

锁定加压接骨板结合自体髂骨移植治疗无菌性尺骨干骨不连的结果分析

冯东旭, 孙亮, 冯伟楼, 张埜, 李树灏, 黄伟, 朱养均, 赵赞栋
(西安交通大学附属红会医院骨科, 陕西 西安 710054)

【摘要】 目的: 探讨锁定加压接骨板结合自体髂骨移植治疗无菌性尺骨干骨不连的临床治疗结果。方法: 自 2009 年 3 月至 2017 年 7 月, 对取得完整随访资料的 22 例无菌性尺骨干骨不连患者实施手术治疗, 其中男 12 例, 女 10 例; 年龄 16~58(39.7±9.9) 岁; 病程 10~192(39.4±55.7) 个月。萎缩型骨不连 15 例, 肥大型骨不连 5 例, 滑膜假关节型骨不连 2 例。骨不连断端清创后给予锁定加压接骨板固定, 并给予自体髂骨植骨。对骨愈合率、手术并发症和临床结果进行评价。**结果:** 所有患者获得随访, 时间 13~42(22.5±8.2) 个月, 1 例未愈合。视觉模拟疼痛评分 0~3(0.9±0.9) 分, 前臂旋前 47~86(69.0±14.7)°, 旋后 35~85(63.0±9.4)°, 腕关节伸直 20~80(51.0±10.2)°, 腕关节屈曲 32~88(71.0±11.7)°, 肘关节屈曲挛缩 0~25(9.0±5.6)°, 进一步屈曲 105~150(134.0±13.9)°, 手部抓握力为对侧的 87%。根据 Anderson 功能评分标准, 优 8 例, 满意 11 例, 不满意 2 例, 失败 1 例。**结论:** 锁定加压接骨板结合自体髂骨移植可以有效治疗无菌性尺骨干骨不连。

【关键词】 尺骨; 骨折, 不愈合; 外科手术

中图分类号: R687.3

DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2019.12.019

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Treatment of aseptic ulnar diaphyseal nonunion with locking compression plate and autogenous iliac bone graft
FENG Dong-xu, SUN Liang, FENG Wei-lou, ZHANG Kun, LI Shu-hao, HUANG Wei, ZHU Yang-jun, and ZHAO Zan-dong.
Department of Orthopaedics, Honghui Hospital Affiliated to Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710054, Shaanxi, China

ABSTRACT Objective: To investigate the clinical results of locking compression plate combined with autologous iliac bone graft in the treatment of aseptic ulnar nonunion. **Methods:** From March 2009 to July 2017, 22 patients with aseptic ulnar diaphyseal nonunion with complete follow-up data were treated with surgery, including 12 males and 10 females, aged from 16 to 58 (39.7±9.9) years old and ranging in course of disease from 10 to 192 (39.4±55.7) months. There were 15 atrophic nonunions, 5 hypertrophic nonunions and 2 synovial pseudo-articular nonunions. After debridement of the nonunion, locking compression plate was used to fix the nonunion and autogenous iliac bone graft was given. Bone healing rate, surgical complications and clinical results were evaluated. **Results:** All the patients were followed up, and the duration ranged from 13 to 42 months, with a mean of (22.5±8.2) months, and 1 patient did not heal. Visual analogue pain scores ranged from 0 to 3 (0.9±0.9). Pronation of forearm was 47 to 86 (69.0±14.7) degrees, supination was 35 to 85 (63.0±9.4) degrees, wrist flexion was 20 to 80 (51.0±10.2) degrees, wrist flexion was 32 to 88 (71.0±11.7) degrees, elbow flexion contracture was 0 to 25 (9.0±5.6) degrees, further flexion was 105 to 150 (134.0±13.9) degrees, and grip strength was 87% on the opposite side. According to the Anderson scoring system, 8 cases were excellent, 11 were satisfied, 2 were not satisfied, and 1 was failed. **Conclusion:** LCP combined with autologous iliac bone graft can effectively treat aseptic ulna diaphyseal nonunion.

