

· 临床研究 ·

腰椎退行性疾病患者骨质疏松诊疗情况

潘群龙 俞海明 陈志钦 林志斌 林树峰 李毅中*

福建医科大学附属第二医院骨科, 福建 泉州 362000

中图分类号: R681.3 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2020) 12-1820-05

摘要: **目的** 对腰椎退行性疾病患者的术前骨密度、骨代谢指标状况和骨质疏松治疗情况进行回顾性分析。**方法** 对 516 例年龄 ≥ 50 岁的腰椎退行性疾病患者的术前骨密度、骨代谢指标(包括骨转换标志物、血清 25OHD)检测情况及骨质疏松治疗情况进行记录,对进行骨密度测定的患者,分析骨密度和年龄的关系;对同时进行骨代谢指标检测和骨密度测定的患者,分析骨密度和骨代谢指标的关系。**结果** 在 516 例患者中,进行骨密度检测共 139 人(26.93%),其中检测出骨质疏松 65 人(46.76%),骨量减少 60 人(43.17%);骨密度和年龄呈显著负相关($P < 0.05$)。共有 109 例(21.12%)患者进行了骨代谢指标检测,具体结果为血清 25OHD 充足的 39 例(35.78%),不足的 48 例(44.04%),缺乏的 22 例(20.18%)。男性患者血清 25OHD 和骨密度呈负相关($r = 0.467, P = 0.021$),女性患者血清 25OHD 和骨密度的相关性无统计学意义。骨转换标志物(β -CTX 和 PINP)和骨密度的相关性无统计学意义。在 65 例被诊断为骨质疏松症的患者中,无任何药物治疗的有 14 例(21.54%),单纯补充钙剂和(或)普通维生素 D 的基础治疗有 12 例(18.46%),抗骨质疏松治疗的 39 例(60%)。**结论** 腰椎退行性疾病患者术前进行骨质疏松评估较少,骨质疏松症发生率高、诊断率低、治疗率低,应重视对腰椎退行性疾病患者的术前骨密度和骨代谢指标的检测,并积极进行抗骨质疏松治疗。

关键词: 腰椎退行性病变;骨密度;骨转换标志物;血清 25OHD

Diagnosis and treatment of osteoporosis in patients with lumbar degenerative diseases

PAN Qunlong, YU Haiming, CHEN Zhiqin, LIN Zhibin, LIN Shufeng, LI Yizhong*

Department of Orthopedics, Second Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Quanzhou 362000, China

* Corresponding author: LI Yizhong, Email: doctorlyz@sina.com

Abstract: **Objective** To retrospectively analyze the preoperative bone mineral density, bone metabolism index status, and osteoporosis treatment in patients with lumbar degenerative diseases. **Methods** The preoperative bone mineral density, bone metabolism index (including bone turnover markers, serum 25OHD) detection status and osteoporosis treatment status of 516 patients with lumbar degenerative disease aged ≥ 50 years old were recorded, and the bone mineral density was measured. Analyzed the relationship between bone density and age; for patients who perform bone metabolism index detection and bone density measurement at the same time, analyzed the relationship between bone density and bone metabolism index. **Results** Among 516 patients, a total of 139 (26.93%) bone mineral density tests were performed. Among them, 65 (46.76%) had osteoporosis and 60 (43.17%) had bone loss. There was a significant negative correlation between bone density and age ($P < 0.05$). A total of 109 (21.12%) patients were tested for bone metabolism indicators. The specific result were 39 patients (35.78%) with sufficient serum 25OHD, 48 patients with insufficient serum 25OHD (44.04%), and 22 patients with deficiency (20.18%). There was a negative correlation between serum 25OHD and bone mineral density in male patients ($r = 0.467, P = 0.021$), while the correlation between serum 25OHD and bone mineral density in female patients was not statistically significant. The correlation between bone turnover markers (β -CTX and PINP) and bone mineral density was not statistically significant. Among 65 patients who were diagnosed with osteoporosis, 14 patients (21.54%) were not treated with any medication, and 12 patients (18.46%) were treated with basic calcium supplements and/or ordinary vitamin D, 39 cases (60%) were treated for osteoporosis. **Conclusion** Patients with degenerative diseases of the lumbar spine have less osteoporosis evaluation before operation. The incidence of osteoporosis is high, the diagnosis rate is low, and the treatment rate is low. The author believes that attention should be paid to the detection of

* 通信作者: 李毅中, Email: doctorlyz@sina.com

preoperative bone mineral density and bone metabolism in patients with lumbar degenerative diseases, and anti-osteoporosis treatment should be actively carried out.

