

## 微创髌嵴开窗隧道取骨术在 Masquelet 技术中的应用

王辉<sup>1</sup> 张志宏<sup>1</sup> 郑赞<sup>2</sup> 陈惠东<sup>2</sup> 张勇泉<sup>2</sup> 王万明<sup>1</sup> 孙效棠<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 探讨微创髌嵴开窗隧道取骨术在 Masquelet 技术植骨阶段中的应用及取骨区相关并发症的分析。方法 回顾性分析中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院 2018 年 10 月至 2019 年 9 月收治的 19 例(20 侧)长骨骨干缺损病人的临床资料。其中男 13 例,女 6 例,年龄为(38.42±9.69)岁(22~52 岁);其中股骨骨缺损 8 例(8 侧),胫骨骨缺损 10 例(11 侧),桡骨骨缺损 1 例(1 侧)。病人均采用 Masquelet 技术,通过一期聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)骨水泥间置及固定,二期采用微创髌嵴开窗隧道取骨术取自体松质骨植入骨缺损区,以重建骨连续性。记录病人骨缺损量、取骨总量、取骨时间、取骨出血量、术后引流量、术后疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分及并发症。结果 骨缺损体积为(40.11±25.86)mm<sup>3</sup>(15.83~124.79 mm<sup>3</sup>);单侧取骨 10 例,双侧取骨 9 例;取骨总量为(31.42±13.17) mL(13~57 mL);取骨时间为(22.42±7.85) min(8~35 min);取骨出血量为(62.89±29.17) mL(13~110 mL);术后总计引流量为(39.21±26.37) mL(0~105 mL)。所有病人均获得随访,随访时间为(10.74±4.55)个月(5~19 个月)。其中 16 例(17 侧)已达到骨性愈合标准。末次随访时病人 VAS 评分均为 0 分;取骨区域与对侧相比,局部骨小梁无稀疏、髌骨外观形态双侧大致对称。治疗过程中仅 1 例出现血肿,自行吸收;1 例出现股外侧皮神经损伤的临床症状,2 周后消失;无感染、医源性骨折等并发症。结论 微创髌嵴开窗隧道取骨术可在保留髌骨外观形态基础上获取大量松质骨,满足 Masquelet 技术对松质骨量的需求,并发症少,具有良好的临床应用及推广价值。

**【关键词】** 微创;髌嵴开窗;隧道取骨;Masquelet

Masquelet 等<sup>[1]</sup>在 2000 年提出对慢性期骨缺损(如感染性骨不连)的病人通过一期清创、切除感染骨段,聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)骨水泥间置形成生物诱导膜控制感染后,二期取出 PMMA,于膜内植入自体松质骨以重建骨缺损的方法,取得良好的临床效果。近些年来,该技术也在急性创伤性骨缺损中获得骨科医师们的认可<sup>[2-4]</sup>。但无论是感染骨段切除后骨缺损,还是创伤后骨缺损,缺损的骨量往往较多,临床上不乏有 10 cm 以上的报道<sup>[2,5]</sup>。缺损越大意味着所需的植骨量越多,在植骨材料选择上,自体骨较同种异体骨、人工骨具有不可替代的生物及免疫学优势,临床应用更为广泛。也有文献报道重组人骨形态发生蛋白-2(BMP-2)可作为促进成骨的添加剂,但费用较高,临床推广受限<sup>[6-7]</sup>。

髌骨因具有丰富的松质骨及三面皮质骨而广泛应用于骨科及颌面整形外科,常作为临床自体骨供区首选<sup>[8-9]</sup>。但伴随的取骨相应并发症如股外侧皮神经损伤、局部畸形、疼痛、髌骨翼应力性骨折等问题也不容忽视。如何微创、安全取到更多的骨量也成为研究热点之一。本研究旨在介绍一种微创髌嵴开窗隧道取骨术获取自体松质骨用于 Masquelet 技术植骨所需并分析该取骨术式的特点及相关并发症。

