

DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220027

· 短篇论著 ·

“三位一体”骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的临床疗效

吴银生¹, 尤炯鸣¹, 王勇^{1*}, 陈晓², 盛世豪², 张涛², 张磊³

1. 温州市中西医结合医院骨科, 温州 325000
2. 海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院骨科, 上海 200433
3. 中国人民解放军联勤保障部队第九〇六医院骨科, 温州 325000

[摘要] **目的** 探讨采用“三位一体”骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的临床疗效。**方法** 采用回顾性病例研究, 分析2019年4月—2020年5月温州市中西医结合医院收治的28例采用“三位一体”骨修复策略治疗的老年骨质疏松性肱骨近端骨折患者的临床资料。记录患者的骨折愈合时间、颈干角变化。末次随访时采用美国加利福尼亚大学洛杉矶分校(UCLA)肩关节评分评价肩关节功能, 记录双侧关节活动度和并发症情况。**结果** 28例患者中男8例、女20例, 年龄为65~86(71.7±6.0)岁; 二部分骨折10例, 三部分骨折14例, 四部分骨折4例; 随访时间9~12个月, 平均10.5个月。28例患者随访期间均获得骨性愈合, 平均愈合时间为(12.6±1.5)周, 平均颈干角为(133.1±5.6)°。平均UCLA评分为(31.1±4.1)分。患侧肩关节平均前屈上举、外展、外旋角度分别为(132.5±7.7)°、(116.5±7.0)°、(40.3±3.5)°, 内旋至L_{2/3}, 与健侧[(169.5±7.3)°、(157.5±6.9)°、(52.1±4.2)°、内旋至T_{11/12}]相比, 差异有统计学意义($P<0.05$)。28例患者中1例出现螺钉穿出, 并发症发生率为3.6%。**结论** 采用“三位一体”骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的骨折愈合率高、手术并发症少、肩关节功能恢复好, 临床疗效满意。

[关键词] 肩骨折; 骨质疏松性骨折; 内固定器; 三位一体

[引用本文] 吴银生, 尤炯鸣, 王勇, 等. “三位一体”骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的临床疗效[J]. 海军军医大学学报, 2024, 45(2): 239-244. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220027.

Efficacy of “three-in-one” bone repair strategy for osteoporotic proximal humeral fractures in elderly patients

WU Yinsheng¹, YOU Jiongming¹, WANG Yong^{1*}, CHEN Xiaoxiao², SHENG Shihao², ZHANG Tao², ZHANG Lei³

1. Department of Orthopaedics, Wenzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Wenzhou 325000, Zhejiang, China
2. Department of Orthopaedics, The First Affiliated Hospital of Naval Medical University (Second Military Medical University), Shanghai 200433, China
3. Department of Orthopaedics, No. 906 Hospital of Joint Logistics Support Force of PLA, Wenzhou 325000, Zhejiang, China

[Abstract] **Objective** To investigate the clinical effect of “three-in-one” bone repair strategy in the treatment of osteoporotic proximal humeral fractures in elderly patients. **Methods** A retrospective case-control study was conducted to analyze the clinical data of 28 elderly osteoporotic patients with proximal humeral fractures treated with “three-in-one” bone repair strategy in Wenzhou Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine from Apr. 2019 to May 2020. The fracture healing time and neck-trunk angle were recorded. At the last follow-up, shoulder function was evaluated by the University of California Los Angeles (UCLA) shoulder score, bilateral range of motion and complications were observed as well. **Results** There were 8 males and 20 females, aged 65-86 (71.7±6.0) years. There were 10 patients with Neer’s two-part fracture, 14 three-part fracture, and 4 four-part fracture. All patients were followed up for 9-12 months, with an average of 10.5 months. Bone union was achieved in 28 patients with a mean healing time of (12.6±1.5) weeks and a mean cervix-trunk angle of (133.1±5.6)°. The average UCLA shoulder score was (31.1±4.1). The mean uplift, abduction, and external rotation angles of the injured side shoulder joint were (132.5±7.7)°, (116.5±7.0)°, and (40.3±3.5)°, and the internal rotation reached L_{2/3}. The mean uplift, abduction, and external rotation angles of the healthy side shoulder joint were (169.5±7.3)°, (157.5±6.9)°, and (52.1±4.2)°, and the internal rotation reached T_{11/12}. The difference of range of motion between the 2 sides was statistically significant ($P<0.05$). Screw cut-out occurred in 1 patient, with a complication rate of 3.6%. **Conclusion** For the elderly patients with osteoporotic proximal humeral fracture, “three-in-one” bone repair strategy shows high bone union