Key words: lumbar degenerative lesions; bone mineral density; markers of bone turnover; serum 25OHD

原发性骨质疏松症多发于中老年人,尤其是高龄女性。研究^[1]表明,2016 年中国 60 岁以上老年人当中有 36% 患有骨质疏松症,其中男性患病率为 23%,女性患病率 49%。骨质疏松引起的骨密度降低和骨微结构改变主要影响脊柱、髋部和外周骨,但对脊柱的影响更早、更广泛,骨密度降低使椎体形态改变、终板变薄和椎间盘退化等,进而导致脊柱的生理曲度和力学性质发生改变^[2]。腰椎退行性病变(lumbar degeneration disease, LDD)是指腰椎结构、功能逐渐退化的生理过程,腰椎退行性疾病包括腰椎管狭窄、退行性脊柱畸形、腰椎间盘突出、退行性腰椎不稳等^[3]。流行病学调查^[4]显示大于 50 岁的中老年人 88% 有腰椎退行性变^[4]。所以腰椎退行性疾病患者常伴有骨质疏松症。严重的腰椎退行性疾病患者需要进行腰椎融合内固定等手术治疗。然而据报道,骨质疏松会导致内固定螺钉松动、移位甚至拔出,这些不良结果的发生率高达 62%^[5]。椎弓根螺钉和骨骼的连接牢固程度与骨密度水平相关^[6],脊柱融合手术患者骨密度水平较低是导致脊柱融合手术失败的主要因素之一^[7]。为了获得更加牢固的脊柱内固定,腰椎退行性疾病合并骨质疏松症的患者需要使用更长的融合固定器,这也将导致更长的手术时间和术后恢复时间^[8]。所以对腰椎退行性病变患者术前进行骨质量评估有助于制定最佳的手术方案和获得良好的手术结果。

多项研究^[9-11]表明,通过抗骨质疏松治疗,可以降低椎弓根螺钉的松动率,使患者获得更好的手术结果和生活质量。所以对合并骨质疏松症的腰椎退行性疾病患者进行规范的抗骨质疏松治疗有利于手术预后,减少不良手术结果发生。但是目前对于需要进行腰椎手术的患者,骨质疏松的检测率和治疗率仍较低。Christian P 等^[12]对脊柱外科医生进行问卷调查发现,进行脊柱融合手术之前,44% 的医生进行骨密度检测,12% 的医生进行骨代谢指标检测;进行脊柱非融合手术之前,22% 的医生进行骨密度检测,11% 的医生进行骨代谢指标检测。一项对西班牙地区的 77 名脊柱外科医生进行的问卷调查^[13]发现,针对可能患有骨质疏松症的手术患者,只有 32.5% 的医生会在专家的指导下进行规范的骨质疏松诊治,而另外 1/3 的医生没有对骨质疏松症患者

进行干预,而直接进行手术。可见许多脊柱外科医师对手术前骨密度和骨代谢指标的检测、骨质疏松症治疗的重视不足。为了解国内腰椎退变性疾病手术患者的骨质疏松诊疗情况,本研究将对 50 岁以上腰椎退行性疾病患者的术前骨密度、骨代谢指标状况和骨质疏松治疗情况进行回顾性分析。

1 资料和方法

1.1 资料

1.1.1 纳入标准与排除标准:纳入标准:①年龄 ≥ 50 岁;②临床表现和影像学证实为腰椎间盘突出、腰椎管狭窄、退行性脊柱畸形(后凸、侧弯、旋转畸形)、腰椎滑脱等腰椎退行性病变;③需行脊柱融合或非融合手术的住院待手术患者。排除标准:①年龄 < 50 岁;②既往有脊柱外伤、脊柱肿瘤或脊柱手术史;③继发性骨质疏松症患者;④补充维生素 D 或服用影响骨代谢药物如糖皮质激素等的患者。

1.1.2 临床资料:收集 2014 年 1 月至 2018 年 12 月福建医科大学附属第二医院收治住院的 50 岁以上腰椎退行性疾病患者共 516 例为研究对象。包括:腰椎间盘突出症 249 例、腰椎管狭窄症 74 例、退行性脊柱畸形 17 例(后凸、侧弯、旋转畸形)、腰椎滑脱症 74 例、同时患多种脊柱退变性疾病 102 例。登记患者骨密度、骨代谢指标数值(包括骨转换标志物、血清 25 羟维生素 D)和抗骨质疏松的药物使用情况。

1.2 方法

1.2.1 骨密度检测:采用双能 X 线吸收法的骨密度仪进行骨密度测定。分别对腰椎和髋部进行检测,根据 WHO 的诊断标准,以腰椎或股骨颈测出的骨密度最低值作为判断指标, $T \geq -1$ SD 为正常骨密度, $-2.5 < T < -1$ SD 为骨量减少, $T \leq -2.5$ SD 为骨质疏松。由于腰椎退行性疾病会导致腰椎骨密度的测量误差,而且所测量出的腰椎骨密度可能存在假高值,所以本研究选用股骨颈的骨密度值作为参考比较。