### 资料与方法

#### 一、纳入标准与排除标准

纳入标准:①因骨感染或急性创伤导致骨缺损行 Masquelet 技术治疗者;②年龄 < 60 岁;③术前骨密度检测 T 值 > -2.5 SD。

排除标准:①糖尿病、心血管疾病需长期服用抗凝药物,免疫系统疾病需长期服用激素;②多发伤,需长期卧床者;③严重骨质疏松者。

#### 二、一般资料

收集中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院 2018 年 10 月至 2019 年 9 月收治的 19 例(20 侧)长骨骨缺损病人。其中男 13 例,女 6 例,年龄为(38.42±9.69)岁(22~52 岁);股骨骨缺损 8 例(8 侧),胫骨骨缺损 10 例(11 侧),桡骨骨缺损 1 例(1 侧)。

所有病人均为一期 PMMA 间置,待感染控制,局部软组织条件稳定,二期取出 PMMA,并于诱导膜空腔内填充自体松质骨。取骨方法均为微创髌嵴开窗隧道取骨术。其他合并手术包括:骨折复位固定、病灶清创等。

#### 三、手术方法

病人仰卧位,采用腰硬椎管内麻醉,上肢手术加臂丛麻醉。患肢及双侧髌骨区常规消毒铺巾。先处理患肢骨缺损区域,评估所需植骨量,再于髌骨上取下所需骨量。若单侧骨量不足,则加取对侧髌骨,若取骨总量不足,则加入同种异

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.016

作者单位:1. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇〇医院骨科,福州 350000;2. 福建医科大学福总临床医学院,福州 350000

通信作者:孙效棠, E-mail: dr.sunxiaotang@vip.163.com

体骨或人工骨,但不超过植骨总量的 1/3。

体表触及髂前上棘,于髂前上棘后 2.5 cm 沿髂嵴行 2 cm 切口,显露髂嵴及髂骨内、外侧板约 1 cm,使用开口锥于髂嵴上开口,锥板钳扩大开口通道至直径约 1 cm,先使用直径 2 mm 刮勺由浅至深刮除部分皮质骨及少量松质骨后,再使用髓核钳于髂骨内、外侧板间(隧道内)钳夹髂骨内松质骨。注意操作轻柔,避免髓核钳穿透髂骨内、外板造成髂肌内出血。将取下的骨组织收集备用。无菌生理盐水冲洗创面,明胶海绵混合氨甲环酸注射液 1 g 填充于隧道内空腔用于止血,并放置引流,避免术后血肿形成。因骨蜡影响后续成骨,故避免使用骨蜡封闭。筋膜层及皮下、皮肤间断缝合,无菌敷料适度加压包扎并佩戴腹围带。

#### 四、术后处理

术后 24 h 内使用头孢类抗生素预防感染或参考病人此前感染细菌的培养及药敏结果选择敏感抗生素。取髂骨区伤口引流液低于 30 mL/d 予以拔除,创面隔日换药,1 周后拆除髂骨区缝线。

#### 五、评估指标

计算骨水泥占位后正侧位 X 线片上骨缺损体积,计算方式如下:骨干部以圆柱体体积计算公式,近于骺端以圆锥台体积计算公式;若使用髓内钉固定,则需减去髓内钉的体积。

记录取髂骨时间(自切口到缝合结束)、取髂骨总量(装入 50 mL 注射器内评估总量,注意避免刻意压缩取出的松质骨)、取髂骨出血量。记录术后 2 d 引流液总量,术后 1 d、1 个月及末次随访取髂骨区疼痛视觉模拟量表(visual analogue scale, VAS)评分以及出现相应并发症(如感染、血肿、股外侧皮神经损伤等)的人数。末次随访行骨盆及植骨区域 X 线检查,观察取骨及植骨区骨重建情况。

