doi:10.11659/jjssx.01E017005

·临床研究·

Masquelet 技术治疗前臂单骨感染性骨缺损临床疗效分析

马 鑫,周大鹏,刘 兵,刘欣伟,孙齐明,张 昊 (沈阳军区总医院骨科,全军重症战创伤救治中心,辽宁 沈阳 110016)

[摘 要] **目的** 分析应用 Masquelet 技术治疗前臂单骨感染性骨缺损的机理及临床疗效。**方法** 回顾性分析 2011 年 1 月至 2016 年 6 月我科收治的 18 例前臂单骨感染性骨缺损患者的临床资料。所有病例给予 Masquelet 技术进行二阶段治疗,第一阶段彻底清创、抗生素 PMMA 骨水泥填充骨缺损及内固定,第二阶段治疗在一期治疗结束 6~8 周后,在骨缺损处应用自体髂骨植骨。随访观察 18 例患者感染控制、骨折愈合及相关并发症情况。**结果** 所有病例均无感染复发、植骨吸收、接骨板螺钉松动断裂等情况发生;按 Anderson 功能评价体系评价功能恢复:良好 9 例,满意 6 例,不满意 3 例,无失败病例,满意率 83.33%。**结论** 应用 Masquelet 技术植入 PMMA 骨水泥局部释放持续抗生素来控制感染,通过体内诱导在骨缺损部位产生自体膜结构,然后移植自体松质骨对骨缺损实施重建修复治疗,是治疗前臂单骨感染性骨缺损的有效方法。

[关键词] 开放骨折;骨水泥;Masquelet 技术;诱导膜;骨缺损
[中图分类号] R681.2;R681.8 [文献标识码] A [收稿日期] 2017-01-25

Clinical curative effect analysis of Masquelet technique for treatment of infected single-bone defect of forearm

MA Xin, ZHOU Da-peng, LIU Bing, LIU Xin-wei, SUN Qi-ming, ZHANG Hao (Department of Orthopaedics, General Hospital of Shenyang Military, Shenyang Liaoning 110016, China)

Abstract: Objective To evaluate the clinical curative effect of Masquelet technique in treatment of infected single-bone defect of forearm. **Methods** The clinical data of 18 cases of forearm bone defect caused by bone infection in our department from January 2011 to June 2016 were retrospectively analyzed. All the patients received standard treatment of Masquelet technique with two stage. Radical debridement, bone defect filling with antibiotic PMMA bone cement, and internal fixation were accomplished at the first stage, and treatment of bone defect with autologous iliac bone graft were accomplished at the second stage after 6 to 8 weeks at the end of the first stage. The infection control, fracture healing and complications of the 18 patients were observed. **Results** There was no complications such as infection recurrence, bone resorption, plate screw loosening occured. The functional recovery of 18 cases in this group was evaluated according to the Anderson evaluation scale. The results were excellent in 9 cases, satisfactory in 6 cases, unsatisfactory in 3 cases, and no failure. The satisfactory rate was 83.33%. **Conclusion** Controlling infection with local release of antibiotics from PMMA bone cement implantation through Masquelet technique, inducing autogenous membrane structure in the bone defect area, and then transplanting autologous cancellous bone for bone defect reconstruction repair treatment are effective in the treatment of infected single-bone defect of forearm.

Keywords: open fracture; bone cement; Masquelet technique; induced membrane; bone defect

