients in both groups had two-stage operation performed smoothly. Although the closed group got complete wound closure significantly earlier than the unclosed group ($P<0.05$) , there was no significant difference between the two groups in term of external fixation complications, the time to remove the external fixation, and the time to resume full weight-bearing activity ($P>0.05$) . Regarding to imaging evaluation, all the patients in both groups achieved complete healing of the bone defects by the time of latest follow-up, with no statistically significant difference in the healing time between the two groups ($P>0.05$) . [**Conclusion**] For those who have not local infections controlled fully after the stage I of Masquelet technique, direct bone grafting can be conducted at the stage II, achieve the similar clinical outcomes as the standard Masquelet technique.

Key words: infected bone defect, Masquelet technique, hybrid methods, staged surgical treatments, incomplete control of local infection, bone graft

Masquelet 诱导膜技术（induced membrane technique, IMT），可有效解决骨髓炎及感染性骨缺损的治疗[1-3]。但部分感染严重的患者虽经 Masquelet 技术注入骨水泥控制感染，仍有患者出现窦道及少量

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2021.21.19

△**基金项目**：甘肃省卫生行业科研计划项目（编号：GSWSKY2017-30）；甘肃省科技厅自然科学基金项目（编号：18JR3RA403）

作者简介：时培晟，主治医师，研究方向：骨髓炎的诊疗，（电话）13619323739，（电子信箱）lucksps@126.com

*** 通信作者**：高秋明，（电子信箱）gaoqiuming123@sohu.com

脓性渗出[4-5]。按 Masquelet 技术的治疗要求，应反复清创、更换骨水泥直至感染控制[6]，只有在无伤口、窦道及渗出的条件下，方能 II 期植骨修复重建骨缺损[7]，这无疑会延长治疗周期，加重患者的经济负担。Lu 等[8]对慢性感染性骨缺损的临床实践认为，采取“彻底清创后一期自体骨及同种异体骨移植”的技术（one-stage autologous granulated cancellous bone graft, OS-AGCBF），也能取得较好的临床效果。对经 Masquelet 技术 I 期控制感染不佳的患者，是否可不再等待创面闭合及感染完全控制后再行 II 期植骨修复，而直接采用 OS-AGCBF 技术对未闭合创面清创植骨修复重建，本文比较了两种情况的临床治疗结果。

1 临床资料

1.1 一般资料

本院创伤外科病区 2016 年 12 月—2020 年 2 月治疗的 21 例胫骨骨感染患者，年龄 16~55 岁，男 15 例，女 6 例，骨缺损长度 1.0~5.0 cm，所有患者入院时均有内固定装置并出现内固定装置外露，伴有不同程度的皮肤溃烂、窦道及软组织缺损，普遍接受超过 3 次手术，平均（3.72±2.37）次，骨髓炎分型为 Cierny-Mader II~IV B。本研究获医院医学伦理委员会批准，患者均签署知情同意书。

1.2 手术方法

I 期治疗：拆除内固定钢板，切除窦道、死骨及感染组织，更换外固定架稳定骨折断端。制备抗生素骨水泥，将骨水泥（德国，Heraeus-palacosrg），按照 40.0 g/包，混合 4.0 g 万古霉素（日本，Lilly S.A），注入经清创后形成的骨缺损区，生理盐水降温避免固化时对周围组织产生灼伤。对于软组织缺损，9 例患者采用皮瓣并植皮修复。术后留置负压引流管，应用敏感抗生素。至引流量<30 ml，持续超过 3 d，拔除引流管。术后免负重下肢功能锻炼，出院后口服敏感抗生素治疗 4 周。

II 期治疗：于初次术后 8~12 周，21 例患者 WBC、CRP、ESR 降至正常水平，6 例出现局部窦道、渗液，其余创面愈合良好。闭合组 15 例软组织愈合良好，无窦道及渗出，使用标准的 Masquelet 技术常规去除骨水泥并植骨重建；未闭合组 6 例去除骨水泥，采取 OS-AGCBF 技术对感染可疑病灶彻底清创后，取自体松质骨制成骨颗粒植入骨缺损处，其中 2 例复行局部皮瓣闭合创面，另 4 例切除窦道后可直接缝合。所有手术病例待引流量<20 ml，持续超过 3 d，拔除引流管。敏感抗生素静脉应用 2 周+口服 4 周。术后 8 周扶拐部分负重，待 X 线片显示植骨区形成连续骨痂后可逐步负重锻炼。

