



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2020.05.004

http://www.lcnkz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2020.05.004

· 综述与讲座 ·

骨质疏松性骨折的诊疗与防治

周剑 华兴一 汤健

[关键词] 骨质疏松; 骨质疏松性骨折; 摔倒; 围手术期管理

目前我国 60 岁以上人口数量已超过 2.1 亿,骨质疏松症(OP)已成为我国重要的公共健康问题。OP 是一种以骨量减少和骨组织微结构破坏为特征,导致骨脆性增加而易于骨折的全身性骨骼系统疾病。OP 患者的最严重并发症为骨质疏松性骨折(OPF)。研究显示,2015 年我国 OPF(腕关节、椎体和髌部)的年发病次数约为 269 万次^[2],同时由于骨质疏松导致骨折固定失效的发生率达 10%~25%^[3]。因此,预防和治疗 OPF 是一个巨大的挑战。

一、OPF 的鉴别诊断

OPF 临床干预的前提是对 OP 进行准确评估,区分原发性 OP 和继发性 OP,以及 OP 与代谢相关的骨骼疾病,这对骨折干预方法的正确选择和治疗效果的保障至关重要;其次,通过骨密度(BMD)和骨代谢标志物及相关血液指标等的检测,可有效鉴别如代谢性骨病、肿瘤等影响骨代谢的其他疾病,准确判断 OP 病情的进展。因此,OP 病情评估对 OPF 后期愈合的判断、植入物的选择及植入物松动的预防均有重要价值。

二、OPF 的预防

1. 双能 X 线吸收测定(DXA)

作者单位:230022 合肥,安徽医科大学第一附属医院骨科

通讯作者:汤健,E-mail:T13955163266@163.com

BMD 和骨质量是评估骨强度的重要指标。目前,通过双能 X 线骨密度仪检测的 BMD 值是预测骨折风险的重要指标,也被作为诊断骨质疏松和确认 OPF 风险的金标准。值得注意的是,单独运用 BMD 值并不能全面评估 OPF 的发生风险。

2. 定量超声(QUS)

QUS 的工作原理为:当声波穿过测量部位时会被相应部位软组织及骨组织进行反射和吸收,从而导致超声信号衰减。QUS 常用于测量外周骨 BMD,跟骨为主要测量部位。QUS 测量的骨质指数(BQI)可反映骨的密度和硬度。Floter 等^[4]的研究结果显示,虽然 QUS 诊断 OP 的特异度不高,但其敏感度较高,因此在 OP 诊断和防治中起重要作用^[5]。

3. 定量 CT(QCT)

QCT 测量的是真正的体积骨密度(vBMD)。在椎体骨中,骨松质的代谢转化率较骨密质高 8 倍,故 QCT 常用于椎体骨松质的测量^[6]。腰椎 QCT 诊断 OP 的标准:取 2 个腰椎松质骨 BMD 平均值(常用第 1、2 腰椎),BMD 绝对值 > 120 mg/cm³ 为正常,80~120 mg/cm³ 为低骨量,< 80 mg/cm³ 为骨质疏松^[7]。该诊断标准适用于绝经后女性和老年男性。

4. 短回波时间磁共振成像(UET-MRI)

有研究表明,65 岁以上的老年人四肢骨量下降以骨皮质骨量下降为主^[8],UET-MRI 使用 UTE 序列结合组织抑制技术可将骨皮质显示为高信号,因此可以对

[18] Chen Y, Wan JX, Jiang DW, et al. Efficacy of calcitriol in treating glucocorticoid induced osteoporosis in patients with nephrotic syndrome: an open-label, randomized controlled study [J]. Clin Nephrol, 2015, 84 (5): 262-269.

[19] Adami G, Rahn EJ, Saag KG. Glucocorticoid-induced osteoporosis: from clinical trials to clinical practice [J]. Ther Adv Musculoskelet Dis, 2019, 11: 1759720X19876468.

[20] Allen CS, Yeung JH, Vandermeer B, et al. Bisphosphonates for steroid induced osteoporosis [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2016, 10 (10): CD001347.

[21] Saag KG, Wagman RB, Geusens P, et al. Denosumab versus risedronate in glucocorticoid induced osteoporosis: a multicentre, randomised, double-blind, active-controlled, double-dummy, non-inferiority study

[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2018, 6 (6): 445-454.