前臂单骨感染性骨缺损多见于开放性骨折严重污染及骨折内固定术后感染的患者,具有感染复发率高、治疗周期长及致残率高等特点,对于此疾病的治疗存在一定难度[1]。既往的治疗方法为反复多次手术彻底清创、灌洗、引流、外固定架固定等方法控制感染,待感染控制后二期行骨移植或外固定架牵张成骨等手术治疗。虽然这种方法取得了一定疗效,但也存在着治疗周期长、感染不易控制、后期植骨量多、取骨供区损伤大等问题[2-5]。Mauffrey 等[6]于 2010 年报道采用一种新方法治疗长管状骨较大范围骨缺损,取得了满意效果。近几年,Masquelet技术已成功的应用于感染性骨缺损的治疗[6-9],相比其他治疗方法,该技术具有治疗周期短、感染不易复发、不需要显微外科技术等优势。Masquelet 技术是修复长骨创伤性结构性骨缺损的一项新技术,以二阶段治疗骨缺损为特点。但利用 Masquelet 技术取得成功的病例报道大多数集中在下肢感染性骨缺损的临床应用,有关该技术在前臂感染性骨缺损的临床应用报道很少。本文回顾性分析 2011 年 1 月至 2016 年 6 月我科应用该方法治疗了 18 例前臂单骨感染性骨缺损病例资料,为临床治疗前臂感染性骨缺损提供参考依据,现报告如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本组患者 18 例,其中男 15 例,女 3 例;年龄为

[基金项目] 全军重大课题(AWS14C003)
[通信作者] 周大鹏,E-mail:me3210@163.com

21~54岁,平均41.3岁。初始致伤原因:交通事故伤11例,高处坠落伤4例,挤压伤3例。单尺骨骨折6例,桡骨骨折2例,双骨骨折10例,其中开放骨折12例,闭合骨折6例。伤后骨折均行内固定手术治疗,其中一期取自体骨植骨3例;皮瓣移位修复4例。本次入院时内固定已拆除改外固定1例;抗生素骨水泥链珠治疗2例;清创术14例,入院前曾接受1~6次手术,平均3.5次。入院时均存在局部窦道形成等感染迹象。慢性感染时间4~16个月,平均8.3个月。其中桡骨感染性骨缺损10例,尺骨感染性骨缺损8例。

1.2 治疗方法

1.2.1 第一阶段手术 术前完善影像学检查并经感染窦道进行细菌培养与药敏检查,结果显示金黄色葡萄球菌感染12例,其中耐甲氧西林金葡菌感染4例,大肠埃希菌感染3例,肺炎克雷伯杆菌感染2例,还有1例反复细菌培养为阴性。完善术前检查后,在臂丛麻醉或全身麻醉下行清创术,手术切口的选择尽量选择原手术切口,将原内固定物取出,将感染坏死组织及可疑感染组织彻底去除,并于术中再次行细菌培养与药敏检查,骨组织的清除以骨皮质出现新鲜出血为标准。彻底清创后再次进行细菌培养与药敏检查,利用抗生素PMMA骨水泥填充占位(加入抗生素配方为敏感抗生素4 g、PMMA骨水泥40 g、单体20 mL),填充后关闭切口。18例中14例创面可直接闭合,余4例因清创后软组织缺损不能直接闭合利用VSD覆盖创面并于1周后再次清创并行游离皮瓣覆盖。14例一期闭合创面中有2例清创术后细菌培养仍为阳性,于2周后再次行清创及抗生素PMMA骨水泥填充,所有患者创面闭合后静脉给予敏感抗生素治疗2周并监测血常规、血沉、C反应蛋白等炎性指标。

1.2.2 第二阶段手术 植骨及内固定手术在创面闭合后的6~8周进行。植骨前复查血常规、血沉、C反应蛋白,观察术区伤口愈合情况,手术前利用CT三维重建充分评估骨缺损大小。由髂前上嵴处利用髋臼挫取出植骨用松质骨颗粒。患肢沿一期切口切开达到骨折缺损处并切开诱导膜,清除占位骨水泥时要注意尽量保护已经形成的诱导膜,骨折端予以锁定接骨板固定,将自体松质骨颗粒状充填于膜内并缝合。术后1周内开始关节功能锻炼。

1.3 疗效评定标准

感染性骨缺损治愈:①无全身及局部症状、体征,窦道愈合,无破溃;②X射线片提示无死骨形成,骨连续性和完整性好。复发:①出现既往的症状、体征,患肢有窦道形成及分泌物;②X射线片示骨质未愈合,植骨吸收。