[收稿日期] 2022-01-09

[接受日期] 2023-03-29

[作者简介] 吴银生, 硕士, 副主任医师. E-mail: w19810213@163.com

*通信作者(Corresponding author). Tel: 0577-88057021; E-mail: wy118@163.com

rate, low surgical complication rate, good recovery of shoulder joint function, and satisfied clinical results.

[Key words] shoulder fractures; osteoporotic fractures; internal fixators; three-in-one

[Citation] WU Y, YOU J, WANG Y, et al. Efficacy of “three-in-one” bone repair strategy for osteoporotic proximal humeral fractures in elderly patients[J]. Acad J Naval Med Univ, 2024, 45(2): 239-244. DOI: 10.16781/j.CN31-2187/R.20220027.

肱骨近端骨折是较为常见的骨折,占全身骨折的4%~10%^[1]。随着社会的老齡化,骨质疏松性肱骨近端骨折数量呈逐年增加的趋势。肱骨近端骨折的治疗可分为保守治疗及手术治疗,保守治疗一般适用于骨折无明显移位、简单的二部分骨折及全身情况差无法耐受手术的老年患者^[2]。对于骨折移位、粉碎及内翻的患者通常会采用手术治疗来获得坚强内固定,进而通过早期功能锻炼以获得肩关节功能的恢复。切开复位锁定钢板内固定是手术治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折最常用的治疗方案^[3]。但是,单纯接受该方法治疗患者的并发症发生率仍较高,如复位丢失、内固定失败、骨折不愈合、再骨折等,这些并发症大多与骨质疏松密切相关^[4]。

苏佳灿教授团队于2007年在国内率先采用骨质疏松骨修复策略治疗高龄骨质疏松性髋部骨折的患者,并取得良好的临床疗效^[5]。此后,该团队将骨修复策略在骨质疏松性骨折治疗中的作用进行深入研究和总结,并参与制定了多项骨质疏松性骨折诊疗的国内专家共识及指南^[6-8]。2021年该团队通过结合多年骨质疏松性骨折诊疗经验,总结了目前骨质疏松性骨折临床诊疗中的三大误区,针对性地提出了积极抗骨质疏松、合理骨植入和加速骨愈合“三位一体”骨修复策略^[9]。温州市中西医结合医院为海军军医大学(第二军医大学)第一附属医院合作单位,2019年4月起笔者所在团队在苏佳灿团队指导下开始采用骨质疏松骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折。笔者通过回顾性病例研究分析2019年4月—2020年5月温州市中西医结合医院收治的28例老年骨质疏松性肱骨近端骨折患者的病例资料,初步探讨采用“三位一体”骨修复策略治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的临床疗效。

1 对象和方法

1.1 研究对象 选择2019年4月—2020年5月温州市中西医结合医院骨科收治的老年骨质疏松性肱

骨近端骨折患者为研究对象。肱骨近端骨折的诊断标准:(1)存在明确的外伤史;(2)有肱骨近端骨折相应的临床表现和体征;(3)影像学检查示骨折移位>1 cm或成角度>45°。纳入标准:(1)年龄≥65岁;(2)单侧肱骨近端骨折;(3)伤前双侧肩关节无疼痛,无活动障碍;(4)骨密度T值<-2.5标准差(standard deviation, SD);(5)按Neer分型方法,为二、三、四部分新鲜骨折患者。排除标准:(1)病理性骨折、开放性骨折;(2)主要血管或神经损伤;(3)既往肩关节损伤或肩部慢性疾病;(4)多发伤或合并其他部位骨折;(5)无法坚持随访或无法配合功能锻炼。本研究获得温州市中西医结合医院医学伦理委员会批准(2021-88),所有患者均签署知情同意书。

