

· 临床论著 ·

老年肱骨近端骨折锁定钢板固定同种异体骨移植

刘爱刚, 陈敏葵, 周章南, 陈培基, 陈荣滋, 陈 昆*

(福建泉州解放军第 910 医院骨科, 362000)

摘要: [目的] 比较锁定钢板联合同种异体腓骨段与骨颗粒移植治疗老年人 Neer 3、4 部分肱骨近端骨折伴压缩性骨缺损的临床疗效。[方法] 回顾性研究 2012 年 1 月—2019 年 12 月接受肱骨近端锁定钢板内固定联合同种异体骨移植治疗的 66 例老年肱骨近端骨折压缩性骨缺损患者的临床资料。其中, 31 例采用同种异体腓骨移植 (骨段组), 35 例采用同种异体颗粒移植 (骨粒组)。比较两组围手术期、随访与影像资料。[结果] 两组患者均顺利完成手术, 两组手术时间、透视次数、术中出血量、切口愈合等级及住院时间方面的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。随访时间至少 12 个月, 两组恢复主动活动时间和完全负重活动时间的差异无统计学意义 ($P>0.05$)。与术后 6 个月相比, 术后 12 个月时两组的 Constant-Murley 评分、ASES 评分、前屈上举活动度及外展上举活动度均显著增加 ($P<0.05$)。相应时间点, 两组间上述指标的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。影像检查显示两组骨质复位质量及骨折愈合时间的差异均无统计学意义 ($P>0.05$)。骨段组的颈干角改变值 (variation of neck-shaft angle, VNSA) 和肱骨头高度改变值 (variation of humeral head height, VHHH) 均显著小于骨粒组 ($P<0.05$)。[结论] 采用锁定钢板治疗老年人肱骨近端 Neer 3、4 部骨折, 联合同种异体腓骨段植骨或颗粒骨植骨的临床疗效无明显差别, 但腓骨段移植可更好地维持肱骨颈干角和肱骨头高度。

关键词: 老年人, 肱骨近端骨折, 压缩性骨缺损, 同种异体腓骨移植, 锁定钢板

中图分类号: R683.41 **文献标志码:** A **文章编号:** 1005-8478 (2023) 03-0215-05

Locking plate combined with fibular allograft augmentation for proximal humeral fractures in the elderly // LIU Ai-gang, CHEN Min-kui, ZHOU Zhang-nan, CHEN Pei-ji, CHEN Rong-zi, CHEN Kun. Department of Orthopaedics, The 910th Hospital, Joint Logistic Support Force of PLA, Quanzhou 362000, China

Abstract: [Objective] To compare the clinical outcomes of locking plate combined with fibular strut allograft versus granular bone allograft for Neer three- and four-part proximal humeral fractures complicated with compressive bone defect in the elderly. [Methods] A retrospective study was conducted on 66 elderly patients who received locking plate combined with bone allografting for proximal humeral fractures complicated with compressive bone defect in our hospital from January 2012 to December 2019. Among them, 31 patients received fibular strut allograft, while the remaining 35 received granular bone allografts. The two groups were compared regarding to perioperative, follow-up, and radiographic data. [Results] All patients in both groups had surgical procedures finished successfully without statistical differences between the two groups in terms of operation time, intraoperative fluoroscopic frequency, blood loss, incision healing and hospital stay ($P>0.05$), and followed up for more than 12 months. At 12 months postoperatively, the Constant-Murley score (CMS), American Shoulder and Elbow Surgeons (ASES) score, forward flexion range of motion (ROM), and abduction ROM of the shoulder were significantly improved in both groups compared with those at 6 months postoperatively ($P<0.05$), whereas which proved not statistically significant between the two groups at any matching time points ($P>0.05$). Radiographically, although there were no significant differences in term of fracture reduction quality and fracture healing time on images between the two groups ($P>0.05$), the strut group proved significantly superior to the granular group in terms of variation of neck-shaft angle (VNSA) and variation of humeral head height (VHHH) ($P<0.05$). [Conclusion] The locking plate combined with both strut bone allografting and granular bone allografting does achieve similar satisfactory clinical outcomes for Neer 3- or 4-part proximal humeral fractures complicated with compressive bone defect in the elderly. However, the fibular strut allograft has a better capacity to maintain the NSA and HHH.