KEYWORDS Ulna fractures; Fractures, ununited; Surgical procedures, operative

尺骨干骨不连发生率较低, 主要原因为上肢不负重, 以及目前的治疗方案(手术或保守)愈合率较高, 保守治疗后尺骨干骨不连的发生率为 0~25%, 内固定术后发生率为 0~20%, 其中加压钢板固定术后骨不连发生率为 0~5.5%^[1-2]。前臂尺桡骨干双骨不连更为罕见, 发生率为 2.7%~9.3%, 当发生骨不连时,

多数为萎缩型骨不连^[3]。尺骨干骨不连通常会导致患侧肘、腕关节功能障碍、疼痛、慢性感染, 以及骨对位不良引起的皮肤问题。治疗尺骨干骨不连对于骨科医生具有挑战性, 尤其是前臂双骨不连患者, 需要考虑到整个前臂包括肘、腕关节功能, 同时也要考虑到骨间膜的情况, 治疗的重点包括恢复尺骨的解剖结构和前臂功能^[4-5]。尽管目前治疗无菌性尺骨干骨不连方法众多, 包括钢板固定联合植骨(自体髂骨或腓骨、同种异体骨), 外固定架固定, 髓内钉固定, 克

通讯作者: 赵赞栋 E-mail: 276364211@qq.com

Corresponding author: ZHAO Zan-dong E-mail: 276364211@qq.com

氏针固定,以及骨形态发生蛋白等^[4-6],但目前仍没有统一的标准的治疗方案。本研究的主要目的是分析锁定加压接骨板(locking compression plate, LCP)结合自体髂骨移植治疗无细菌性尺骨干骨不连的临床治疗结果,探讨此方案的可行性。

1 临床资料

回顾性分析自 2009 年 3 月至 2017 年 7 月收治的尺骨干骨不连患者,其中骨不连根据美国食品和药物管理局(FDA, 1988)定义为伤后至少 9 个月,并且 3 个月内骨折无进一步愈合迹象者。局部表现为活动时仍疼痛,局部压痛,轴向叩痛,上肢无力。纳入标准:(1) 无细菌性尺骨干骨不连采用 LCP 结合自体髂骨治疗者。(2) 未合并同侧肢体其他部位骨折。(3) 随访 ≥ 12 个月。排除标准:(1) 尺骨干骨不连采用其他方式治疗者(如外固定架固定、髓内钉固定)。(2) 感染性骨不连。(3) 尺骨鹰嘴截骨术后骨不连者。根据以上标准纳入 22 例,年龄 16~58(39.7 \pm 9.9)岁,其中男 12 例,女 10 例;病程 10~192(39.4 \pm 55.7)个月;尺骨上 1/3 骨不连 6 例,尺骨中 1/3 骨不连 15 例,尺骨下 1/3 骨不连 1 例。根据 Frölke 等^[7]对骨不连的定义,萎缩型骨不连 15 例,肥大大型骨不连 5 例,滑膜假关节型骨不连 2 例。初次受伤时情况:开放性骨折 3 例,尺桡骨双骨折 2 例(其中 1 例形成尺桡骨干双骨不连),Monteggia 骨折 3 例(其中 1 例形成尺骨干骨不连合并陈旧性桡骨头脱位),其余为单纯闭合性尺骨干骨折,手术治疗目的为创造骨愈合的生物学环境,同时恢复前臂功能。

2 治疗方法

2.1 手术方法

麻醉生效后,患者取仰卧位,患肢及对侧髂骨常规消毒铺巾,患肢驱血后上气囊止血带。手术的切口最大可能地运用原手术切口,切开皮肤后达深筋膜,尽可能保护软组织,从尺侧伸腕肌(腱)和桡侧伸腕肌(腱)之间显露骨不连区域。去除原有内固定后,即开始彻底清创,去除所有的软组织瘢痕、假关节,以及断端硬化骨直至骨折断端新鲜渗血。用钻头或克氏针开通髓腔,生理盐水冲洗。术中借助 C 形臂 X 线恢复尺骨力线,控制尺骨长度,1 枚 LCP 放置于尺骨尺侧或背侧(尽可能远离骨间膜),结合螺钉固定,确保断端两侧各有至少 3 枚螺钉通过双侧骨皮质,两侧断端开槽以备用。对侧髂骨局部麻醉满意后,于髂前上棘后约 2 cm 处取约 5 cm 斜行切口,钝性分离皮下及骨膜,纱布填塞以止血。根据骨缺损大小取适当尺寸的全层髂骨以备用,取骨区骨蜡封闭创面止血,取出纱布,检查无活动性出血后冲洗,逐层关闭伤口。彻底清除取下的髂骨上的肌肉与骨膜,修整