### 结 果

所有病人均完整保留了髂骨翼形态。术前测量骨缺损体积为  $(40.11 \pm 25.86) \text{ mm}^3$  ( $15.83 \sim 124.79 \text{ mm}^3$ ); 单侧取骨 10 例, 双侧取骨 9 例; 取骨总量为  $(31.42 \pm 13.17) \text{ mL}$  ( $13 \sim 57 \text{ mL}$ ); 取骨时间为  $(22.42 \pm 7.85) \text{ min}$  ( $8 \sim 35 \text{ min}$ ); 取骨出血量为  $(62.89 \pm 29.17) \text{ mL}$  ( $13 \sim 110 \text{ mL}$ ); 术后总计引流量为  $(39.21 \pm 26.37) \text{ mL}$  ( $0 \sim 105 \text{ mL}$ )。所有病人均获得随访, 随访时间为  $(10.74 \pm 4.55) \text{ 个月}$  ( $5 \sim 19 \text{ 个月}$ )。

病人术后 1 d VAS 评分为  $(2.11 \pm 1.05) \text{ 分}$  ( $1 \sim 4 \text{ 分}$ ); 术后 1 个月随访 VAS 评分 1 分 3 例, 2 分 1 例, 其余均为 0 分; 末次随访时 VAS 评分均为 0 分。本组病人康复过程中, 18 例 (94.7%) 局部疼痛不影响睡眠、屈髋、坐立等动作。仅 1 例双侧取髂骨病人术后第 1 天 VAS 评分为 4 分, 取骨出血量为 110 mL, 术后引流液量为 80 mL, 局部皮肤出现淤青, 给予非甾体抗炎药治疗, 术后 72 h VAS 评分为 2 分, 可耐受。

本组病人取髂骨区域切口均一期愈合。1 例出现股外侧皮神经刺激症状, 于 2 周后消失; 1 例出现血肿, 自行吸收; 无感染、医源性骨折、异位骨化等病例。

末次随访骨盆 X 线片显示取骨区与对侧相比, 骨小梁未

见明显稀疏、间隙增宽等表现。植骨区 16 例 (17 侧) 可见明显骨重塑, 病人可弃拐负重行走, 达到骨愈合标准。剩余 3 例仍在随访中。

典型病例 1, 男, 45 岁, 因“右下肢反复破溃 30 余年”就诊, 诊断右胫骨慢性骨髓炎。一期行感染骨段切除, 抗生素 PMMA 占位, 外固定架固定术。术中局部组织块及渗液行细菌培养提示金黄色葡萄球菌。术后针对敏感抗生素予以万古霉素抗感染治疗 2 周及口服左氧氟沙星片 4 周治疗。6 周后行 PMMA 取出, 双侧髂骨取骨, 更换髓内钉固定。术后 12 个月随访见植骨重建良好, 炎性指标正常, 感染控制, 骨盆外观形态保持良好 (图 1)。

典型病例 2, 病人, 男, 20 岁, 因“左股骨开放性骨折术后局部酸胀, 不敢弃拐 11 个月”于 2018 年 12 月就诊我院。病人 2018 年 1 月初始因车祸导致左股骨干开放性粉碎性骨折, 于当地医院行骨折复位内固定术。术后 1 周因伤口渗出行局部清创术 (具体情况不详), 伤口愈合后出院。初步考虑左股骨干开放性骨折术后骨不连。术中探查发现骨段区组织质地松散, 色偏暗, 术中冰冻提示炎性肉芽肿, 伴大量浆细胞浸润, 肉芽组织增生, 中性粒细胞  $> 20 \text{ 个/HPF}$ , 考虑感染, 行局部感染清创骨段切除+骨水泥占位填充固定术。术中取局部骨组织及周围肉芽组织行细菌培养, 结果提示表皮葡萄球菌。给予头孢哌酮钠舒巴坦钠抗感染治疗 2 周, 口服头孢克洛 4 周。于术后 8 周取出骨水泥, 取自体髂骨内松质骨填充, 内侧辅助支撑钢板。术后 14 个月末次随访, 见植骨重塑良好, 达到骨性愈合标准 (图 2)。