Key words: elderly, proximal humeral fracture, compressive bone defect, fibular allograft, locking plate

DOI:10.3977/j.issn.1005-8478.2023.03.05

作者简介: 刘爱刚, 主治医师, 研究方向: 创伤骨科、脊柱外科, (电话)13600780121, (电子信箱)449211397@qq.com

* 通信作者: 陈昆, (电话)13599242688, (电子信箱)ammyi@hotmail.com

肱骨近端骨折是老年常见骨折之一，对有明显移位和粉碎性骨折目前认为需要手术治疗，肱骨近端锁定钢板内固定术是最常用的手术方式，但也有较高的并发症发生率，有学者提出采用异体腓骨髓内置入联合锁定钢板治疗粉碎性肱骨近端骨折，并取得了较好的效果。但这些研究都是回顾性研究，存在着选择性偏倚。现回顾性分析本科2012年1月—2019年12月接受肱骨近端锁定钢板手术的老年肱骨近端骨折病人（Neer 3、4部分），根据联合使用异体腓骨髓内植骨或异体颗粒骨植骨，分为骨段组和骨粒组，疗效结果如下。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准：（1）患者年龄 ≥ 60 岁；（2）Neer 3、4部分的单侧肱骨近端新鲜骨折，伴明显骨折压缩性骨缺损；（3）采用肱骨近端锁定钢板内固定治疗，结合异体腓骨髓内植骨或异体颗粒骨植骨；（4）随访至少1年。

排除标准：（1）合并有严重的心脑肺疾病；（2）多发性骨折或合并有其他部位的严重外伤；（3）病理性骨折；（4）合并有肱骨头劈裂骨折或脱位；（5）开放性骨折；（6）采用人工肱骨头置换；（7）认知障碍。

1.2 一般资料

2012年1月—2019年12月，共66例患者符合上述标准，纳入本研究。术前常规与患者及家属沟通，分为两组，其中31例采用同种异体腓骨段移植，35例采用同种异体颗粒骨植骨，移植物均由山西奥瑞生物材料有限公司提供。两组术前一般资料见表1，两组年龄、性别、BMI、损伤至手术时间、侧别、Neer分型方面的差异均无统计学意义（ $P > 0.05$ ）。本研究获医院伦理委员会批准，所有患者均知情同意。

表1 两组患者术前一般资料与比较

指标	骨段组 (n=31)	骨粒组 (n=35)	P值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	73.9 \pm 6.4	72.7 \pm 6.8	0.458
性别(例, 男/女)	10/21	11/24	0.942
BMI(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)	26.4 \pm 3.1	25.7 \pm 2.8	0.357
损伤至手术时间(d, $\bar{x} \pm s$)	4.2 \pm 0.7	4.2 \pm 0.6	0.819
侧别(例, 左/右)	15/16	16/19	0.566
Neer分型(例, III/IV)	20/11	25/10	0.547

1.3 手术方法

骨段组：臂丛麻醉成功后，取沙滩椅位平躺于可透视X线的骨科手术床上，采用胸大肌三角肌间隙入路，显露头静脉后，将头静脉和三角肌牵向外侧，用手指在三角肌下钝性分离，显露并识别肱二头肌长头腱及两侧的大、小结节，注意保护肱骨头的血供，尽量不暴露小结节内侧，用强生爱惜邦不可吸收线缝合标记大、小结节。2根2.0 mm克氏针钻入肱骨头内，应用“撬棒”技术在C形臂X线机监视下复位骨折端，观察复位后骨缺损情况。截取合适长度的同种异体腓骨段，一端截为斜面，插入肱骨近端髓腔，内翻畸形的骨折将腓骨斜向内侧，外翻畸形的骨折则斜向外侧。将肱骨头复位，维持合适的颈干角，缝线牵拉复位大、小结节骨折块，用2.0克氏针临时固定。透视确认复位满意，选取合适长度的肱骨近端锁定钢板置于肱骨近端外侧，大结节顶端下约5 mm，结节间沟外侧约1 cm处，滑动孔置入螺钉，再次透视确认钢板位置合适，依次置入肱骨头螺钉及远端的螺钉。将预先穿过钢板小孔的大小结节缝合线拉紧、打结固定。放置1根负压引流管，逐层缝合切口。