1.3 评价指标

记录围手术期资料。采用创面最终闭合时间、外固定并发症、拆除外架时间、完全负重活动时间评价临床效果。行影像检查，以 Samantha X 线评分标准为参照[10]，评估双侧胫骨长度差、胫骨力线以及骨缺损骨性愈合时间。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计学分析。计量数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，资料呈正态分布时，两组间比较采用独立样本 t 检验。等级资料两组比较采用 *Mann-whitney U* 检验。计数资料采用 x^2 检验或 *Fisher* 精确检验。$P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 早期结果

21 例患者 I 期手术清创后，实际形成节段性骨缺损 2.0~5.7 cm，平均（4.43±1.23）cm。I 期手术时，9 例患者行局部带蒂皮瓣修复软组织缺损，闭合伤口。

初次术后 8~12 周（II 期术前），21 例患者中 15 例创面愈合良好，为闭合组；6 例局部破溃，形成窦道及渗液，为未闭合组。

2.2 随访结果

全部患者随访 24 个月以上。两组患者临床结果见表 1，闭合组创面最终闭合时间显著早于未闭合组（$P<0.05$）；两组外固定架并发症，包括钉道感染或松动的差异无统计学意义（$P>0.05$）；两组在拆除外固定架时间、完全负重活动时间的差异均无统计学意义（$P>0.05$）。

影像方面，末次随访时两组均无严重胫骨畸形，在轻度胫骨短缩和胫骨成角方面两组间差异无统计学意义（$P>0.05$）。至末次随访时，两组患者均达到骨缺损的骨性愈合，在愈合时间上两组间差异无统计学意义（$P>0.05$）。未闭合组典型病例见图 1。

表 1　两组临床结果比较

指标	闭合组（n=15）	未闭合组（n=6）	*P* 值
临床指标			**<0.001**
创面最终闭合时间（d，$\bar{x}\pm s$）	11.33±2.19	56.12±3.08	**<0.001**
外固定并发症（例，是/否）	1/14	0/6	0.603
拆除外架时间（月，$\bar{x}\pm s$）	7.68±2.72	8.01±2.43	0.451
完全负重活动时间（月，$\bar{x}\pm s$）	18.00±1.01	18.52±1.07	0.076
影像指标			
胫骨短缩畸形（例，无/有）	0/15	0/6	0.834
胫骨成角畸形（例，无/有）	0/15	0/6	0.834
骨缺损骨性愈合时间［例（%）］			
<6 个月	0（0）	0（0）	
6~10 个月	7（46.67）	2（33.33）	1.000
>10 个月	8（53.33）	4（66.67）	0.071