1.2 治疗方法

1.2.1 术前准备 患者入院后予以完善各项术前辅助检查,包括三大常规、生化免疫系列、凝血功能、传染病系列、心电图、胸部CT、心脏彩色多普勒超声及肩部CT等。对于伴随严重内科疾病的患者,请相关内科医师及麻醉科医师会诊,共同评估手术风险、制定治疗策略。对于术前存在贫血、高血压、糖尿病、低蛋白、凝血功能异常、电解质紊乱、心力衰竭等情况的患者,予以纠正贫血、控制血压血糖、补充蛋白、纠正凝血功能及电解质、提高心功能等治疗措施,改善患者全身情况后尽早实施手术治疗。在抗骨质疏松治疗方面,术前常规进行双能X线片及骨代谢指标检测,如检测I型前胶原N端前肽和血清I型胶原交联C末端肽评估骨质疏松及骨转化情况。术前常规给予抗骨质疏松基础治疗药物(包括钙剂和活性维生素D)及抗骨质疏松中药(如桃红四物汤加减)治疗。

1.2.2 手术方法 所有手术均由一组医生完成,采用臂丛阻滞麻醉或全身麻醉。取沙滩椅位,选择三角肌-胸大肌间沟入路。在三角肌和胸大肌之间分离,显露并保护头静脉。向外侧牵开三角肌,向内侧牵开胸大肌,钝性分离,并打开肌间沟及下方组织,显露骨折端。分离大小结节骨块,使用强生

5-0 爱惜康线于结节的腱骨交界处穿出并标记。在C臂透视机下通过牵引等方式复位肱骨头,恢复正常颈干角,用克氏针临时固定。术中如发现肱骨头下骨量低或干骺端存在骨缺损的情况,需进行同种异体人工骨条植骨。本研究中所有患者均存在不同程度的低骨量和骨缺损,均采用同种异体骨条植骨。方法为将同种异体骨条植入肱骨头下松质骨区域和肱骨近端骨缺损处以提供结构性支撑。通过牵拉标记线复位大、小结节骨块。在距肱骨大结节上缘约10 mm、结节间沟外侧5 mm处放置肱骨近端锁定钢板(山东威高骨科材料有限公司)。先于骨折远端经钢板拧入1枚普通螺钉拉紧,使钢板与骨干服帖。于肱骨头处多角度拧入锁定螺钉,注意需固定肱骨距螺钉,拧入远端锁定螺钉。将大、小结节骨科标记线固定于钢板缝线孔上。再次C臂透视机下骨折复位至满意,内固定位置良好。检查肩袖情况,将肩袖最终固定于钢板近端缝线孔上。彻底止血,冲洗后放置负压引流管1根,逐层缝合切口。

1.2.3 术后处理 所有患者术后48 h内常规使用一、二代头孢预防感染,并予消肿、止痛等对症处理;于术后24~48 h内拔除创口引流管;术后第2天复查X线片,并请康复师指导患者肩关节功能康复训练。康复训练内容包括:术后2 d开始在辅助支具保护下进行患侧肘、腕关节主动活动,钟摆训练和无痛被动前活动;术后3周在辅助下主动功能锻炼,包括前屈上举、侧方上举、外展、外旋、后伸等;术后6周增加非辅助下主动活动和等长肌力训练。

在骨质疏松治疗上,术后继续维持基础补充剂治疗。术后1周,待患者一般情况稳定,根据术前骨质疏松相关检查结果,对骨吸收指标较高的患者给予唑来膦酸静脉注射抑制骨吸收。

1.3 随访及观察指标 (1)影像学评价。在术后第2天,术后第2、4周,以及术后第3、6、9个月对所有随访患者进行影像学评估,包括观察骨折愈合情况及测量颈干角。骨折愈合标准: X线片提示骨折线模糊或消失,有连续性骨痂通过骨折线。颈干角测量方法:在标准正位X线片上,垂直于肱骨解剖颈的直线和沿肱骨干的轴线的交角。所有测量均在影像归档和通信系统上进行,由高年资骨科医师进行3次测量,取平均值。

(2)肩关节功能评价。通过采用美国加利福尼

亚大学洛杉矶分校(University of California Los Angeles, UCLA)肩关节评分系统和关节活动度测量,对双侧肩关节活动度进行对比。UCLA肩关节评分包括疼痛、肩关节功能、前屈活动、前屈力量及患者满意度5个方面,最高得分为35分,34~35分为优,29~33分为良,<29分为差。