1.2.2 骨代谢指标检测:根据国际骨质疏松基金会推荐,选择血清 I 型胶原 C 端肽(β -CTX)为骨吸收标志物,I 型原胶原 N 端前肽(P1NP)为骨形成标志物。血清 25 羟维生素 D 是体现体内维生素 D 水

平的最佳指标。于清晨空腹抽取静脉血 3 mL,应用电化学发光免疫法进行检测。正常值范围:血清 I 型胶原 C 端肽 (β -CTX) ≤ 0.584 ng/mL; I 型胶原 N 端前肽 (PINP): 15.13 ~ 58.59 ng/mL。血清 25 羟维生素 D 水平判断标准:缺乏: < 20 ng/mL,不足: ≥ 20 ng/mL 且 < 30 ng/mL,充足: ≥ 30 ng/mL^[14]。

1.2.3 骨质疏松的治疗药物:常用的钙剂和普通维生素 D 的药物为碳酸钙 D3 片 (0.3 g, bid)、醋酸钙 (0.6 g, qd)、维生素 D 滴剂 (400 单位, bid); 常用的抗骨质疏松药物为活性维生素 D 类 (骨化三醇 0.25 μ g, bid; 阿法骨化醇 0.25 μ g, bid)、降钙素类 (鲑鱼降钙素 50 IU, qd)、双膦酸盐类 (唑来膦酸, 5 mg/年; 阿仑膦酸钠, 70 mg/周)。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 24.0 统计软件进行数据分析。采用 Person 相关分析, 分别比较男性骨密度和年龄关系、女性骨密度和年龄关系; 采用线性回归分析骨代谢指标和骨密度的关系。

2 结果

2.1 骨密度

进行骨密度检测的共 139 人 (26.93 %), 其中骨质疏松 65 人 (46.76 %), 骨量减少 60 人 (43.1 %); 骨密度和年龄呈显著负相关 ($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 年龄和骨密度关系

Table 1 Relationship between age and bone mineral density

性别	例数/n	年龄	骨密度/(g/cm ²)	r 值	P 值
男性	33	65.85 $\pm$ 8.82	0.703 $\pm$ 0.098	-0.364	<0.05
女性	106	61.86 $\pm$ 7.88	0.646 $\pm$ 0.117	-0.424	<0.01

2.2 骨代谢指标检测情况

2.2.1 骨转换标志物检测情况:共有 109 例 (21.12 %) 患者进行了骨转换标志物检测, 检测数据: β -CTX: 0.037 ~ 1.64 ng/mL, 平均 (0.65 $\pm$ 0.34) ng/mL, 其中高于正常值的有 52 例; PINP: 14.54 ~ 175.80 ng/mL, 平均 (52.16 $\pm$ 25.10) ng/mL, 其中有 29 例高于正常值, 有 2 例低于正常值。

2.2.2 血清 25OHD 检测情况:共有 109 例 (21.12 %) 患者进行了血清 25OHD 水平检测, 检测数据: 血清 25OHD: 9.37 ~ 53.15 ng/mL, 平均 (27.38 $\pm$ 8.64) ng/mL, 其中血清 25OHD 充足的有 39 例 (35.78 %), 不足者 48 例 (44.04 %), 缺乏者 22 例 (20.18 %)。

2.3 骨代谢指标和骨密度关系

进行骨密度检测和骨代谢指标检测 (包括血清 25OHD 和骨转换标志物) 的患者共 98 例, 男性患者血清 25OHD 和骨密度呈负相关 ($r = 0.467$, $P = 0.021$), 女性患者血清 25OHD 和骨密度的相关性无统计学意义。骨转换标志物 (β -CTX 和 PINP) 和骨密度的相关性无统计学意义。见表 2。

表 2 骨代谢指标和骨密度关系

Table 2 Relationship between bone density and bone metabolism indexes

性别	统计值	β -CTX	PINP	血清 25OHD
男性	r 值	0.207	0.201	0.467
	P 值	0.332	0.346	0.021
女性	r 值	0.133	0.001	0.141
	P 值	0.258	0.995	0.231

2.4 骨质疏松治疗情况

被诊断为骨质疏松症的 65 例患者中, 未使用药物治疗的共 14 例 (21.54 %), 只使用了钙剂或维生素 D 基础治疗的患者共 12 例 (18.46 %), 进行抗骨质疏松治疗的患者共 39 例 (60 %), 多为联合治疗。其中使用双膦酸盐抗骨质疏松治疗的有 33 例 (50.76 %), 只使用活性维生素 D 或降钙素治疗共 6 例 (9.23 %)。