[22] Saag KG, Shane E, Boonen S, et al. Teriparatide or alendronate in glucocorticoid-induced osteoporosis [J]. N Engl J Med, 2007, 357 (20): 2028-2039.

[23] Mok CC, Ying KY, To CH, et al. Raloxifene for prevention of glucocorticoid induced bone loss: a 12-month randomised double-blinded placebo-controlled trial [J]. Ann Rheum Dis, 2011, 70 (5): 778-784.

[24] Cranney A, Welch V, Adachi JD, et al. Calcitonin for the treatment and prevention of corticosteroid-induced osteoporosis [J]. Cochrane Database Syst Rev, 2000, (2): CD001983.

(收稿日期:2020-03-31)

(本文编辑:周三凤)

OP、骨折等疾病中骨皮质的改变进行良好的观察。Reichert 等^[9]采用 UTE 序列观察到 OP 患者骨皮质信号增高,提示骨皮质的 T1、T2 时间可能与年龄相关的骨量改变及 OP 等疾病相关。

5. OPF 风险评估工具

(1) 骨折风险预测简易工具(FRAX[®])

WHO 推荐的 FRAX[®]可用于计算 10 年髋部骨折及其他主要部位(包括脊柱、腕关节、肱骨等)OPF 的发生概率。世界各地 FRAX[®]干预阈值也有所差异。李燕云等^[10]分析发现,世界部分地区的 FRAX[®]干预阈值在国内 OPF 诊疗中的参考意义不大,表明应尽快建立符合中国特异性的 FRAX[®]干预阈值。

(2) 骨质疏松自我筛选工具(OSTA)

OSTA 工具收集多项骨质疏松危险因素并进行 BMD 测定,从中筛选出 11 项与 BMD 显著相关的危险因素,再经多变量回归模型分析,得出能最好体现敏感度和特异度的两项简易筛查指标,即年龄和体重^[11]。

三、OPF 的围手术期药物治疗

OPF 患者围手术期的治疗旨在为手术准备较好的骨质基础,提高内固定物稳定性,促进骨折愈合并预防再次骨折的发生。抗骨质疏松药物可调节骨代谢,为 OPF 患者进行各种手术准备较好的骨质基础,并可缓解患者疼痛。

1. 双膦酸盐类

双膦酸盐类的代表药物包括阿仑膦酸钠、唑来膦酸等,其主要通过抑制破骨细胞活性、促进破骨细胞凋亡等抑制骨吸收。阿仑膦酸钠是目前临床最常用的双膦酸盐类药物,其能够明显提高患者椎体 BMD。但双膦酸盐类药物强力抑制骨吸收且半衰期较长,因此,长期使用可能同时出现包括恶心、呕吐、腹泻等胃肠道反应、肾毒性及急性过敏等不良反应。

2. 选择性雌激素受体调节剂

雌激素与成骨细胞受体结合可促进骨合成和重建,同时也能直接抑制破骨细胞的骨吸收作用,可有效降低椎体及髋部骨折的发生率^[12]。绝经后女性补充雌激素可用于治疗 OP。但雌激素的不良反应与使用剂量相关且不宜长期应用^[13]。选择性雌激素受体调节剂可产生类雌激素样或抗雌激素样的作用,且无雌激素引起子宫内膜癌的不良反^[14]。最常用药物为雷洛昔芬,其不仅可以降低腰椎骨折的发生率,还能降低浸润性乳腺癌的发生风险^[15],长期使用存在血栓栓塞等严重不良反应^[16]。

3. 降钙素

降钙素可与破骨细胞表面降钙素受体结合,从而

抑制破骨细胞活性和增殖。同时围手术期应用降钙素可显著减轻 OPF 引起的腰背部疼痛,使骨折患者早期活动增加,为手术提供较好的骨质基础并有效防止废用性 OP 的发生^[17]。但长期使用降钙素会出现“逃逸”现象,引发低钙血症,因此,长期使用降钙素时需和钙剂或维生素 D 联用^[18]。

4. 甲状旁腺激素(PTH)

PTH 作为骨形成促进剂,低剂量间断给药能提高 BMD、改善骨质量、降低骨折发生的概率,促进成骨细胞增生分化,抑制成骨细胞凋亡^[19]。研究显示,特立帕肽与有与利塞膦酸钠相同的缓解 OPF 患者背痛的疗效,特立帕肽可明显提高腰椎和股骨的 BMD^[20]。