(3)并发症情况。随访期间记录患者术后并发症情况,包括伤口愈合情况、神经血管损伤、内固定失效、肱骨头内翻、骨折不愈合、肱骨头坏死等。

1.4 统计学处理 采用SPSS 17.0软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,采用重复测量方差分析;计数资料以例数和百分数表示。检验水准(α)为0.05。

2 结果

2.1 一般资料 共纳入老年肱骨近端骨折患者28例,女20例、男8例,年龄65~86岁(平均71.7±6.0岁)。其中左肱骨骨折17例,右肱骨骨折11例;按照肱骨近端骨折Neer分型,二部分10例,三部分14例,四部分4例。受伤原因中摔伤25例,车祸3例。骨密度T值为-2.5SD~-3.1SD,平均-2.7SD。

2.2 随访及观察指标情况 所有患者术后获得9~12个月(平均10.5个月)随访。X线片显示,随访期间所有患者获得了骨性愈合,平均愈合时间为(12.6±1.5)周。术前平均颈干角为(125.1±6.2)°,术后第2天为(133.4±5.4)°,两者差异有统计学意义($P<0.05$)。末次随访时平均颈干角为(133.1±5.6)°,与术后第2天相比差异无统计学意义($P>0.05$)。末次随访时,患侧UCLA肩关节评分为(31.1±4.1)分,其中优9例、良18例、差1例;健侧UCLA肩关节评分为(33.6±1.8)分,其中优22例、良6例,两者差异有统计学意义($P<0.05$)。患侧肩关节平均前屈上举、外展、外旋角度为(132.5±7.7)°、(116.5±7.0)°、(40.3±3.5)°,内旋至L_{2/3},与健侧[(169.5±7.3)°、(157.5±6.9)°、(52.1±4.2)°、内旋至T_{11/12}]相比,差异有统计学意义($P<0.05$)。随访期间,发现1例患者在术后4周时出现螺钉穿出伴肱骨头内翻畸形,并发症发生率为3.6%(1/28)。但患者因功能要求低,拒绝再次翻修手术,故骨折愈合后给予去除内固定。其余患者未发现伤口感染、神经血管

损伤、内固定失效、肱骨头内翻、骨折不愈合、肱骨头坏死等并发症。

3 讨论

肱骨近端骨折是三大最常见老年骨质疏松性骨折之一,具有骨折复杂、复位困难、内固定失败率高等特点^[10]。目前,老年骨质疏松性肱骨近端骨折的治疗方案还存在争议。切开复位锁定钢板治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折是临床应用最多的治疗方式。虽然该方式可以获得满意的临床疗效,但是手术相关并发症发生率仍较高,为12.8%~30%^[11-12]。其中术后最常见的并发症为螺钉穿出、肱骨头内翻和坏死。研究证实,骨质疏松是钢板内固定手术疗效的独立危险因素^[13]。由此可见,提高老年肱骨近端骨折内固定的疗效,需重视骨质疏松在老年肱骨近端骨折治疗中的作用。笔者通过回顾临床病例资料发现,对于老年骨质疏松性的肱骨近端骨折患者,采用“三位一体”骨修复策略治疗后骨折愈合率高,手术并发症少,肩关节功能恢复好,临床疗效满意。

3.1 抗骨质疏松治疗对老年肱骨近端骨折术后并发症的影响 老年低能量的肱骨近端骨折多数伴有骨质疏松,但是在临床骨折诊疗中,骨质疏松的治疗常常被骨科医师忽视。根据研究显示,仅有十分之一的骨科医师会对骨折患者进行骨密度检测,而一半以上的骨质疏松性骨折的患者未接受系统化的抗骨质疏松治疗^[14]。正常成年人骨丢失速度为每年1%,而骨折后因卧床、制动等原因引起的骨丢失可达到每周1%^[15]。所以骨质疏松患者骨折后会出现快速骨丢失的情况。相关研究也已显示局部松质骨的骨密度值与内固定的稳定性密切相关^[16]。所以,积极的抗骨质疏松治疗会影响骨折手术的疗效。此外,相关基础、临床及循证医学研究表明抑制骨吸收类的抗骨质疏松药物对骨折的愈合没有负面影响,甚至可能增强术后内固定的强度,促进骨折的愈合^[17-19]。