成长块后植于尺骨开槽处,夯实,周围及断端间隙填满碎骨块,确保植骨与骨折断充分接触,髂骨块稳定(图 1),冲洗伤口,放置引流,逐层缝合。

对于合并桡骨干骨不连的患者,首先进行尺骨固定以便于恢复桡骨长度和力线。借助 Szabo 和 Weber^[8]描述的关于手腕解剖结构的参数来恢复桡骨长度:即在腕关节前后位上,合适的尺桡骨长度定义为,沿着前臂轴线从桡骨茎突尖端到尺骨小头约 12 mm 的距离限定。术中借助 C 形臂确定了合适的桡骨长度,以上述方法给予桡骨植骨内固定。

2.2 术后处理

术后 24 h 常规使用抗菌素预防伤口感染。术后第 2 天开始指导下的主动与被动肘、腕关节屈伸和前臂旋转功能锻炼,随着疼痛及肿胀的消退,锻炼的强度和频率适当增加,骨折愈合后可开始负重锻炼。

3 结果

3.1 观察项目与方法

术后每月随访 1 次,随访内容包括临床表现,视觉模拟疼痛评分(visual analogue scale, VAS),断端稳定性,前臂旋转功能,肘腕屈伸功能以及手抓握力;常规拍摄前臂 X 线片以评估骨折愈合情况、内固定是否移位或断裂;同时记录术中和术后并发症。骨愈合定义为在正位及侧位 X 线片上至少有通过 3 个骨皮质的骨痂或骨小梁形成^[9]。

3.2 疗效评价方法

根据 Anderson 等^[10]功能评分标准进行疗效评价:优,骨折愈合,肘关节或腕关节功能丧失 $< 10^\circ$,前臂旋转功能丧失 $< 25\%$;满意,骨折愈合,且肘关节或腕关节功能丧失 $< 20^\circ$,前臂旋转功能丧失 $< 50\%$;不满意,肘关节或腕关节功能丧失 $> 30^\circ$,前臂旋转功能丧失 $> 50\%$;失败,骨折不愈合。

3.3 治疗结果

患者均取得了尺骨干满意复位和坚强固定(图 2)。22 例中 1 例给予双接骨板固定,其余均给予单接骨板固定,随访时间 13~42(22.5 \pm 8.2)个月。在最后的随访中,除 1 例合并桡骨头陈旧脱位的患者未取得骨性愈合外,其余均取得骨性愈合。VAS 疼痛评分 0~3(0.9 \pm 0.9)分,前臂旋前 47~86(69.0 \pm 14.7) $^\circ$,旋后 35~85(63.0 \pm 9.4) $^\circ$,腕关节伸直 20~80(51.0 \pm 10.2) $^\circ$,腕关节屈曲 32~88(71.0 \pm 11.7) $^\circ$,肘关节屈曲挛缩 0~25(9.0 \pm 5.6) $^\circ$,进一步屈曲 105~150(134.0 \pm 13.9) $^\circ$,平均手部抓握力为对侧的 87%。根据 Anderson 等^[10]功能评分标准,优 8 例,满意 11 例,不满意 2 例,失败 1 例。1 例诉髂骨处伤口有不适,其他并发症,如伤口感染、尺桡骨骨桥形成、内植物失败以及神经损伤并未发生。