5. 氟化物

氟能够取代羟基磷灰石中的羟基形成氟化磷灰石,增加骨骼硬度,可降低由骨质疏松引起的脊柱骨折的发生率^[21]。而长期应用氟化物虽然提高了 BMD,但降低了骨的机械强度^[22]。氟和维生素 D 联合治疗在增加 BMD、减少骨折发生率方面的疗效明显优于单独用药^[23]。氟化物的代表药物包括氟化钠、一氟磷酸二钠及一氟磷酸谷氨酰胺。

6. 锶盐

锶是骨骼的重要组成部分,具有抑制骨吸收和增加骨形成的双重作用,其代表药物为雷尼酸锶,可有效降低老年 OPF 风险。临床病例研究结果表明,雷尼酸锶可促进骨折愈合、改善骨折不愈合,雷尼酸锶治疗 OPF 患者 6 周可明显促进骨折的愈合^[24]。雷尼酸锶还可降低绝经后女性脊柱骨折及非脊柱骨折的发生率^[25]。

7. 钙剂

补充钙剂是任何类型 OP 治疗中必不可少的前提条件,其能够纠正骨吸收和骨形成过程中的负钙平衡,是骨量提高的物质基础,许多抗骨质疏松药物需要在钙及维生素 D 充足的条件下才能发挥最大效应。目前主要应用的钙剂包括碳酸钙、乳酸钙、柠檬酸钙、葡萄糖酸钙、活性钙及氨基酸螯合钙等。其主要不良反应为轻微的胃肠道刺激症状和便秘等。

8. 维生素 D

1,25 二羟维生素 D₃[1,25-(OH)₂D₃]是维生素 D 在体内唯一的活性形式,其可促进肠道的钙吸收,促进钙在骨基质的沉淀,维生素 D 还可以调节神经-肌肉组织的协调性,可改善肌力,降低跌倒风险^[26]。然而,过量维生素 D 可能引起肾结石,长期服用也可能导致中毒反应^[27]。常用药物为骨化三醇和阿法骨化醇等。

四、OPF 术前管理

减少疼痛和急性骨丢失是 OPF 临床干预的第一

步。OPF 后的急性疼痛源于骨折所致的骨膜刺激和急性反应性炎症。骨折后疼痛应早期镇痛,推荐选用选择性环氧酶 2(COX-2)抑制剂^[28]。同时 OP 患者骨折制动将进一步加剧急性骨丢失,降钙素的早期使用可迅速缓解骨折后疼痛、显著减缓急性骨丢失、预防神经源性骨营养不良^[29]。

五、OPF 的骨折处理

由于 OP 患者骨骼质量较差,骨科内植入物的选择需慎重。研究显示,当 OPF 采用锁定钢板固定时,骨与螺钉界面承受的应力较小^[30],因此,锁定钢板应用于 OPF 具有较好的临床疗效。微创内固定(LISS)系统同样能够对 OPF 和假体周围骨折取得较好的临床疗效^[31]。使用髓内钉固定 OPF 可使患者早期负重,同时能保护骨折周围软组织。新一代髓内钉采用多平面角度交锁固定有助于提高骨折的稳定性^[32]。因此,髓内钉被广泛用于粗隆区骨折、肱骨近端骨折等常见 OPF。老年患者出现关节内骨折合并 OP 时,为了使患者能早期下地活动,目前一般建议早期行关节置换,有助于患者早期康复。

1. 桡骨远端骨折

桡骨远端骨折常发生于 50 岁以上的人群^[33]。非手术治疗与手术治疗取决于患者的整体情况和骨折类型。非手术治疗包括闭合复位和夹板或石膏固定。切开复位钢板内固定是治疗此类骨折最常用的手术方法。外固定架跨关节固定的预后较差,并发症的发生率较高,可应用于较复杂的粉碎性桡骨远端骨折^[34]。

2. 肱骨近端骨折

肱骨近端骨折的非手术治疗包括早期患肢悬吊,稳定后进行早期康复锻炼并辅助物理治疗^[35]。切开复位锁定钢板内固定对于 BMD 较低的肱骨近端骨折效果较好,但肱骨头塌陷或内翻为其危险因素^[36],有学者使用同种异体腓骨支撑来防止骨折块内翻移位^[37]。闭合复位髓内钉内固定治疗肱骨近端骨折可能存在医源性肩袖损伤风险^[38]。严重的粉碎性骨折无法固定,应考虑半肩关节置换^[38]。