结合“三位一体”骨修复策略,本研究高度重视肱骨近端骨折围手术期的抗骨质疏松治疗。所有患者在术前常规进行骨质疏松系列的相关检查,围手术期常规应用基础治疗药物及抗骨质疏松中药。术后待患者病情平稳后,根据患者骨转化情况,个体化应用抑制骨吸收药物。在临床随访中,我们发

现肱骨近端骨折手术并发症发生率仅为3.6%,远低于既往的相关报道,其原因之一即可能为围手术期系统化的抗骨质疏松治疗。

3.2 合理植骨在对老年肱骨近端骨折术后内固定稳定性的影响 老年骨质疏松性肱骨近端骨折常存在骨缺损的情况,为了辅助复位、增加内固定稳定性,通常会采用植骨材料填充骨缺损。目前临床骨修复材料种类较多,包括自体骨、人工骨、同种异体骨、生物材料等,临床医师采用的策略也不径相同。其中同种异体骨因具有与天然骨接近、含促进骨生长的活性物质等特点被广泛应用。在老年骨质疏松性肱骨近端骨折的治疗中,锁定钢板联合同种异体骨能够有效地将骨折、螺钉及锁定板联合为一体,从而提高抗拔出及抗旋转能力^[20]。研究证实,针对于端粉碎严重、内侧支撑缺失的骨质疏松性肱骨近端骨折,采用异体腓骨移植或自体大块髂骨移植联合锁定钢板治疗可以获得良好的临床疗效^[21-23]。

本研究并未采用异体腓骨或自体大块髂骨移植,其原因是:(1)入选病例主要为二、三部分骨折,内侧结构支撑相对较好;(2)采用异体腓骨移植可能存在感染、排异反应等并发症的风险;(3)老年患者采用自体大块髂骨移植容易出现术后出血、疼痛、医源性骨折等情况。结合“三位一体”骨修复策略,应根据病例实际情况,采用合理的植骨策略。笔者根据研究中病例特点,使用了同种异体骨植骨。主要经验是将植骨材料植入肱骨后内侧及头下,并充分填充和压配,结合肱骨距锁定螺钉,进一步增加内侧结构的稳定性。我们的观察研究发现,采用本方法治疗后,患者术后第2天的颈干角大小与末次随访时对比并未发生显著变化,表明同种异体植骨结合锁定钢板治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折稳定性良好。

3.3 内固定选择及辅助支具对老年肱骨近端骨折术后骨折愈合及功能恢复的影响 临床上对于老年骨质疏松性肱骨近端骨折内固定物选择较多(如经皮克氏针、锁定钢板、髓内钉等),但是标准化治疗方案仍未明确。经皮克氏针固定一般适用于骨量较好、骨折不粉碎的患者。该方法虽然操作相对简单,但是存在针口感染、内固定强度弱等问题^[24]。传统髓内钉治疗肱骨近端骨折由于存在插入时骨块分离、固定不可靠、肩袖损伤等弊端,并未得到广泛应用。但新型髓内钉出现,一定程度避免了原有

弊端。研究显示髓内钉良可能更适用于内侧支撑缺失的不稳定性肱骨近端骨折^[25-26]。目前,肱骨近端锁定钢板固定仍是治疗老年骨质疏松性肱骨近端骨折的主要方式^[27]。

术后早期功能锻炼是肱骨近端骨折术后肩关节功能恢复重要因素,但是对于骨质疏松的患者,由于其内固定稳定性下降,早期功能锻炼受到一定程度的限制。在以往的治疗中,为了减少内固定失败会选择一定时间的制动,而这个方法势必牺牲肩关节功能,也违背了内固定手术的初衷。此外,长期制动会出现骨折部位急性骨丢失,使内固定的稳定性更差,最终出现恶性循环。根据“三位一体”骨修复策略,术后恰当的康复辅具可以使骨折部位承受的应力更小,安全性更高。在其保护下的功能锻炼可以打破恶性循环,加速骨愈合。本研究中所有患者术后均采用了辅助支具保护,并在运动康复师的指导下进行功能锻炼,获得满意的肩关节功能恢复。