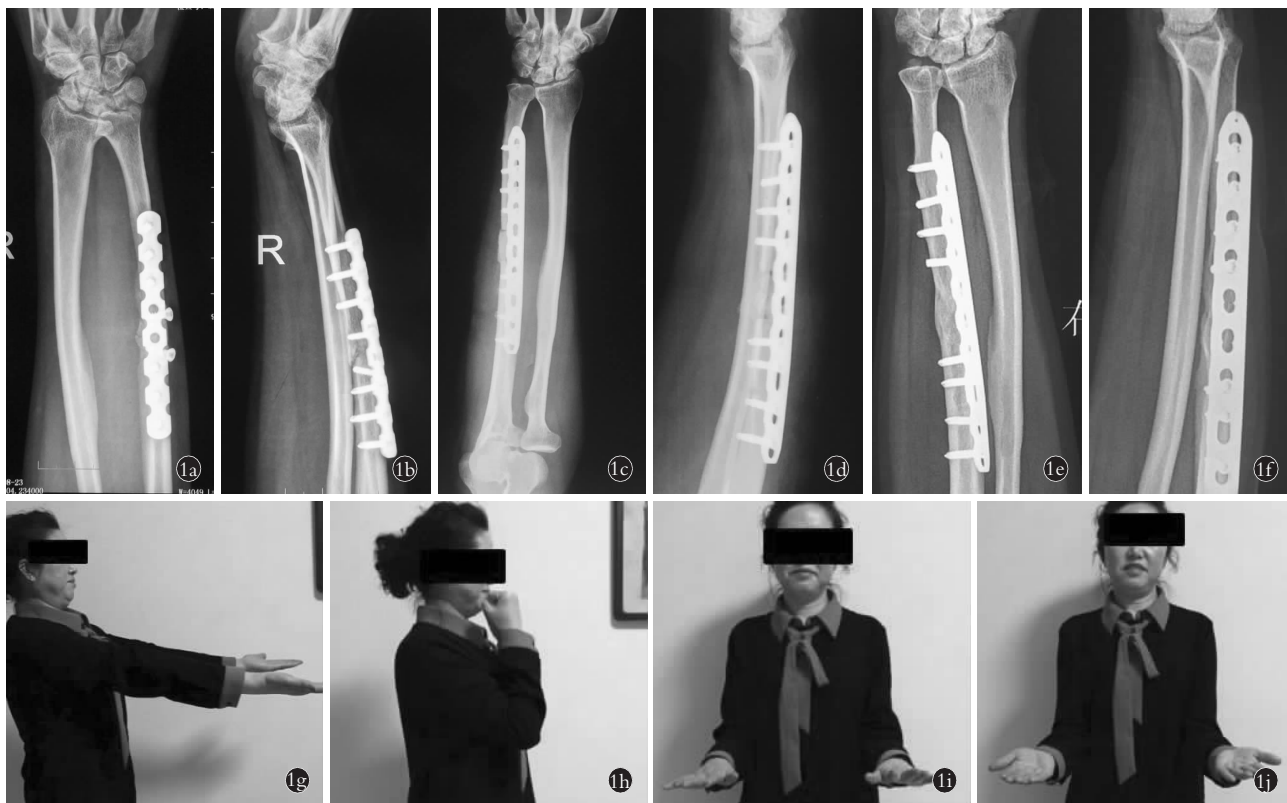


图 1 患者,女,44 岁,摔伤致右尺骨干骨折,当地医院给予切开复位接骨板固定 **1a,1b**。术前 X 线片示右尺骨中 1/3 萎缩型骨不连,彻底清创后给予 3.5 mm LCP 固定,并断端开槽后结合自体髂骨植骨 **1c,1d**。术后 X 线片示尺骨形态恢复满意,上下尺桡关节匹配良好,植骨块与尺骨断端紧密接触 **1e,1f**。术后 20 个月复查 X 线片示尺骨愈合,前臂功能良好 **1g,1h,1i,1j**。Anderson 功能评分为优

Fig.1 A 44-year-old woman with right ulnar shaft fracture caused by a fall was treated with open reduction and plate fixation in a local hospital **1a,1b**. Preoperative X-ray showed atrophic nonunion of middle third of the right ulna. A 3.5 mm LCP fixation combined with iliac crest bone grafting was performed after a thorough debridement **1c,1d**. Postoperative radiographs showed satisfactory alignment of the ulna, a closed contact between bone graft and ulnar fragments, as well as good matches of both proximal radioulnar joint and distal radioulnar joint **1e,1f**. Twenty months after operation, X-ray showed osseous union with good function of the forearm **1g,1h,1i,1j**. Anderson function score was excellent



图 2 患者,男,16 岁 **2a**。术前 X 线片示左尺骨中 1/3 萎缩型骨不连并接骨板断裂,清创后 LCP 固定并结合自体髂骨植骨 **2b**。术后 X 线片示尺骨形态恢复满意,上下尺桡关节匹配良好 **2c,2d**。术后 13 月 X 线片示尺骨愈合,前臂功能良好,患者满意