骨粒组：麻醉、体位、暴露、复位同骨段组。在复位后肱骨头下方的骨质缺损用异体颗粒骨填充、压实，临时用克氏针固定，同样选用合适长度的肱骨近端锁定钢板置于外侧固定。

所有患者术后静脉给予抗生素1次，48 h内拔除引流管。术后三角巾悬吊固定患肢，拔除引流管后行肩部“钟摆样”训练及被动功能锻炼，主动活动上肢其他关节，术后6周后行患肩主动功能锻炼，练习肩部前屈、外展、内旋、外旋。

1.4 评价指标

记录围手术期临床资料。采用主动活动时间、完全负重活动时间、Constant Murley评分（Constant Murley score, CMS）^[1]、美国肩肘外科评分（American Shoulder and Elbow Surgeons score, ASES）^[2]、前屈上举活度（range of motion, ROM）及外展上举活度评价临床疗效。行影像检查，评估骨折复位质量^[3]；测量肱骨颈干角（neck-shaft angle, NSA）和肱骨头高度（humeral head height, HHH）^[4]，变化值（ Δ ）=术后即刻-末次随访；观察骨折愈合时间。

1.5 统计学方法

采用SPSS 25.0软件进行统计分析。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；组内时间点采用配对t检验或单因素方

差分析；资料呈非正态分布时，采用秩和检验。计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验。等级资料两组比较采用 Mann-Whitney U 检验，组内比较采用多个相关资料的 Friedman 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 围手术期情况

两组均顺利完成手术，无神经血管损伤、再次骨折等严重并发症。两组围手术期资料见表 2。两组手术时间、切口长度、术中失血量、透视次数、切口愈合等级及住院时间的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。并发症方面，两组各有 2 例术后切口渗液较多，皮缘发黑，细菌培养阴性，经换药后愈合。两组均无肺栓塞、深静脉血栓、深部感染等并发症。

表 2 两组患者围手术期资料与比较

指标	骨段组 (n=31)	骨粒组 (n=35)	P 值
手术时间 (min, $\bar{x} \pm s$)	85.8±12.1	82.3±10.6	0.211
切口总长度 (cm, $\bar{x} \pm s$)	12.2±1.7	11.7±1.7	0.230
术中失血量 (ml, $\bar{x} \pm s$)	280.7±47.8	268.6±54.4	0.344
术中透视次数 (次, $\bar{x} \pm s$)	10.5±2.1	9.8±1.9	0.170
切口愈合等级 (例, 甲/乙)	29/2	35/2	ns
住院时间 (d, $\bar{x} \pm s$)	17.0±3.1	15.5±3.4	0.068

2.2 随访结果

所有患者均获随访，平均随访时间 (17.8±2.5) 个月。随访过程中，两组均未发生植骨排斥反应；无再次损伤，无翻修手术。两组患者随访资料见表 3。两组恢复主动活动时间和完全负重时间的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。与术后 6 个月相比，术后 12 个月时两组的 Constant-Murley 评分、ASES 评分、前屈上举活动度及外展上举活动度均显著增加 ($P < 0.05$)。相应时间点，两组 Constant-Murley 评分、ASES 评分、前屈上举活动度及外展上举活动度的差异均无统计学意义 ($P > 0.05$)。

2.3 影像评估

两组影像评估结果见表 4。两组骨折复位质量的差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；两组骨折愈合时间差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，至末次随访时均达到骨折愈合。骨段组的 Δ NSA 和 Δ HSH 均显著小于骨粒组 ($P < 0.05$)。

表 3 两组患者随访结果 ($\bar{x} \pm s$) 与比较

指标	骨段组 (n=31)	骨粒组 (n=35)	P 值
主动活动时间 (周)	6.1±1.1	6.0±1.2	0.652
完全负重活动时间 (周)	13.6±2.4	13.5±2.1	0.821
Constant-Murley 评分 (分)			
术后 6 个月	64.5±7.7	62.7±6.7	0.314
术后 12 个月	76.7±8.1	73.3±6.8	0.070
P 值	<0.001	<0.001	
ASES 评分 (分)			
术后 6 个月	68.8±6.7	67.3±7.6	0.422
术后 12 个月	78.7±6.4	76.3±6.8	0.131
P 值	<0.001	<0.001	
前屈上举 ROM (°)			
术后 6 个月	118.0±15.4	111.3±16.6	0.098
术后 12 个月	134.0±20.0	125.9±20.1	0.103
P 值	<0.001	<0.001	
外展上举 ROM (°)			
术后 6 个月	111.4±18.3	108.4±15.4	0.471
术后 12 个月	124.0±20.0	119.7±18.2	0.362
P 值	<0.001	<0.001	