总之,对于老年骨质疏松性肱骨近端骨折患者,采用“三位一体”骨修复策略治疗后骨折愈合高,手术并发症少,肩关节功能恢复好,临床疗效满意。但本研究存在很多不足之处,如病例数较少,随访时间较短,未进行对照研究,这些不足可能会对研究结果产生影响。未来仍需要进行大样本多中心随机对照研究,进一步明确“三位一体”骨修复策略治疗老年肱骨近端骨折的临床疗效。

[参考文献]

- [1] 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 Elb Surg*, 2017, 26(12): 2117-2124. DOI: 10.1016/j.jse.2017.05.029.
- [2] SOLER-PEIRO M, GARCÍA-MARTÍNEZ L, AGUILELLA L, et al. Conservative treatment of 3-part and 4-part proximal humeral fractures: a systematic review[J]. *J Orthop Surg Res*, 2020, 15(1): 347. DOI: 10.1186/s13018-020-01880-7.
- [3] SUN Q, WU X, WANG L, et al. The plate fixation strategy of complex proximal humeral fractures[J]. *Int Orthop*, 2020, 44(9): 1785-1795. DOI: 10.1007/s00264-020-04544-7.
- [4] PLATH J E, KERSCHBAUM C, SEEBAUER T, et al. Locking nail versus locking plate for proximal humeral fracture fixation in an elderly population: a prospective randomised controlled trial[J]. *BMC Musculoskeletal Disord*, 2019, 20(1): 20. DOI: 10.1186/s12891-019-2399-1.
- [5] 曹烈虎,陈晓,翁蔚宗,等. 80岁以上髋部骨折患者手术治疗策略选择:附915例报告[J]. *第二军医大学学报*, 2017, 38(4): 409-414. DOI: 10.16781/j.0258-879x.2017.04.0409.
- CAO L H, CHEN X, WENG W Z, et al. Surgical treatment options for hip fractures in elderly patients aged 80 years old and over: a report of 915 cases[J]. *Acad J Sec Mil Med Uni*, 2017, 38(4): 409-414. DOI: 10.16781/j.0258-879x.2017.04.0409.
- [6] 中华医学会骨科学分会骨质疏松学组. 骨质疏松性骨折诊疗指南[J]. *中华骨科杂志*, 2017, 37(1): 1-10. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-2352.2017.01.001.
- [7] 中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组,中国老年学和老年医学学会老年病分会骨科专家委员会,中国医师协会急救复苏专业委员会创伤骨科与多发伤学组,等. 中国骨质疏松性骨折修复策略专家共识(2019)[J]. *中华创伤杂志*, 2019, 35(9): 769-775. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2019.09.001.
- [8] 中华医学会骨科学分会青年骨质疏松学组,中国老年学和老年医学学会老年病学分会骨科专家委员会,中华医学会骨科学分会骨质疏松学组. 下肢关节周围骨质疏松性骨折诊疗与康复专家共识[J]. *中国临床医学*, 2020, 27(4): 704-712. DOI: 10.12025/j.issn.1008-6358.2020.20200758.
- [9] 胡衍,陈晓,苏佳灿. 骨质疏松性骨折诊疗误区与“三位一体”骨修复策略[J]. *中华创伤杂志*, 2021, 37(2): 101-106. DOI: 10.3760/cma.j.cn501098-20201124-00685.
- [10] FEISLI S, AUDIGÉ L, STEINITZ A, et al. Treatment options for proximal humeral fractures in the older adults and their implication on personal independence[J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 2020, 140(12): 1971-1976. DOI: 10.1007/s00402-020-03452-0.
- [11] HAASTERS F, SIEBENBÜRGER G, HELFEN T, et al. Complications of locked plating for proximal humeral fractures—are we getting any better?[J]. *J Shoulder Elb Surg*, 2016, 25(10): e295-e303. DOI: 10.1016/j.jse.2016.02.015.
- [12] KLUG A, HARTH J, HOFFMANN R, et al. Surgical treatment of complex proximal humeral fractures in elderly patients: a matched-pair analysis of angular-stable plating vs. reverse shoulder arthroplasty[J]. *J Shoulder Elb Surg*, 2020, 29(9): 1796-1803. DOI: 10.1016/j.jse.2020.01.073.
- [13] TASKESSEN A, GÖÇER A, UZEL K, et al. Effect of osteoporosis on proximal humerus fractures[J]. *Geriatr Orthop Surg Rehabil*, 2020, 11: 2151459320985399. DOI: 10.1177/2151459320985399.