3. 股骨近端骨折

股骨近端骨折是发病率和死亡率最高的 OPF,股骨近端骨折非手术治疗患者的死亡风险更高^[39]。髌部骨折发生后应尽快行手术治疗,术后并发症明显减少^[40]。

实现早期恢复负重的稳定固定是手术的关键目标。60 岁以下股骨颈骨折 OP 患者常采用经皮空心螺钉固定^[41]。对于不稳定或移位的股骨颈骨折,应考虑行人工关节置换。半髌置换是术后脱位风险较高或高

龄患者最常见的手术方案^[42]。对于较年轻或有先期关节炎的患者,可首选全髌关节置换。对于不稳定的股骨粗隆区骨折或反向倾斜骨折,必须进行髓内固定,以防止骨折移位内翻^[41]。

4. 脊柱骨折

脊柱骨折是最常见的 OPF,高龄是胸腰椎 OPF 的重要危险因素。对于高龄患者,除了椎体骨折的非手术治疗外,椎体成形术是一种微创的稳定和疼痛控制方法^[43]。辅助性合成代谢药物特立帕肽显著减少了 OP 引起的椎弓根内固定的松动^[44]。通过辅助骨水泥增强、调整螺钉插入技术/轨迹和螺钉设计改进等多种方法可提高椎弓根固定强度^[45]。推荐在 OP 患者骨中使用较长的融合结构,必要时可使用髂腰骶骨固定^[46]。

六、骨折后期管理

跌倒是 OPF 发生的首要诱因,对于 OPF 患者,各个时段的预防跌倒不可忽视。老年人预防跌倒需从生活环境等多方面注意,包括光线、地面的整洁度及控制血压等。同时辅助物理治疗、下肢功能锻炼及钙和活性维生素 D 的补充可有效提高患者肌力,改善平衡控制。

OP 的连续序贯治疗是整个治疗方案中必不可少的环节。只有 OP 得到良好的治疗和改善后,患者才能获得良好的骨折愈合和较低的再次骨折发生率。唑来膦酸钠注射液是性价比最高的双膦酸盐类药物,OPF 患者在术后可以使用,其可抑制破骨细胞活性、减少骨吸收^[47]。

此外,通过正规和序贯性的抗骨质疏松治疗和预防跌倒指导,可大大降低 OPF 患者的再骨折风险,提高其生存质量。

参 考 文 献

- [1] Papaioannou A, Watts NB, Kendler DL, et al. Diagnosis and management of vertebral fractures in elderly adults[J]. Am J Med, 2002, 113(3): 220-228.
- [2] Si L, Winzenberg TM, Jiang Q, et al. Projection of osteoporosis-related fractures and costs in China; 2010-2050[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(7): 1929-1937.
- [3] Cornell CN. Internal fracture fixation in patients with osteoporosis[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2003, 11(2): 109-119.
- [4] Floter M, Bittar CK, Zabeu JL, et al. Review of comparative studies between bone densitometry and quantitative ultrasound of the calcaneus in osteoporosis[J]. Acta Reumatol Port, 2011, 36(4): 327-335.
- [5] Schulze-Spate U, Turner R, Wang Y, et al. Relationship of Bone Metabolism Biomarkers and Periodontal Disease: The Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Study[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2015, 100(6): 2425-2433.
- [6] Engelke K. Quantitative Computed Tomography-Current Status and New Developments[J]. J Clin Densitom, 2017, 20(3): 309-321.
- [7] 程晓光, 王亮, 曾强, 等. 中国定量 CT(QCT)骨质疏松症诊断指南(2018)[J]. 中国骨质疏松杂志, 2019, 25(6): 733-737.
- [8] Zebaze RM, Ghasem-Zadeh A, Bohte A, et al. Intracortical remodelling and porosity in the distal radius and post-mortem femurs of women: a