Fig.2 A 16-year-old male patient **2a**. Preoperative X-ray showed atrophic nonunion of middle third of the left ulna with broken implant. An internal LCP fixation combined with iliac crest bone grafting was performed after a thorough debridement **2b**. Postoperative X-ray showed satisfactory alignment of the ulna and good matches of both proximal radioulnar joint and distal radioulnar joint **2c,2d**. Thirteen months after operation, X-ray showed union of the ulnar, good forearm function and satisfactory results

4 讨论

因为上肢不负重,且目前手术及保守治疗效果均较为满意,故尺骨干骨不连发生率较低,主要发生

于开放骨折,粉碎骨折,未发现的隐匿性骨折,手术操作不当(如固定不牢固、断端剥离太多)的患者,以及不恰当的功能锻炼患者。在本研究中,初次开放伤

3 例,初次对位不良 6 例,固定不牢固者 7 例,高能量损伤 6 例,这些都是造成本研究中尺骨干骨不连可能的原因。

前臂骨折,尤其是双骨折和其他骨折有区别,由于尺桡骨相关关系,对复位要求较高,应按照关节内骨折对待,故力争解剖复位^[11]。治疗尺骨干骨不连尤其是前臂双骨干骨不连,对术者充满挑战,骨骼的长度、形状以及尺桡骨相关距离均应该恢复,同时要求上下尺桡关节具有良好的匹配度,否则会影响肘、腕关节功能^[1,10,12]。文献报道,前臂单骨干或双骨干骨不连再次翻修术后的效果较为满意,再次骨不连发生率<5%,且并发症较低^[6]。手术治疗应该提供良好的稳定性,以及创造骨愈合的生物学环境,同时恢复前臂旋转功能,肘关节屈伸功能,以及腕关节抓握力^[2-4,10]。

尺骨解剖特殊,尺骨体上部呈三棱柱状,下部为圆柱形,骨间缘有骨间膜附着,尺骨干附着肌肉多,涉及肘腕关节手指活动以及前臂旋转,这要求治疗尺骨骨不连时,内固定要足以抵抗肘腕关节手指活动以及前臂旋转所造成的断端移位。目前治疗尺骨干骨不连的方法众多,克氏针、三棱针、带锁髓内钉,属于髓内固定,不能与尺骨上宽下窄的髓腔相匹配,固定时不能完全控制断端的旋转作用,固定后易发生再次骨不连^[11,13]。外架固定(单臂外架,环形外架)结合或不结合骨成长技术(节段性骨移植或肢体延长)创伤小、血运破坏少,但其抗各种应力能力有限,限制了早期前臂旋转功能锻炼^[14-15]。目前,最为常用的方式还是接骨板加植骨移植方式^[11,16-17]。Young 等^[18]报道采用波形钢板结合自体髂骨移植治疗单独的尺骨干骨不连患者,并取得了良好的治疗效果,且未发现并发症。同时在 Faldini 等^[3]的报道中,采用接骨板结合自体或同种异体骨移植治疗 34 例无菌性前臂骨不连,均取得骨性愈合,所有患者对治疗结果满意。在本研究中,采用 3.5 mm LCP 结合自体髂骨移植治疗尺骨干骨不连,最终的结果令人满意。LCP 可能的优点:LCP 允许单皮质或双皮质固定,能够提供足够的稳定性,即使是针对大量骨缺损或骨质疏松患者,这种固定方式也允许最佳的螺钉植入,提高骨愈合概率,以及能够允许早期功能锻炼^[9,15]。同时相比于髓内钉、带血管腓骨移植及外固定架,更便于术后护理,以及更短的手术操作时间。另外,LCP 允许桥接固定,可以恢复尺骨的长度、形状以及和桡骨之间的关系,在固定骨折断端之前,可适当将 LCP 塑形,这可以允许充分的植骨,增加了再生血管长入的可能性,提高了骨愈合率^[19]。