### 讨 论

一、Masquelet 技术治疗骨缺损的机理及其与传统植骨的区别

经典 Masquelet 技术分为两个阶段。第一阶段: 通过彻底清创, 切除感染骨段, 缺损区填充 PMMA 并包裹两端, 良好软组织覆盖; 第二阶段: 4~8 周后取出 PMMA, 于形成的诱导膜内填充自体松质骨。Masquelet 技术具有骨重建时间与缺损长度无关、病人舒适度高等特点, 相对 Ilizarov 骨延长技术而言, 对于长节段骨缺损在骨愈合时间上拥有明确优势<sup>[10]</sup>。传统植骨方法治疗骨不连、骨缺损失败率相对较高, 分析原因可能与植入的松质骨周围无良好的包裹机制, 容易受到肌腱、肌肉活动等不良刺激造成植骨区的吸收有关<sup>[11]</sup>。但不可否认, 自体松质骨比皮质骨、同种异体骨、人工骨具有更好的骨诱导、骨传导作用。笔者认为 Masquelet 技术实则也属于一种包裹植骨技术, 成功与否与诱导膜的完整性息息相关, 通过一期 PMMA 填充形成生物诱导膜, 在有效的固定稳定前提下, 将自体松质骨填充入诱导膜内, 形成密闭的环境, 避免松质骨因周围肌肉、肌腱滑动、肢体振动等原因导致散开而吸收, 而新鲜自体松质骨内又富含 BMP-2 等骨诱导因子, 在密闭环境下更易获得良好的骨重建效果。Masquelet 等<sup>[12]</sup>也提出在自体松质骨量不足情况下, 添加磷酸钙人工骨、异体骨混合骨髓组织或骨诱导生长因子等也是有效的。



图1 病人,男,45岁,因“右下肢反复破溃30余年”就诊,诊断右胫骨慢性骨髓炎 a~c:术前小腿局部窦道形成,X线片示骨皮质增厚、硬化、骨小梁排列紊乱呈慢性骨髓炎样改变;d、e:一期行感染骨段切除,PMMA占位,外固定架固定;f、g:二期取出PMMA,取双侧髂骨松质骨填充,髓内钉内固定;h、i:术后12个月,骨重建良好;j:50 mL注射器评估取松质骨量;k:取骨示意图;l:髂部外观形态维持良好;m:术后12个月,小腿窦道愈合,感染控制;n、o:末次随访可见取骨区域骨小梁未见稀疏、间隙增宽等骨质减少表现

## 二、不同取骨方式的优劣及并发症分析

髂骨具有生理位置表浅、取骨方便、取骨量大等优势,一直作为临床上获取自体骨的首选。但不同的髂骨取骨方式却各有优劣。如传统开放“U”型取骨,虽可取得大量松质骨及皮质骨,但难免会造成供区大量永久性骨缺损,残留外观畸形、供区疝、神经损伤、局部疼痛等问题。国内也有学者在“U”型取骨后,于取骨区域采用螺钉及骨水泥填充修复髂骨区域骨缺损获得较为满意的临床效果<sup>[13]</sup>。但笔者认为这种

术式增加了手术费用,同时也存在后期局部松动、髂骨区实质永久性骨缺损等问题。

Gil-Albarova等<sup>[14]</sup>报道一种髂嵴行三皮质取骨后,切除部分髂骨修整成栅栏状再回植于取骨区,可在获得骨量基础上重建髂骨的外观,但操作较为繁琐,所取得骨量有限,且往往因需骨量的增多而过多剥离骨膜,造成较大的创伤。近年来,也有专门设计用于髂骨取骨的空心环钻器械<sup>[15]</sup>,但其为盲法钻取骨结构,存在穿透皮质损伤髂肌组织而形成局部血