- cross-sectional study[J]. *Lancet*, 2010, 375 (9727): 1729-1736.
- [9] Reichert IL, Robson MD, Gatehouse PD, et al. Magnetic resonance imaging of cortical bone with ultrashort TE pulse sequences[J]. *Magn Reson Imaging*, 2005, 23 (5): 611-618.
 - [10] 李燕云, 丁绍红, 高远, 等. 各地区 FRAX 干预阈值在无锡地区骨质疏松防治中的临床应用[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2016, 22 (4): 458-462.
 - [11] Yoo JH, Moon SH, Ha YC, et al. Osteoporotic Fracture: 2015 Position Statement of the Korean Society for Bone and Mineral Research[J]. *J Bone Metab*, 2015, 22 (4): 175-181.
 - [12] Rahnema M, Jastrzębska-Jamrogiewicz I, Jamrogiewicz R, et al. Analysis of the Influence of Hormone Replacement Therapy on Osteocalcin Gene Expression in Postmenopausal Women[J]. *BioMed ResInt*, 2015, 2015: 416929.
 - [13] Rossini M, Adami G, Adami S, et al. Safety issues and adverse reactions with osteoporosis management[J]. *Expert Opin Drug Saf*, 2016, 15 (3): 321-332.
 - [14] Wardell SE, Nelson ER, McDonnell DP. From empirical to mechanism-based discovery of clinically useful Selective Estrogen Receptor Modulators (SERMs)[J]. *Steroids*, 2014, 90: 30-38.
 - [15] Abdelazim IA, Abdelrazak KM, Al-Kadi M, et al. Effect of raloxifene hydrochloride on bone mineral density and bone turnover in Kuwaiti postmenopausal women with osteoporosis[J]. *Arch Osteoporos*, 2014, 9: 189.
 - [16] Kanis JA, Cooper C, Rizzoli R, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women[J]. *Osteoporos Int*, 2019, 30 (1): 3-44.
 - [17] Athinici H, Sipahioğlu S, Aksoy N, et al. Effects of salmon calcitonin treatment on serum and synovial fluid bone formation and resorption markers in osteoporosis patients[J]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2015, 49 (2): 160-165.
 - [18] Bandeira L, Lewiecki EM, Bilezikian JP. Pharmacodynamics and pharmacokinetics of oral salmon calcitonin in the treatment of osteoporosis[J]. *Expert Opin Drug Metab Toxicol*, 2016, 12 (6): 681-689.
 - [19] Niimi R, Kono T, Nishihara A, et al. Analysis of daily teriparatide treatment for osteoporosis in men[J]. *Osteoporos Int*, 2015, 26 (4): 1303-1309.
 - [20] Ummarino D. Osteoporosis: Romosozumab versus teriparatide[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2017, 13 (9): 512.
 - [21] Grey A, Garg S, Dray M, et al. Low-dose fluoride in postmenopausal women: a randomized controlled trial[J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2013, 98 (6): 2301-2307.
 - [22] Shiraki M, Ueda S, Sugimoto T, et al. Treatment responses with once-weekly teriparatide therapy for osteoporosis[J]. *Osteoporos Int*, 2016, 27 (10): 3057-3062.
 - [23] Haguénauer D, Welch V, Shea B, et al. Fluoride for the treatment of postmenopausal osteoporotic fractures: a meta-analysis[J]. *Osteoporos Int*, 2000, 11 (9): 727-738.
 - [24] Audran M, Jakob FJ, Palacios S, et al. A large prospective European cohort study of patients treated with strontium ranelate and followed up over 3 years[J]. *Rheumatol Int*, 2013, 33 (9): 2231-2239.
 - [25] Lam S, Zouzias K. Strontium ranelate for the management of osteoporosis[J]. *Consult Pharm*, 2008, 23 (7): 531-537.
 - [26] Boonen S, Bischoff-Ferrari HA, Cooper C, et al. Addressing the musculoskeletal components of fracture risk with calcium and vitamin D: a review of the evidence[J]. *Calcif Tissue Int*, 2006, 78 (5): 257-270.
 - [27] Francis RM, Aspray TJ, Bowring CE, et al. National Osteoporosis Society practical clinical guideline on vitamin D and bone health[J]. *Maturitas*, 2015, 80 (2): 119-121.
 - [28] Orimo H, Nakamura T, Hosoi T, et al. Japanese 2011 guidelines for prevention and treatment of osteoporosis-executive summary[J]. *Arch Osteoporos*, 2012, 7: 3-20.