至末次随访时，骨段组有 2 例出现股骨头坏死；骨粒组 2 例出现股骨头坏死，3 例出现股骨头内翻塌陷，其中 1 例合并螺钉穿出。骨段组典型病例见图 1。

表 4 两组患者影像评估结果与比较

指标	骨段组 (n=31)	骨粒组 (n=35)	P 值
骨折复位质量 [例 (%)]			
优	7 (22.6)	9 (25.7)	0.890
良	15 (48.4)	14 (40.0)	
差	9 (29.0)	12 (34.3)	
骨折愈合时间 [例 (%)]			
<12 周	8 (25.8)	11 (31.4)	0.887
12~14 周	18 (58.1)	17 (48.6)	
≥14 周	5 (16.1)	7 (20.0)	
Δ NSA (°, $\bar{x} \pm s$)	2.9±1.4	8.8±1.8	<0.001
Δ HSH (mm, $\bar{x} \pm s$)	2.3±0.8	3.6±1.0	<0.001

3 讨论

肱骨近端骨折是人类第三高发的骨折，占全部骨

折的5%，仅次于腕部和桡骨远端骨折，在女性和老年人中常见，常为低能量损伤导致的骨质疏松性骨折，因为人口的老齡化，肱骨近端骨折的发生率也逐年增高^[5, 6]。大部分骨折为无移位或轻度移位的骨折，保守治疗可以取得良好的效果，但有明显移位和粉碎性骨折常需要手术治疗。肱骨近端锁定钢板因为

角稳定性、多枚螺钉多角度固定、内侧支撑螺钉等因素，可较好地维持骨折复位的稳定性，成为目前最常用的手术方式。但文献也报道了较高的并发症发生率，如骨折复位丢失、肱骨头塌陷、螺钉穿出关节面、肱骨头坏死等，常发生于严重骨质疏松、粉碎性骨折、内侧柱缺乏支撑的患者^[7, 8]。

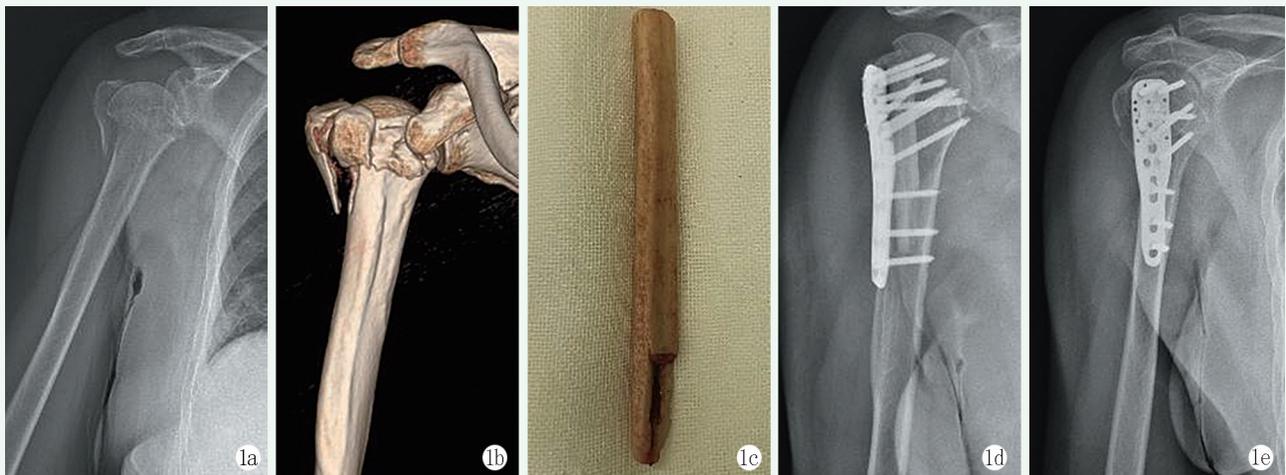


图1 患者，女，71岁，右肱骨近端骨折（Neer 3部分），行肱骨近端骨折切开复位自体腓骨段支撑置入锁定钢板内固定术治疗 1a, 1b: 术前X线片及CT三维骨重建显示右肱骨近端Neer 3部分骨折，骨折块压缩 1c: 修整后的同种自体腓骨段移植 1d, 1e: 术后正侧位X线片示骨折复位良好，NSA恢复，移植骨与内固定位置好