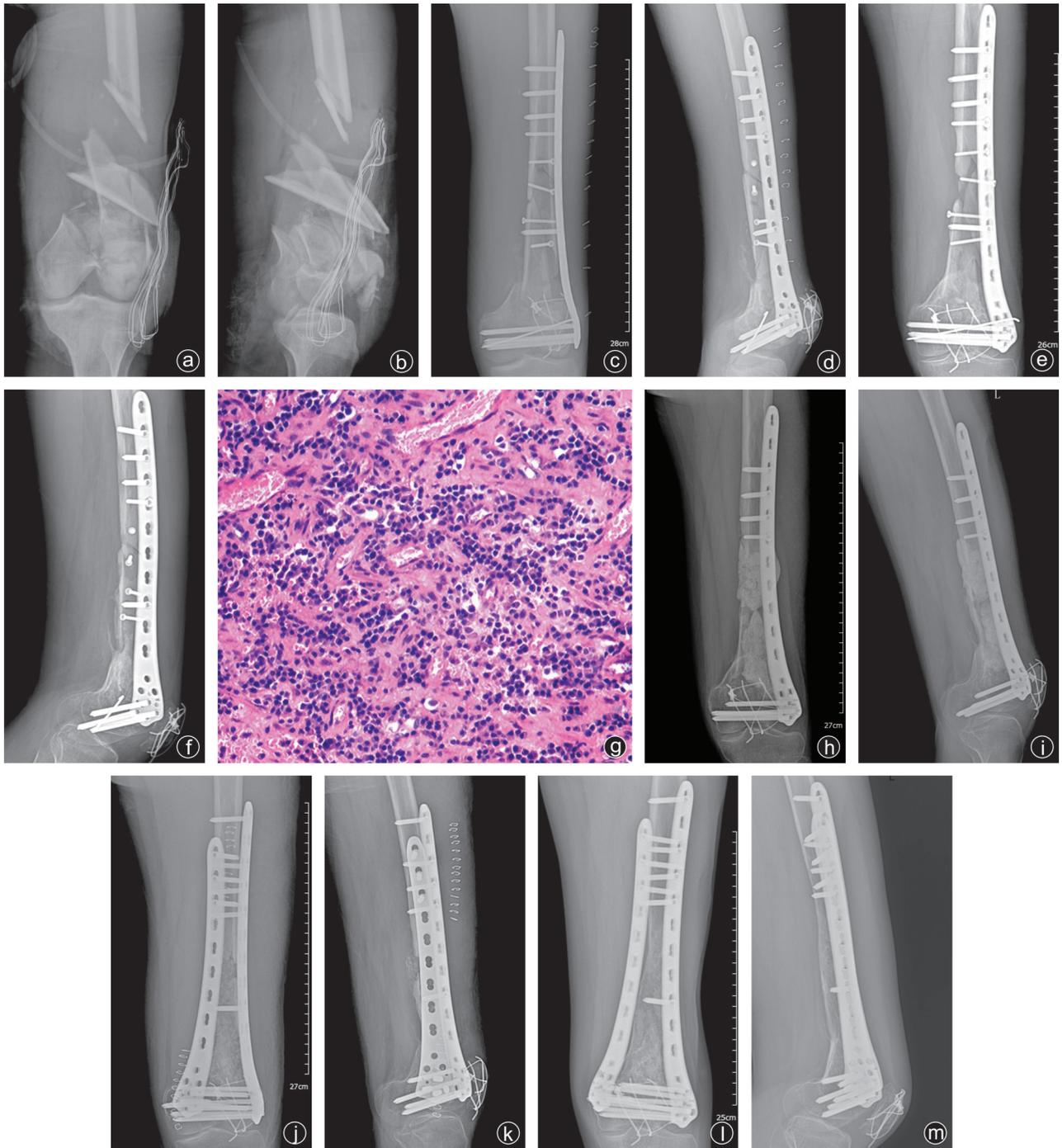


图2 病人,男,20岁,因“左股骨开放性骨折术后局部酸胀,不敢弃拐11个月”于2018年12月就诊我院 a~d:受伤术前及术后X线片正侧位; e,f:初次就诊我院X线片,考虑骨不连;g:术中冰冻提示炎性肉芽肿,伴大量浆细胞浸润,肉芽组织增生,中性粒细胞>20个/HPF;h,i:行清创感染骨段切除+骨水泥占位填充固定术;j,k:感染控制后,取出骨水泥并植入自体髂骨松质骨内侧支撑固定;l,m:术后14个月末次随访,植骨重塑良好,达到骨性愈合标准

肿的风险。对于取骨量较小的手术存在一定的优势,却难以满足大量取骨的需求。部分临床医师并不重视取髂骨的方式及操作,导致病人术后取骨区域疼痛。Kim等<sup>[16]</sup>对取髂骨病人随访发现,约一半病人术后经历急性疼痛,而后期慢性疼痛的发生率仍可高达13%。原因分析可能与以下几点因素有关:①取骨本身操作粗暴,对周围组织损伤较大;②取骨后局部神经损伤及肌组织附丽点剥离导致不稳定;③结构性缺

损后残端对邻近组织的慢性刺激。

### 三、微创髂嵴开窗隧道取骨术的特点

自髂嵴纵向开窗,通过刮勺、髓核钳自髂骨翼内外板间操作取自体松质骨,其手术具有以下几点优势:①保留髂嵴骨膜、髂骨内、外板骨皮质、骨膜等结构,髂嵴解剖形态得以保留,外观正常;②不剥离附着在髂骨内、外板结构上的阔筋膜张肌、臀中、小肌肉,腹内外斜肌等结构,避免术后出现髋