 - [29] Peichl P, Marteau R, Griesmacher A, et al. Salmon calcitonin nasal spray treatment for postmenopausal women after hip fracture with total hip arthroplasty[J]. *J Bone Miner Metab*, 2005, 23 (3): 243-252.
 - [30] Macleod AR, Simpson AH, Pankaj P. Reasons why dynamic compression plates are inferior to locking plates in osteoporotic bone: a finite element explanation[J]. *Comput Methods Biomech Biomed Engin*, 2015, 18 (16): 1818-1825.
 - [31] Du YR, Ma JX, Wang S, et al. Comparison of Less Invasive Stabilization System Plate and Retrograde Intramedullary Nail in the Fixation of Femoral Supracondylar Fractures in the Elderly: A Biomechanical Study[J]. *Orthop Surg*, 2019, 11 (2): 311-317.
 - [32] Osterhoff G, Morgan EF, Shefelbine SJ, et al. Bone mechanical properties and changes with osteoporosis[J]. *Injury*, 2016, 47 Suppl 2: S11-S20.
 - [33] Levin LS, Rozell JC, Pulos N. Distal Radius Fractures in the Elderly[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2017, 25 (3): 179-187.
 - [34] Leung F, Tu YK, Chew WY, et al. Comparison of external and percutaneous pin fixation with plate fixation for intra-articular distal radial fractures. A randomized study[J]. *J Bone Joint Surg Am*, 2008, 90 (1): 16-22.
 - [35] Kammerlander C, Erhart S, Doshi H, et al. Principles of osteoporotic fracture treatment[J]. *Best Pract Res Clin Rheumatol*, 2013, 27 (6): 757-769.
 - [36] Lowry V, Bureau NJ, Desmeules F, et al. Acute proximal humeral fractures in adults[J]. *J Hand Ther*, 2017, 30 (2): 158-166.
 - [37] Matassi F, Angeloni R, Carulli C, et al. Locking plate and fibular allograft augmentation in unstable fractures of proximal humerus[J]. *Injury*, 2012, 43 (11): 1939-1942.
 - [38] Kancherla VK, Singh A, Anakwenze OA. Management of Acute Proximal Humeral Fractures[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2017, 25 (1): 42-52.
 - [39] Bhandari M, Swiontkowski M. Management of Acute Hip Fracture[J]. *N Engl J Med*, 2017, 377 (21): 2053-2062.
 - [40] Pincus D, Ravi B, Wasserstein D, et al. Association Between Wait Time and 30-Day Mortality in Adults Undergoing Hip Fracture Surgery[J]. *JAMA*, 2017, 318 (20): 1994-2003.
 - [41] Bogunovic L, Cherney SM, Rothenmich MA, et al. Biomechanical considerations for surgical stabilization of osteoporotic fractures[J]. *Orthop Clin North Am*, 2013, 44 (2): 183-200.
 - [42] Grosso MG, Danoff JR, Padgett DE, et al. The Cemented Unipolar Prosthesis for the Management of Displaced Femoral Neck Fractures in the Dependent Osteopenic Elderly[J]. *J Arthroplasty*, 2016, 31 (5): 1040-1046.
 - [43] Takano Y, Kubota M, Takebayashi K, et al. Availability of Early Balloon Kyphoplasty for the Treatment of Osteoporotic Compression Fractures[J]. *No Shinkei Geka*, 2018, 46 (11): 969-974.
 - [44] Ohtori S, Inoue G, Orita S, et al. Comparison of teriparatide and bisphosphonate treatment to reduce pedicle screw loosening after lumbar spinal fusion surgery in postmenopausal women with osteoporosis from a bone quality perspective[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2013, 38 (8): E487-E492.
 - [45] Lehman RJ, Kang DG, Wagner SC. Management of osteoporosis in spine surgery[J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2015, 23 (4): 253-263.
 - [46] Dodwad SM, Khan SN. Surgical stabilization of the spine in the osteoporotic patient[J]. *Orthop Clin North Am*, 2013, 44 (2): 243-249.
 - [47] Sugiyama T, Kim YT, Oda H. Osteoporosis therapy: a novel insight from natural homeostatic system in the skeleton[J]. *Osteoporos Int*, 2015, 26 (2): 443-447.

(收稿日期: 2020-04-05)

(本文编辑: 周三凤)