骨折愈合及前臂功能按照Anderson功能评价体系[10]进行术后功能评定。良好:骨折愈合,肘部或腕部屈伸功能丧失小于10%,前臂旋转功能丧失小于25%;满意:骨折愈合,肘部或腕部屈伸功能丧失小于20%,前臂旋转功能丧失小于50%;不满意:骨折愈合,肘部或腕部屈伸功能丧失小于30%,前臂旋转功能大于50%;失败:骨不连接或未治愈的骨髓炎。

2 结果

2.1 手术情况

缺损部位尺骨12例,桡骨6例。清创后骨缺损长度为6.5~11.5 cm,平均8.1 cm。对骨缺损处用抗生素PMMA骨水泥填充占位,加入抗生素种类参照术前细菌培养药敏结果,按照敏感抗生素4 g、PMMA骨水泥40 g、单体20 mL的比例配置。其中金黄色葡萄球菌感染12例加入万古霉素4 g,大肠埃希菌感染及肺炎克雷伯杆菌感染的5例加入庆大霉素4 g,1例反复细菌培养为阴性者根据经验应用万古霉素及庆大霉素各2 g。骨水泥在体内放置时间约6~8周,平均7.4周。骨缺损的体积5~20 mL,平均14 mL。

2.2 手术并发症情况

有3例出现了取骨区的疼痛和麻木,考虑存在股外侧皮神经损伤的可能。有2例术后出现了取骨区的切口渗出,经积极换药后切口愈合。其余患者未见手术相关并发症出现。

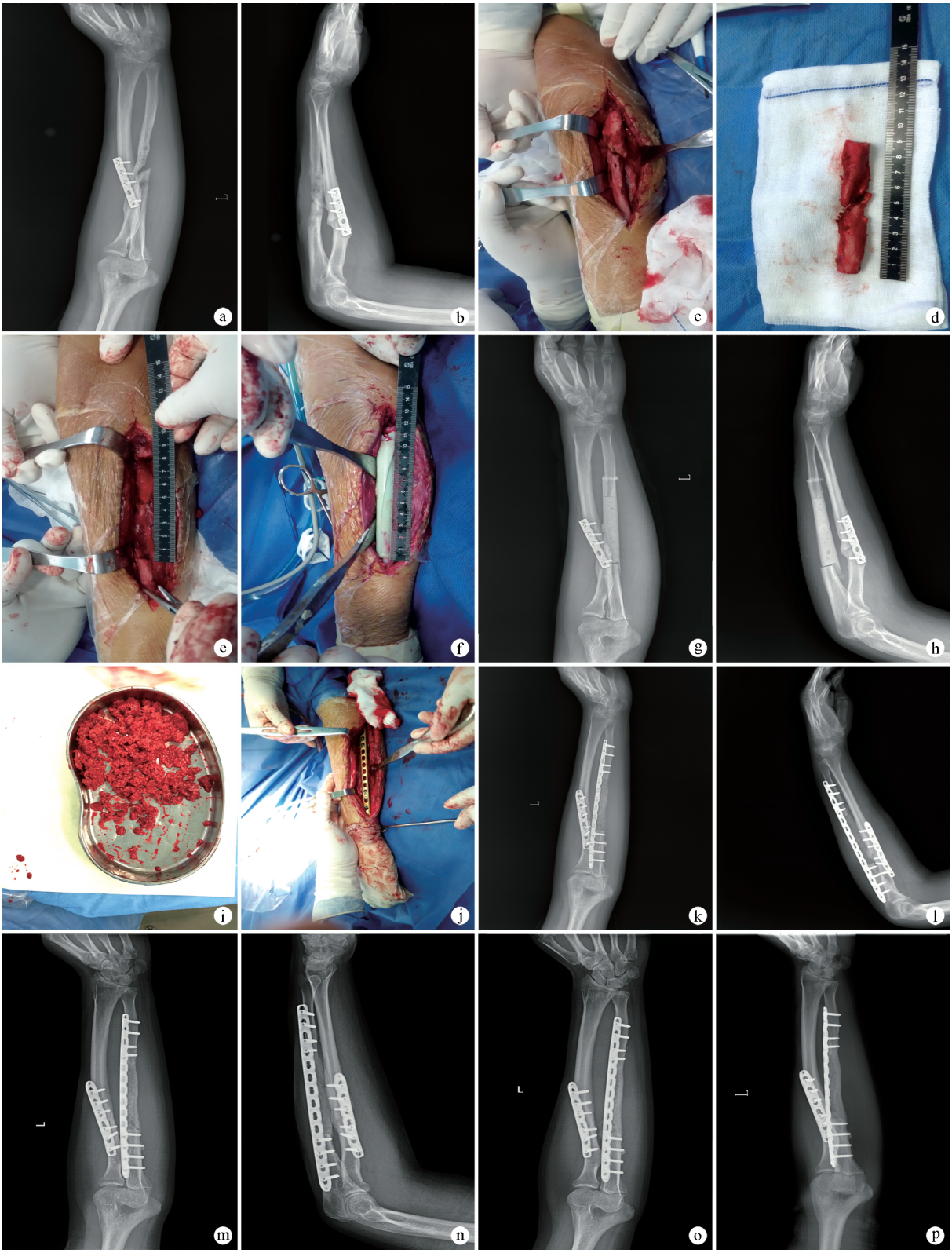
2.3 随访情况