关节活动受限、腹壁疝的可能<sup>[17]</sup>；③取骨后空缺的髂骨髓腔内填充可吸收明胶海绵及氨甲环酸，通过海绵膨胀而止血，术后引流管夹闭 6 h 后放开，不易形成血肿；④髂骨骨髓内富含成骨前体细胞、骨形态发生蛋白等，具有较强的自体成骨能力，局部骨重建时间较短，可反复获取，经济有效。蔡鸿敏等<sup>[18]</sup>对髂骨翼内取骨后骨缺损区随访 12 个月发现髂骨仍存在较好的骨再生能力。

Schmitz 等<sup>[19]</sup>通过 3D 打印技术结合有限元分析后提出在髂前上棘后 20~25 mm 区域取骨，术后剩余髂骨区受肌肉牵拉应力最小。股外侧皮神经发自腰丛前支，于髂前上棘内下 1.0~1.5 cm 处穿腹股沟韧带下行，并支配股前外侧皮肤感觉，为避免出现取骨区骨折及股外侧皮神经损伤的并发症，本研究操作自髂前上棘后约 2 cm 髂嵴上开槽获取髂骨翼内松质骨，完整保留髂嵴，临床观察未出现应力性骨折。虽有 1 例股前外侧皮神经损伤症状，但于术后 2 周症状消失，分析原因考虑可能与股神经解剖变异、术中操作、局部血肿等刺激有关。

本研究术式也存在一定的缺陷，对于植骨区需皮质骨支撑增加稳定性的手术而言，无法满足需求。取骨量也受髂骨形态、局部松质骨量的影响；未设置对照组，未详细观察取骨后松质骨重建能力及时间，有待后续研究进一步完善。但笔者认为其操作相对较为简易，并发症少，小切口即可完成大部分 Masquelet 松质骨量需求，在临床上具有良好的应用及推广价值。