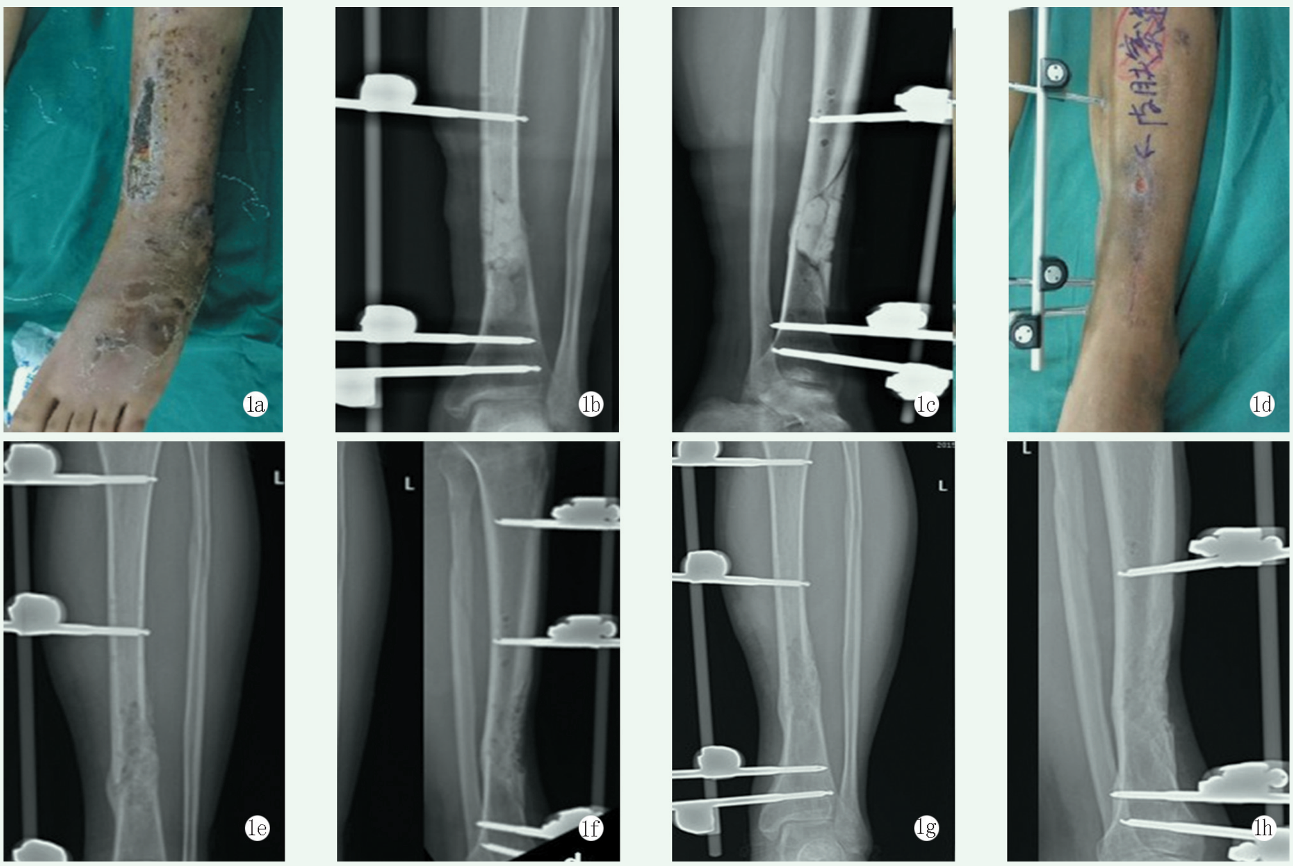

图 1　未闭合组患者，男，35 岁，胫骨骨折术后感染，采取 Masquelet 技术清创后注入 PMMA，术后局部感染未完全控制，II 期直接采取清创后置入自体骨颗粒修复骨缺损　1a: 术前外观照见切口溃烂、流脓，部分皮肤坏死　1b, 1c: 清创外固定，Masquelet 技术注入含万古霉素的 PMMA，I 期术后正侧位 X 线片示胫骨力线保持好，骨缺损区被骨水泥填充　1d: I 期术后 2 个月外观见小腿前侧仍有窦道渗液　1e, 1f: II 期直接手术清创，取出 PMMA，行 OS-AGCBF，术后创面闭合，II 期术后 5 个月复查胫骨正侧位 X 线片显示骨缺损区已初步骨性愈合　1g, 1h: II 期术后 13 个月正侧位 X 线片示胫骨已完全骨性愈合

3　讨　论

感染性骨缺损治疗的关键在于清除感染病灶，重建骨稳定性及修复周围软组织创面。骨重建的前提条件是感染得到有效控制。目前包括自体或异体骨移植、开放植骨、Ilizarove 技术骨搬运，或带血管蒂的活骨移植等方法均可应用于骨感染的治疗，上述方法

各有优势和并发症[11]。

Masquelet 技术对早期感染控制，提供了良好的技术依托。通过彻底清创及骨水泥充填可有效控制感染，并形成“诱导膜”促进成骨愈合。但部分病例经单次 Masquelet 技术治疗后仍存在窦道及渗出，但未检出细菌，考虑系细菌培养“假阴性”因素[11]，原则上应反复清创更换骨水泥，待感染完全控制无窦道、渗出时，延期植骨重建修复骨缺损。否则骨感染炎性条件下，骨端及软组织血供缺失及被破坏，其骨移植的血供来源成为难题[12-13]。但反复手术清创，造成后期手术处理困难。对于上述患者，经 Masquelet 技术 I 期注入抗生素骨水泥控制感染后，多数患者骨髓炎分型已由原来的 Cierny-Mader II~IV B，转化为相对容易处理的 Cierny-Mader I A，对于此时仍有窦道及渗出，但实验室检查结果如正常，局部无明显红肿、疼痛时，可直接采用 OS-AGCBF 技术植骨修复骨缺损。本研究 I 期术后感染未完全控制的未闭合组患者，尽管仍有窦道渗出，但普遍较首次入院时感染明显好转，且窦道局限在皮瓣与周围组织结合处，手术清创时可见骨水泥周围已形成“诱导膜”，软组织条件较之前已大为改善[14]，II 期采用 OS-AGCBF 技术，直接清创植骨，此“组合术式”临床疗效良好。