本组患者均获得随访,随访时间12~28个月,平均18个月。所有患者感染均治愈,无全身及局部症状,无植骨吸收、接骨板螺钉松动断裂等情况发生。术后植骨临床愈合4~9个月,平均5.5个月。末次随访时,腕关节屈45°~60°,平均53.78°;伸43°~60°,平均48.55°。肘关节屈122°~150°,平均145.73°;伸展0°~20°,平均8.57°。前臂旋前75°~90°,平均80.21°;旋后45°~90°,平均71.62°。18例患者功能恢复按照Anderson功能评价体系:良好9例,满意6例,不满意3例,无失败病例,满意率83.33%。

2.4 典型病例

患者,男,22岁,2014年6月重物砸伤致左尺、桡骨骨折,于当地医院行内固定手术治疗。术后4周尺骨处出现反复红肿、流脓,经当地医院2次清创手术并取出尺骨内固定后来我院就诊。患者术前细菌培养结果为耐甲氧西林金葡菌阳性,第一阶段手术清除感染骨组织,术中清除感染尺骨长度约9 cm,骨缺损处以

含 4 g 万古霉素 PMMA 骨水泥填充,桡骨处更换内固定并矫正畸形。第二阶段在创面闭合后的 8 周进行,取自体髂骨松质骨颗粒植于骨缺损处,断端予以锁定钢板内固定,6 个月复查时见骨折处已愈合(图 1)。



a、b:术前患肢正侧位 X 射线;c、d:术中清除感染尺骨长度约9 cm;e、f、g、h:骨缺损处以含 4 g 万古霉素抗生素 PMMA 骨水泥填充,桡骨处更换内固定并矫正畸形;i、j:创面闭合后 8 周进行取自体髂骨松质骨颗粒植于骨缺损处,断端予以锁定钢板内固定;k、l:术后 1 个月复查;m、n:术后 3 个月复查;o、p:术后6 个月复查时见骨折处已愈合