尺骨干骨不连常为萎缩性骨不连,并且伴随骨

缺损。治疗的另一要点是彻底清创后植骨,稳定的接骨板固定结合非血管骨移植能够提高可靠的治疗效果。Nicoll^[20]于 1956 年最先提出采用自体髂骨移植和接骨板固定治疗骨不连,自体髂骨移植多用于非感染性骨不连且未合并较大骨缺损患者。Regan 等^[16]采用加压接骨板结合自体髂骨移植治疗 20 例合并尺骨骨不连的前臂骨不连患者,其中 18 例经 1 次手术后愈合,另 2 例再次手术后最终愈合,最后的治疗结果满意。对于尺骨骨不连,带血管移植的方式多用于感染患者,或血运差的患者,或者既往治疗失败的骨移植患者,带血运的骨瓣可来自于桡骨远端、尺骨骨膜瓣或股骨内侧骨瓣^[21-23]。而游离腓骨移植多用于缺损>6 cm 的骨移植^[23]。另有学者建议使用骨形态发生蛋白(BMP-2 和 BMP-7)治疗尺骨骨不连^[6]。

在本研究中,笔者采用自体髂骨松质骨移植治疗尺骨干骨不连,主要原因为本研究的样本为无菌性骨不连患者,且骨缺损较小(未超过 2 cm),在最终的结果中,21 例取得骨愈合,治疗结果满意。在 Ring 等^[17]的研究中,采用 3.5 mm 接骨板结合自体松质骨移植治疗 35 例萎缩性前臂骨不连患者,最终的运动弧度平均为前臂 121°,肘部 131°,腕部 137°,平均握力为对侧肢体的 83%;根据 Anderson 评分,5 例结果为优,18 例满意,11 例不满意,1 例失败。江龙海^[24]采用交锁髓内钉治疗 11 例尺骨骨不连,经过 11.6 个月随访,均达到骨性愈合,前臂功能优 7 例,良 3 例,可 1 例,术后平均肘关节屈伸功能丧失 7.2°。本研究中 1 例未愈合患者为尺骨骨不连合并桡骨头脱位,末次随访发现桡骨头脱位纠正,尺骨未愈合。对于陈旧性 Monteggia 骨折或尺骨干骨不连合并陈旧性桡骨头脱位患者治疗充满争议,有学者建议治疗考虑到肘关节已无功能,建议处理尺骨骨不连时切除桡骨头,也有学者建议力争挽救桡骨头^[13,25]。

本研究的不足为回顾性研究,无对照组对比接骨板与其他固定方式的治疗结果,同时样本量较小,随访时间较短。将来的研究将增加样本量,同时分析接骨板和其他固定方式的优缺点和治疗结果。总之,LCP 结合自体髂骨移植可以有效治疗尺骨干骨不连,操作相对简单,治愈率高。处理骨折断端时需要彻底清除瘢痕及硬化骨,在植骨时,要确保自体髂骨与骨折两端的良好接触,以便于创造良好的生物学愈合环境,手术应恢复尺骨的长度,恢复上下尺桡关节匹配,以避免术后肘、腕关节疼痛。

参考文献

- [1] Mackay D, Wood L, Rangan A. The treatment of isolated ulnar fractures in adults: a systematic review [J]. Injury, 2000, 31 (8): 565-570.

[2] 陈云丰,柴益民,曾炳芳. 自体髂骨嵌入式植骨和桥接钢板置入固定治疗尺骨远端缺损性萎缩性骨不连 21 例[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2009, 13(4): 785-788.
CHEN YF, CHAI YM, ZENG BF. Autologous iliac bone-grafting and bridging plate fixation in treatment of atrophic bone nonunion of the distal ulna with osseous defect in 21 cases[J]. Zhongguo Zu Zhi Gong Cheng Yan Jiu Yu Lin Chuang Kang Fu, 2009, 13(4): 785-788. Chinese.

[3] Faldini C, Traina F, Perna F, et al. Surgical treatment of aseptic forearm nonunion with plate and opposite bone graft strut. Autograft or allograft[J]. Int Orthop, 2015, 39(7): 1343-1349.

[4] Jayakumar P, Jupiter JB. Non-union in forearm fractures[J]. Acta Chir Orthop Traumatol Cechoslov, 2014, 81(1): 22-32.

[5] Di Gennaro GL, Stilli S, Trisolino G. Post traumatic forearm nonunion in healthy skeletally immature children: a report on 15 cases[J]. Injury, 2017, 48(3): 724-730.