长度 4~6 cm 以内感染性骨缺损所采用的植骨治疗主要是自体松质骨，其可尽快完成血管化，从而具备一定的抗感染能力。广泛彻底清创后再植骨，植骨颗粒将获得良好的软组织遮蔽条件，可早期依靠体液营养供应，为松质骨颗粒提供较好微环境，特别是新生的网状毛细血管长入，使得植骨颗粒血供重建，提高抗感染能力。植入颗粒状的松质骨，容易与骨断端及周围软组织形成较好贴合，增加与周围组织的接触面积，利于植入骨再血管化及爬行替代，加之松质骨颗粒间可形成网状通道为组织液渗入提供途径，其颗粒骨表面的骨细胞可由此获得营养而存活，从而构成多点骨再生形式，相对于其他植骨方式愈合更具优势。报道发现 OS-AGCBF 技术存在术后感染复发情况[15]，但多数感染不严重的患者经治疗后未发生感染复发，而感染相对严重的患者更容易出现术后感染复发。因此，“组合术式”I 期利用 Masquelet 技术能较好控制感染的特点进行控制感染治疗，如在 I 期术后出现局部感染，不拘泥于标准的 Masquelet 技术模式，借鉴 OS-AGCBF 技术进行 II 期治疗，极大的缩短了疗程，取得了较为理想的临床疗效。

综上所述，Masquelet 技术 I 期治疗后感染未完全控制时，如无广泛的软组织缺损，且炎性检验指标已接近正常的情况下，采取 Masquelet 技术 I 期控制主要感染，联合 OS-AGCBF 技术 II 期直接进行植骨修复的“组合术式”，同样可达到良好的愈合效果。本研究的局限性在于样本量相对较小，缺乏大样本、多中心及多部位的随机对照研究，需进一步研究优化明确该治疗术式，提高治愈率，降低患者经济负担。

参考文献

[1] Haubuf M, Storm JO. The Masquelet procedure used after an open femur fracture with infection and osteomyelitis [J]. Ugeskr Laeger, 2015, 177 (29): V12140751.

[2] Micev AJ, Kalainov DM, Soneru AP. Masquelet technique for treatment of segmental bone loss in the upper extremity [J]. J Hand Surg Am,2015, 40 (3): 593-598.

[3] 汪小华, 傅景曙, 沈杰, 等. 膜诱导技术治疗胫骨创伤性骨髓炎 [J]. 中华创伤杂志, 2015, 31 (4): 299-302.

[4] 吴日宏, 贾硕, 傅景曙, 等. En bloc 切除结合膜诱导技术分期治疗长骨 Cierny-Mader IV 型创伤后骨感染 [J]. 中华创伤杂志, 2017, 33 (2): 147-152.

[5] 谢肇, 喻胜鹏. 膜诱导技术治疗感染性骨不连、骨缺损 [J]. 中华骨科杂志, 2018, 38 (9): 570-576.

[6] 李宗原, 唐诗添, 王军, 等. Masquelet 技术联合组织瓣修移植修复骨软组织复合缺损 [J]. 中国修复重建外科杂志, 2016, 30 (8): 966-970.

[7] Mcnally MA, Small JQ, Tofighi HG, et al. Two-stage management of chronic osteomyelitis of the long bones [J]. J Bone Joint Surg Br, 1993, 81 (6): 1046-1050.

[8] 陆维举, 李斌, 包倪荣, 等. 清创后 I 期自体或异体骨移植治疗慢性骨髓炎的比较研究 [J]. 中华医学杂志, 2006, 86 (21): 1493-1594.

[9] Salkeld SL, Patron LP, Barrack RL, et al. The effect of osteogenic protein-1 on the healing of segmental bone defect treated with autograft or allograft bone [J]. J Bone Joint Surg Am, 2001, 83 (6): 803-816.

[10] Blum AL, bongiovanni J, Morgan SJ, et al. Complications associated with distraction osteogenesis for infected nonunion of the femoral shaft in the presence of a bone defect [J]. J Bone Joint Surg Br, 2010, 92 (4): 565-570.

[11] Ikpeme IA, Ngim NE, Ikpeme AA. Diagnosis and treatment of pyogenic bone infection [J]. Afr Health Sci, 2010, 10 (1): 82-88.

[12] Stucken C, Olszewski DC, Creevy WE, et al. Preoperative diagnosis of infection in patients with nonunions [J]. J Bone Joint Surg Am, 2013, 95 (15): 1409-1412.

[13] Chadayammuri V, Hake M, Mauffrey C. Innovative strategies for the management of long bone infection:a review of the Masquelet technique [J]. Patient Safety in Surg, 2015, 9 (1): 32.

[14] Ronga M, Ferraro S, Fagetti A, et al. Masquelet technique for the treatment of a severe acute tibial bone loss [J]. Injury, 2014, 45 (Suppl 6): S111-S115.

[15] Lu WJ, Li B, Qian HB, et al. One-stage management of infected nonunion using granulated cancellous boneautografting after debridement [J]. Zhonghua Yi XueZaZhi, 2010, 90 (23): 1609-1611.

（收稿：2020-06-30 修回：2020-08-30）

（本文编辑：闫承杰）