### 参 考 文 献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] Hatashita S, Kawakami R, Ejiri S, et al. 'Acute Masquelet technique' for reconstructing bone defects of an open lower limb fracture [J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2020.
- [4] Moris V, Loisel F, Cheval D, et al. Functional and radiographic evaluation of the treatment of traumatic bone loss of the hand using the Masquelet technique [J]. *Hand Surg Rehabil*, 2016, 35(2): 114-121.
- [5] Demitri S, Vicenti G, Carrozzo M, et al. The Masquelet technique in the treatment of a non-infected open complex fracture of the distal tibia with severe bone and soft tissue loss: a case report [J]. *Injury*, 2018, 49 Suppl 4: S58-S62.
- [6] Takemoto R, Forman J, Taormina DP, et al. No advantage to rhBMP-2 in addition to autogenous graft for fracture nonunion [J]. *Orthopaedics*, 2014, 37(6): e525-e530.
- [7] Mehta S, Blagg R, Willcockson J, et al. Cost-effectiveness analysis of demineralized bone matrix and rhBMP-2 versus autologous iliac crest bone grafting in alveolar cleft patients [J]. *Plast Reconstr Surg*, 2018, 142(3): 737-743.
- [8] Kim J, Park JW, Chung J, et al. Non-vascularized iliac bone grafting for scaphoid nonunion with avascular necrosis [J]. *J Hand Surg Eur Vol*, 2018, 43(1): 24-31.
- [9] Malahias MA, Chytas D, Raoulis V, et al. Iliac crest bone grafting for the management of anterior shoulder instability in patients with glenoid bone loss: a systematic review of contemporary literature [J]. *Sports Med Open*, 2020, 6(1): 12.
- [10] Mi M, Papakostidis C, Wu X, et al. Mixed results with the Masquelet technique: a fact or a myth? [J]. *Injury*, 2020, 51(2): 132-135.
- [11] 徐永清, 范新宇. Ilizarov 技术和 Masquelet 技术在长骨大段骨缺损治疗中的应用比较 [J]. *中华创伤骨科杂志*, 2019, 21(8): 733-736.
- [12] Masquelet A, Kanakaris NK, Obert L, et al. Bone repair using the Masquelet technique [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2019, 101(11): 1024-1036.
- [13] Zhang J, Wei Y, Gong Y, et al. Reconstruction of iliac crest defect after autogenous harvest with bone cement and screws reduces donor site pain [J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2018, 19(1): 237.
- [14] Gil-Albarova J, Gil-Albarova R. Donor site reconstruction in iliac crest tricortical bone graft: surgical technique [J]. *Injury*, 2012, 43(6): 953-956.
- [15] 杨英果, 戈兵, 王亮, 等. 空心环钻髂骨取骨的应用 [J]. *临床骨科杂志*, 2016, 19(1): 33.
- [16] Kim CH, Chung CK, Choi Y, et al. The patient-reported outcome of chronic pain after the harvest of anterior iliac bone for anterior cervical arthrodesis [J]. *J Clin Neurosci*, 2017, 36: 102-107.
- [17] 瞿紫微, 张红芬, 李晓辉, 等. "三明治"修补法在髂骨取骨瓣术后腰疝的临床应用 [J]. *中华疝和腹壁外科杂志(电子版)*, 2014, 8(3): 283-284.
- [18] 蔡鸿敏, 倘艳锋, 李红军, 等. 保留髂嵴的髂骨翼取骨术 [J]. *中华骨科杂志*, 2019, 39(10): 589-595.
- [19] Schmitz P, Cornelius Neumann C, Neumann C, et al. Biomechanical analysis of iliac crest loading following cortico-cancellous bone harvesting [J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 108.

(收稿日期: 2020-06-10)

(本文编辑: 龚哲妮)

### 引用格式

王辉, 张志宏, 郑赞, 等. 微创髂嵴开窗隧道取骨术在 Masquelet 技术中的应用 [J]. *骨科*, 2021, 12(4): 373-377. DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2021.04.016.