图 1 典型病例手术情况及手术前后 X 射线检查

3 讨论

前臂感染性骨缺损多因严重创伤及内固定手术后感染反复发作引起。以往的治疗方法是反复手术清创控制感染后,利用游离骨移植、带血管的腓骨移植、异体骨移植、Ilizarov 牵张成骨等办法来治疗骨缺损。Ring 等[2]报道了 35 例利用自体骨植骨进行内固定治疗前臂骨缺损的患者;Prasarn 等[11]报道了 15 例类似的病例,均取得了良好的效果。虽然这种游离植骨技术治疗前臂感染性骨缺损有效,但治疗骨缺损长度 6 cm 以上的患者存在很大困难,且存在感染不易控制,植骨后感染易复发,且愈合时间可能需要数月,而在这段时间游离骨强度不断下降,易被吸收。Manojlovic 等[12]报道了带血管的腓骨移植技术用于治疗前臂感染性骨缺损,与游离骨移植相比这种技术可以缩短骨折愈合时间,移植的腓骨具有较好的支撑作用。但其对术者显微外科技术要求高,术后常伴发感染和移植血管栓塞等严重并发症,且手术创伤较大,需要损伤正常肢体,严重者可能出现取出腓骨的肢体有肌力减弱以及明显的足外翻畸形[13-14]。Moroni 等[15]报道了采用同种异体胫骨皮质骨板结合自体骨移植的方法治疗前臂感染性骨缺损,取得了一定疗效,但是异体骨移植存在骨愈合不良、强度有限、无菌性松动及供体不足等问题[16-17]。虽然 Ilizarov 牵张成骨技术对于骨缺损较大、其他治疗方法无法治愈的感染性骨缺损更为适用[18],但也存在着治疗周期长、患者行动不便、针道感染、神经损伤等诸多问题[19-20]。

所谓 Masquelet 技术,是指通过体内骨缺损部位诱导产生自体膜结构,然后通过移植自体松质骨的方法对大范围骨缺损实施植骨治疗。Masquelet 技术的提出最早可追溯至 1986 年,法国医师 Masquelet 提出了“诱导膜”概念并于 2000 年报道称通过该方法修复长管状骨大范围骨缺损效果满意[21-22]。后续的相关基础及临床研究亦证实了该技术在骨髓炎及骨缺损治疗中的理想效果[23-25]。这种方法在国外文献称为 Masquelet 技术,该技术包括 2 个阶段,首先是清创阶段,该阶段需要彻底清创并修复软组织的处理方案,并以 PMMA 骨水泥于骨缺损区填充塑形,将骨断端连接成为一体;其次植骨手术,是初次手术治疗后 6 ~ 8 周时,确认软组织良好愈合的前提下将填充物去除,而诱导形成的自体膜结构则应予以保留,将自体松质颗粒状充填于膜内,上述 2 个阶段相对独立。Masquelet 技术是通过诱导膜内松质骨较快成骨并皮质化来修复长段皮质骨缺损,诱导膜有机械性隔离、包裹和辅助固定作用,避免了骨吸收现象。诱导膜不仅有良好的血供,还能分泌如 VEGF、TGF-β1、BMP-2 等联合生长因子和富集骨祖细胞,有类似骨膜结构的生物性骨诱导属性[26-28]。

虽然国内外已有大量文献报道利用 Masquelet 技术治疗感染性骨缺损的病例,但关于利用 Masquelet 技术在前臂感染性骨缺损的病例报道很少见。我们将 Masquelet 技术应用于前臂单骨感染性骨缺损,取得了满意疗效。此类病例使用以往的方式治疗存在周期长、感染易复发、骨折愈合慢、对手术技术要求相对较高等诸多问题。因骨缺损的存在,单纯的清创会有残留死腔,无法彻底预防骨折缺损处的感染,往往造成感染的复发,导致灾难性的后果。本组病例通过在清创后于前臂骨缺损部位植入含抗生素的 PMMA 骨水泥填充,抗生素 PMMA 骨水泥的置入不但能有效占据并消除骨缺损残留的死腔,也能在局部缓释高浓度的抗生素达到抗感染的效果。相比全身应用抗生素,其药物用量小、病灶局部抗生素浓度高、维持时间长、药物毒副作用小,其药物释放不受机体内环境的影响[29-31]。同时也具有稳定骨折端、维持患肢长度的作用,还能诱导自体膜,为下一步植骨治疗打下良好基础。抗生素 PMMA 骨水泥一般情况可放置 6 ~ 8 周,如考虑植骨应根据血常规、红细胞沉降率、CRP 等结果来判断[32-35]。本组病例均按此标准进行治疗,未出现感染等不良后果。从本组病例的随访来看,应用 masquelet 技术治疗前臂单骨骨缺损方法简便,能缩短治疗周期,减少手术次数,降低感染发生概率,是有效治疗前臂单骨感染性骨缺损的理想方法。

[参考文献]

[1] Liu T, Liu Z, Ling L, et al. Infected forearm nonunion treated by bone transport after debridement[J]. BMC Musculoskelet Disord, 2013, 14(1):273. doi:10.1186/1471-2474-14-273.