临床医师一直在追求怎样才能更好地增强肱骨近端锁定钢板固定的强度、填补骨质疏松及粉碎性骨折后骨质的缺损、防治术后骨折复位的丢失。有学者运用骨水泥强化螺钉来增强肱骨锁定钢板的固定强度，减少了骨折复位的丢失，但有增加肱骨头坏死的风险，远期疗效仍不确切^[9, 10]。还有学者采用内侧辅助钢板技术来增加内侧支撑，但内侧的暴露和钢板置入会影响肱头部的血供，导致术后肱骨头坏死，并增加了手术时间和费用^[11]。也有报道将腰椎椎间融合器及专门设计的可膨胀镍钛合金笼架用于治疗肱骨近端粉碎性骨折，但未见其他作者报道，病例较少^[12, 13]。

Gardner等^[14]最早提出运用同种自体腓骨联合肱骨近端锁定钢板治疗肱骨近端骨折，提供肱骨近端间接复位和结构支撑。体外生物力学的研究表明，自体腓骨的植入，明显提高了肱骨近端骨折端和锁定钢板的失效负荷和刚度，增加了抗内翻应力的能力，防止肱骨头内翻塌陷^[15]，而且比肱骨距螺钉和骨水泥强化更结实^[16]。其后，有学者进行了临床研究，比较肱骨近端锁定钢板联合自体腓骨髓内植骨和单纯应用锁定钢板治疗不稳定肱骨近端骨折的临床疗效和影像学结果，提示自体腓骨植入改善了术后的功能恢复，减少了骨折复位的丢失，进而减少了并发症的发

生^[17-20]。

但这些临床研究都是回顾性研究，在选择是否应用自体腓骨植骨时可能存在选择性偏倚，对于骨质疏松严重、缺损明显的病例选用自体腓骨植骨，而相对缺损少的病例单纯使用肱骨近端锁定钢板，这样就影响最后结果的真实性。本研究选择肱骨锁定钢板联合自体腓骨植骨或颗粒骨植骨的病例进行比较，增加了可比性。结果表明自体腓骨植骨较颗粒骨植骨可以更好地维持骨折复位，是一种有效的手术方式。

同种自体骨的移植也有感染和传播疾病的风险，但本研究和既往文献报道中，风险没有明显的增加。自体腓骨的来源也有限，还会增加费用，所以很多学者也在尝试其他置入物，目前肩关节置换发展较快^[21]，对严重粉碎的老年肱骨近端骨折是较好的选择，但在基层医院还没有髌膝关节置换那样普及。自体腓骨置入术后会增加以后肩关节置换的难度^[22]，也有学者尝试用自体股骨头植入，以便于以后进行关节置换^[23]。

本研究尚有不足之处：（1）仅是回顾性研究，样本数量有限，随访时间较短；（2）仅为单中心研究，希望以后能进一步随访，进行多中心前瞻性的研究。

综上所述，肱骨近端锁定钢板联合自体腓骨髓内

植骨治疗老年肱骨近端骨折 (Neer 3、4 部分) 有良好的临床疗效, 与锁定钢板联合颗粒骨植骨相比, 可以更好地维持术后骨折复位, 是一种有效的治疗老年肱骨近端骨折的方法。