- [14] FRASER L A, IOANNIDIS G, ADACHI J D, et al. Fragility fractures and the osteoporosis care gap in women: the Canadian multicentre osteoporosis study[J]. *Osteoporos Int*, 2011, 22(3): 789-796. DOI: 10.1007/s00198-010-1359-2.
- [15] TOMLINSON R E, LI Z, LI Z, et al. NGF-TrkA signaling in sensory nerves is required for skeletal adaptation to mechanical loads in mice[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2017, 114(18): E3632-E3641. DOI: 10.1073/pnas.1701054114.
- [16] KONSTANTINIDIS L, HELWIG P, HIRSCHMÜLLER A, et al. When is the stability of a fracture fixation limited by osteoporotic bone?[J]. *Injury*, 2016, 47(Suppl 2): S27-S32. DOI: 10.1016/s0020-1383(16)47005-1.
- [17] 智信,陈晓,苏佳灿. 重视双膦酸盐在骨质疏松性骨折术后的应用[J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(1): 14-17. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.01.005.
- [18] ZYMPERDIKAS V F, YAVROPOULOU M P, KAKLAMANOS E G, et al. Effects of systematic bisphosphonate use in patients under orthodontic treatment: a systematic review[J]. *Eur J Orthod*, 2020, 42(1): 60-71. DOI: 10.1093/ejo/cjz021.
- [19] VAN HOUDT C I A, GABBAI-ARMELIN P R, LOPEZ-PEREZ P M, et al. Alendronate release from calcium phosphate cement for bone regeneration in osteoporotic conditions[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1): 15398. DOI: 10.1038/s41598-018-33692-5.
- [20] 周磊,王海涛,王华. 锁定钢板内固定联合植骨在老年肱骨近端骨折患者治疗中的应用研究[J]. *中华肩肘外科电子杂志*, 2020, 8(4): 352-357. DOI: 10.3877/cma.j.issn.2095-5790.2020.04.011.
- [21] 游小军,路考生,韩月起,等. 锁定钢板结合自体大块髂骨治疗老年复杂肱骨近端骨折的疗效[J]. *中华创伤杂志*, 2020, 36(3): 222-227. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-8050.2020.03.007.
- [22] DAVIDS S, ALLEN D, DESARNO M, et al. Comparison of locked plating of varus displaced proximal humeral fractures with and without fibula allograft augmentation[J]. *J Orthop Trauma*, 2020, 34(4): 186-192. DOI: 10.1097/BOT.0000000000001679.
- [23] LEE S H, HAN S S, YOO B M, 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. DOI: 10.1302/0301-620X.101B3.BJJ-2018-0802.R1.
- [24] REPETTO I, ALESSIO-MAZZOLA M, CERRUTI P, et al. Surgical management of complex proximal humeral fractures: pinning, locked plate and arthroplasty: clinical results and functional outcome on retrospective series of patients[J]. *Musculoskelet Surg*, 2017, 101(2): 153-158. DOI: 10.1007/s12306-017-0451-6.
- [25] SEARS B W, HATZIDAKIS A M, JOHNSTON P S. Intramedullary fixation for proximal humeral fractures[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2020, 28(9): e374-e383. DOI: 10.5435/jaaos-d-18-00360.
- [26] 付中国,马明太. 髓内钉在治疗内侧柱支撑缺失的肱骨近端骨折中的应用现状[J]. *中华创伤骨科杂志*, 2022, 24(2): 93-96. DOI: 10.3760/cma.j.cn115530-20220207-00070.
- [27] GREENBERG A, ROSINSKY P J, GAFNI N, et al. Proximal humeral nail for treatment of 3- and 4-part proximal humerus fractures in the elderly population: effective and safe in experienced hands[J]. *Eur J Orthop Surg Traumatol*, 2021, 31(4): 769-777. DOI: 10.1007/s00590-020-02832-x.

[本文编辑] 魏学丽