[2] Ring D, Allende C, Jafarnia K, et al. Ununited diaphyseal forearm fractures with segmental defects: plate fixation and autogenous cancellous bone-grafting[J]. J Bone Joint Surg Am, 2004, 86-A(11):2440-2445. doi:10.2106/00004623-200411000-00013.

[3] Noaman HH. Management of upper limb bone defects using free vascularized osteoseptocutaneous fibular bone graft[J]. Ann Plast Sur, 2013, 71(5):503-509. doi:10.1097/SAP.0b013e3182a1aff0.

[4] Botez C, Aprodu G, Candussi L, et al. Treatment of aseptic ulnar non-union in a patient with spastic hemiparesis by Ilizarov method[J]. Rev Med Soc Med Nat Iasi, 2009, 113(1):154-158.

[5] 娄盛涵,张里程,唐佩福. Ilizarov 技术治疗骨不连的研究进展[J]. 解放军医学院学报, 2016, 37(12):1308-1311. doi:10.3969/j.issn.2095-5227.2016.12.024.

[6] 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. doi:10.1016/j.injury.2016.09.018.

[7] Masquelet AC, Begue T. The concept of induced membrane for reconstruction of long bone defects[J]. Orthop Clin North Am,2010,41(1):27 - 37. doi:10.1016/j.ocl.2009.07.011.

[8] Masquelet AC. Muscle reconstruction in reconstructive surgery:soft tissue repair and long bone reconstruction[J]. Langenbecks Arch Surg,2003,388(5):344 - 346. doi:10.1007/s00423 - 003 - 0379 - 1.

[9] Taylor BC, French BG, Fowler TT, et al. Induced membrane technique for reconstruction to manage bone loss[J]. J Am Acad Orthop Surg,2012,20(3):142 - 150. doi:10.5435/JAAOS - 20 - 03 - 142.

[10] Anderson LD, Sisk D, Tooms RE. Compression-plate fixation in acute diaphyseal fractures of the radius and ulna[J]. J Bone Joint Surg Am,1975,57(3):287 - 297. doi:10.2106/00004623 - 197557030 - 00001.

[11] Prasarn ML, Ouellette EA, Miller DR. Infected nonunions of diaphyseal fractures of the forearm[J]. Arch Orthop Trauma Surg,2010,130(7):867 - 873. doi:10.1007/s00402 - 009 - 1016 - 4.

[12] Manojlovic RD, Vuckovic C, Tabakovic D, et al. Free fibula and corticocancellous bone grafting for salvage of a war-injured forearm[J]. J Orthop Trauma,2006,20(7):495 - 498.

[13] Gore DR, Gardner GM, Sepic SB, et al. Function following partial fibulectomy[J]. Clin Orthop Relat Res,1987(220):206 - 210. doi:10.1097/00003086 - 198707000 - 00028.

[14] Gonzálezherranz P, Del RA, Burgos J, et al. Valgus deformity after fibular resection in children[J]. J Pediatr Orthop,2003,24(3):55 - 59.

[15] Moroni A, Caja VL, Sabato C, et al. Composite bone grafting and plate fixation for the treatment of nonunions of the forearm with segmental bone loss:a report of eight cases[J]. J Orthop Trauma,1995,9(5):419 - 426. doi:10.1097/00005131 - 199505000 - 00010.

[16] Al-Jandan BA, Al-Harkan A, Pompura J, et al. Evaluation of deproteinized bone mineral(DBM) as an onlay bone-graft in the rabbit mandible[J]. Saudi J Dental Research,2015,6(2):133 - 139. doi:10.1016/j.sjdr.2014.12.001.

[17] 毕志伟,黄 东,欧阳海洋. 同种异体骨移植治疗骨缺损的应用研究进展[J]. 中国临床解剖学杂志,2014,32(5):623 - 625. doi:10.13418/j.issn.1001 - 165x.2014.05.027.