参考文献

- [1] Constant CR, Gerber C, Emery RJ, et al. A review of the Constant score: modifications and guidelines for its use [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2008, 17 (2): 355-361.
- [2] Richards RR, An KN, Bigliani LU, et al. A standardized method for the assessment of shoulder function [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 1994, 3 (6): 347-352.
- [3] Schnetzke M, Bockmeyer J, Porschke F, et al. Quality of reduction influences outcome after locked-plate fixation of proximal humeral type-C fractures [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2016, 98 (21): 1777-1785.
- [4] Jia XY, Chen YX, Qiang MF, et al. Postoperative evaluation of reduction loss in proximal humeral fractures: a comparison of plain radiographs and computed tomography [J]. *Orthop Surg*, 2017, 9 (2): 167-173.
- [5] 吴望晟, 刘剑, 朱显科, 等. 肱骨近端骨折的治疗现状 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25 (12): 1117-1120.
- [6] Passaretti D, Candela V, Sessa P, et al. Epidemiology of proximal humeral fractures: a detailed survey of 711 patients in a metropolitan area [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2017, 26 (12): 2117-2124.
- [7] Beeres FJP, Hallensleben NDL, Rhemrev SJ, et al. Plate fixation of the proximal humerus: an international multicentre comparative study of postoperative complications [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2017, 137 (12): 1685-1692.
- [8] Robinson CM, Stirling PHC, Goudie EB, et al. Complications and long-term outcomes of open reduction and plate fixation of proximal humeral fractures [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2019, 101 (23): 2129-2139.
- [9] Siebenburger G, Helfen T, Biermann N, et al. Screw-tip augmentation versus standard locked plating of displaced proximal humeral fractures: a retrospective comparative cohort study [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2019, 28 (7): 1326-1333.
- [10] 吴峰, 刘园林, 蔡立雄, 等. 骨水泥增强钢板螺钉固定老年肱骨近端骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2021, 29 (10): 901-905.
- [11] 陈德健, 邱福平, 卞健, 等. 锁定接骨板联合内侧普通钢板治疗肱骨近端 Neer III、IV 型骨折 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2019, 27 (24): 2233-2237.
- [12] Li J, Gao Y, Yin C, et al. Stable osteosynthesis of cage in cage technique for surgical treatment of proximal humeral fractures [J]. *BMC Surg*, 2021, 21 (1): 233.
- [13] Goodnough LH, Campbell ST, Githens TC, et al. Intramedullary cage fixation for proximal humerus fractures has low reoperation rates at 1 year: results of a multicenter study [J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34 (4): 193-198.
- [14] Gardner MJ, Boraiah S, Helfet DL, et al. Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant [J]. *J Orthop Trauma*, 2008, 22 (3): 195-200.
- [15] Chow RM, Begum F, Beaupre LA, et al. Proximal humeral fracture fixation: locking plate construct vs. intramedullary fibular allograft [J]. *J Shoulder Elbow Surg*, 2012, 21 (7): 894-901.
- [16] Jang Y, Kim D. Biomechanical study of proximal humeral fracture fixation: locking plate with medial support screw vs. locking plate with intramedullary fibular graft [J]. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 2021, 90: 105510.
- [17] Chen H, Yin P, Wang S, et al. The augment of the stability in locking compression plate with intramedullary fibular allograft for proximal humerus fractures in elderly people [J]. *Biomed Res Int*, 2018, 2018: 3130625.
- [18] Cui XL, Chen H, Ma BB, et al. Fibular strut allograft influences reduction and outcomes after locking plate fixation of comminuted proximal humeral fractures in elderly patients: a retrospective study [J]. *BMC Musculoskel Disord*, 2019, 20 (1): 8.
- [19] Lee SH, Han SS, Yoo BM, et al. Outcomes of locking plate fixation with fibular allograft augmentation for proximal humeral fractures in osteoporotic patients: comparison with locking plate fixation alone [J]. *Bone Joint J*, 2019, 101-B (3): 260-265.
- [20] Wang H, Rui B, Lu S, et al. Locking plate use with or without strut support for varus displaced proximal humeral fractures in elderly patients [J]. *JBJS Open Access*, 2019, 4 (3): e0060.
- [21] Familiari F, Rojas J, Nedim Doral M, et al. Reverse total shoulder arthroplasty [J]. *EFORT Open Rev*, 2018, 3 (2): 58-69.
- [22] Amini MH. Managing the endosteal fibula during arthroplasty for proximal humeral fracture sequelae [J]. *J Orthop Trauma*, 2019, 33 (Suppl 1): S1-S2.
- [23] Parada SA, Makani A, Stadecker MJ, et al. Technique of open reduction and internal fixation of comminuted proximal humerus fractures with allograft femoral head metaphyseal reconstruction [J]. *Am J Orthop (Belle Mead NJ)*, 2015, 44 (10): 471-475.

(收稿: 2022-02-10 修回: 2022-08-05)

(同行评议专家: 蔡振存 周晓忠 王业杨)

(本文编辑: 郭秀婷)