[6] von Rüden C, Morgenstern M, Hierholzer C, et al. The missing effect of human recombinant bone morphogenetic proteins BMP 2 and BMP-7 in surgical treatment of aseptic forearm nonunion[J]. Injury, 2016, 47: 919-924.

[7] Frölke JP, Patka P. Definition and classification of fracture non-unions[J]. Injury, 2007, 38(Suppl 2): S19-22.

[8] Szabo RM, Weber SC. Comminuted intraarticular fractures of the distal radius[J]. Clin Orthop Relat Res, 1988, 230: 39-48.

[9] Feng D, Zhang J, Zhu Y, et al. Plate fixation with autogenous bone grafting for longstanding humeral shaft nonunion: a retrospective study of 6 cases[J]. Medicine, 2018, 97(35): e11974.

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

[11] Davis JA, Choo A, O'Connor DP, et al. Treatment of infected forearm nonunions with large complete segmental defects using bulk allograft and intramedullary fixation[J]. J Hand Surg Am, 2016, 41(9): 881-887.

[12] Schulte LM, Meals CG, Neviasser RJ. Management of adult diaphyseal both-bone forearm fractures[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2014, 22(7): 437e446.

[13] 汪金荣, 卢海霖, 刘洪, 等. 前臂骨干骨折骨不连的原因分析和对策[J]. 中华现代外科学杂志, 2008, 5(9): 649-653.
WANG JR, LU HL, LIU H, et al. Reason analysis and countermeasure nonunion and backbone fracture of forearm[J]. Zhonghua Xian Dai Wai Ke Xue Za Zhi, 2008, 5(9): 649-653. Chinese.

[14] Memeo A, Verdoni F, De Bartolomeo O, et al. A new way to treat forearm post traumatic nonunion in young patients with intramedullary nailing and platelet-rich plasma[J]. Injury, 2014, 45(2): 418-423.

[15] Houdek MT, Bayne CO, Bishop AT, et al. The outcome and complications of vascularised fibular grafts[J]. Bone Joint J, 2017, 99B(1): 134-138.

[16] Regan DK, Crespo AM, Konda SR, et al. Functional outcomes of compression plating and bone grafting for operative treatment of nonunions about the forearm[J]. J Hand Surg Am, 2018, 43(6): 564.e1-564.e9.

[17] 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(11): 2440-2445.

[18] Young JP, Stover MD, Magovern B. Treatment of isolated ulnar nonunions using wave plate osteosynthesis: a report of four cases[J]. J Orthop Trauma, 2009, 23(8): 595-599.

[18] Blatter G, Weber BG. Wave plate osteosynthesis as a salvage procedure[J]. Arch Orthop Trauma Surg, 1990, 109: 330-333.

[20] Nicoll EA. The treatment of gaps in long bones by cancellous insert grafts[J]. J Bone Joint Surg Br, 1956, 38(1): 70e82.

[21] Kamrani RS, Farhoud A, Nabian MH, et al. Vascularized posterior interosseous pedicled bone grafting for infected forearm nonunion[J]. J Hand Surg Eur Vol, 2016, 41(4): 441-447.

[22] Pagnotta A, Taglieri E, Molayem I, et al. Posterior interosseous artery distal radius graft for ulnar nonunion treatment[J]. J Hand Surg Am, 2012, 37(12): 2605-2610.

[23] Zaidenberg EE, Martinez E, Zaidenberg CR. Vascularized distal radius bone graft for treatment of ulnar nonunion[J]. J Hand Surg Am, 2018, 43(7): 685.e1-685.e5.

[24] 江龙海. 交锁髓内钉内固定术治疗尺骨骨折术后骨不连[J]. 创伤外科杂志, 2009, 11(1): 41-43.
JIANG LH. Treatment of postoperative nonunion of ulnar fracture with interlocking intramedullary nailing[J]. Chuang Shang Wai Ke Za Zhi, 2009, 11(1): 41-43. Chinese.

[25] Jepegnanam TS. Salvage of the radial head in chronic adult Monteggia fractures. Report of four cases[J]. J Bone Joint Surg Br, 2006, 88(5): 645-648.

(收稿日期: 2019-07-25 本文编辑: 连智华)