[18] 朱艳风,潘子杰,崔 翔,等. Ilizarov 牵张成骨技术治疗前臂感染性骨缺损疗效观察[J]. 中国修复重建外科杂志,2016(12):1457 - 1461. doi:10.7507/1002 - 1892.20160302.

[19] Britten S, Ghoz A, Duffield B, et al. Ilizarov fixator pin site care:the role of crusts in the prevention of infection[J]. Injury,2013,44(10):1275 - 1278. doi:10.1016/j.injury.2013.07.001.

[20] Simpson AH, Halliday J, Hamilton DF, et al. Limb lengthening and peripheral nerve function-factors associated with deterioration of conduction[J]. Acta Orthop, 2013, 84(6):579 - 584. doi:10.3109/17453674.2013.859418.

[21] 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(10):1273 - 1276. doi:10.7507/1002 - 1892.20130277.

[22] Masquelet AC, Fitoussi F, Begue T, et al. Reconstruction of the long bones by the induced membrane and spongy autograft[J]. Ann Chir Plast Esthet,2000,45(3):346 - 353.

[23] Fitoussi F, Masquelet AC, Rigal S, et al. Inter-tibiofibular graft for traumatic segmental bone defect of the tibia[J]. Orthop Traumatol Surg Res,2012,98(2):214 - 219. doi:10.1016/j.otsr.2012.01.002.

[24] Masquelet AC, Obert L. Induced membrane technique for bone defects in the hand and wrist[J]. Chirurgie De La Main,2010,1(12):221 - 224.

[25] 陈要林,张伟滨,沈宇辉. Masquelet 技术治疗骨缺损研究进展[J]. 国际骨科学杂志,2010,31(5):270 - 272. doi:10.3969/j.issn.1673 - 7083.2010.05.004.

[26] Klaue K, Knothe U, Anton C, et al. Bone regeneration in long-bone defects:tissue compartmentalisation? In vivo study on bone defects in sheep[J]. Injury,2009,40(Suppl 4):S95 - 102. doi:10.1016/j.injury.2009.10.043.

[27] 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. doi:10.3969/j.issn.1009 - 4237.2016.03.014.

[28] 唐诗添,刘 刚,王 军,等. Masquelet 技术治疗创伤后骨缺损[J]. 医药论坛杂志,2016,37(3):16 - 17.

[29] Seligson D, Berling S. Antibiotic-laden PMMA bead chains for the prevention of infection in compound fractures:current state of the art[J]. Eur J Orthop Surg Traumatol,2015,25(6):969 - 974. doi:10.1007/s00590 - 015 - 1652 - z.

[30] 李 涛,史占军,王 健,等. 两种抗生素复合骨水泥的材料学性能及抗菌活性研究[J]. 中华关节外科杂志(电子版),2016,10(4):407 - 412. doi:10.3877/cma.j.issn.1674 - 134X.2016.04.009.

[31] 张富军,姬传磊,李 靖. 大段异体骨移植钻孔携带抗生素骨水泥释放抗生素的效果研究[J]. 生物骨科材料与临床研究,2016,13(4):8 - 11. doi:10.3969/j.issn.1672 - 5972.2016.04.002.

[32] 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 - 115. doi:10.1016/j.injury.2014.10.033.

[33] Christou C, Oliver RA, Yu Y, et al. The Masquelet technique for membrane induction and the healing of ovine critical sized segmental defects[J]. Plos One, 2014, 9(12):e114122. doi:10.1371/journal.pone.0114122.

[34] Mühlhäusser J, Winkler J, Babst R, et al. Infected tibia defect fractures treated with the Masquelet technique[J]. Medicine (Baltimore), 2017,96(20):e6948. doi: 10.1097/MD.0000000000006948.

[35] Olesen UK, Eckardt H, Bosemark P, et al. The Masquelet technique of induced membrane for healing of bone defects. A review of 8 cases[J]. Injury,2015,46(Suppl 8):S44 - S47. doi:10.1016/S0020 - 1383(15)30054 - 1.

(编辑:周小林)