3 讨论

本研究显示, 在纳入的 516 例腰椎退行性病变患者中, 术前骨密度检测率低, 骨代谢指标检测率低, 而骨质疏松症发生率高、诊断率低、治疗率低, 血清 25OHD 不足率高。

DXA 骨密度检测可了解骨骼的健康状况, 帮助骨科医生及其他相关医生制定骨质疏松治疗的方案, 并且能评估药物的疗效^[15]。一项对 50 岁以上需要进行脊柱手术患者的研究^[16]发现, 在男性患者中, 46.1% 患有骨质减少, 14.5% 患有骨质疏松症。在女性患者中, 41.4% 患有骨质减少, 51.3% 患有骨质疏松症。Tobias 等^[17]对 144 名需要进行脊柱手术的患者进行骨密度检测, 其中骨量减少的比例高达 46%, 骨质疏松的比例达 31%。而在本研究中, 腰椎退行性疾病患者术前骨量减少的比例高达 43.17%, 骨质疏松的比例高达 46.76%, 均与上述研究结果相似。但本研究的骨密度检测率仅 26.9%, 因此在即将进行脊柱手术的患者中, 仍有许多骨质疏松、骨量减少的患者被漏诊, 从而影响治疗方案、手术方式和节段的选择, 进而可能导致不良的手术

结果。

但是骨密度测量具有局限性,骨密度水平只能反映患者当前的骨量情况,无法反映其骨转换状态,并且患者的骨密度至少需要 1 年的规范治疗后才会有明显的改变^[18],不利于早期对骨质疏松治疗效果进行监测、及时调整诊疗方案。骨转换标志物可以反应抗骨质疏松药物在早期对骨组织的作用^[19]。骨转换标志物可以反映骨转换状态,预测骨量丢失情况,预测骨质疏松骨折风险,有助于骨质疏松症诊断,也有助于评估骨质疏松治疗效果。Gao 等^[20]对 4 822 名绝经后妇女的研究发现,血清 PINP 和 β -CTX 水平与患者骨密度水平呈显著负相关,边平达等^[21]对高龄老年男性的骨转换标志物和骨密度进行相关性分析发现,骨转换标志物可以用来预测高龄男性的骨密度变化。而在本研究中,PINP 和 β -CTX 水平与骨密度水平无明显相关,这可能与纳入的病例不足有关。研究^[22]表明,术前进行骨转换标志物检测可以预测脊柱融合术后骨不连,脊柱融合手术后,骨形成减少和骨吸收增加是导致骨不连的主要因素。所以对脊柱融合手术后骨不连风险较高的患者进行术前骨转换标志物筛查非常重要。但在本研究中,骨转换标志物检测率仅有 20.96%,可见脊柱外科医生对骨转换标志物检测重视程度不足。

通过血清 25OHD 的检测,可以客观反映出体内维生素 D 的水平。骨质疏松治疗不能在短期内使骨量显著增加,但是维生素 D 缺乏等骨代谢异常可以经过 6~12 周的治疗得到明显改善,纠正中老年人(年龄>50 岁)的血清 25OHD 缺乏能显著增加骨量^[23]。研究表明,在需要进行脊柱手术的患者中,普遍存在血清 25OHD 不足或缺乏。Stoker 等^[24]对 313 例接受脊柱融合手术的患者研究发现,85% 的患者血清 25OHD 水平不足。本次研究结果与 Stoker 的结果类似,有 79.1% 的患者血清 25OHD 不足。另外,维生素 D 水平不足可能会导致不良的手术结果,Metzger 等^[25]通过研究维生素 D 对大鼠的后外侧脊柱融合植骨影响发现,血清 25OHD 充足或正常的大鼠后外侧脊柱融合率明显高于血清 25OHD 不足组。一项对脊柱融合手术患者的前瞻性研究^[26]认为,围手术期维生素 D 缺乏会导致脊柱融合率降低、融合时间延长,补充维生素 D 可以提高脊柱融合率。另外,一些研究表明,腰背痛和维生素 D 缺乏有关^[27],补充维生素 D 后,可以改善疼痛症状,并提高腰背肌肉力量^[28]。Katarzyna 等^[29]对

42 名拟行腰椎融合手术治疗的腰痛患者进行的前瞻性研究,发现在手术前后对患者进行维生素 D 的补充,有助于减少炎症反应和疼痛。Kim 等^[30]回顾性分析了 31 例经后外侧融合治疗腰椎狭窄的女性患者,发现血清 25OHD 缺乏患者的术后 ODI 功能评分更低,预后更差。因此,对于需要进行脊柱手术的患者,应在术前评估是否存在血清 25OHD 缺乏。在围手术期间,对维生素 D 水平不足的患者适当的补充维生素 D,可能会改善患者的临床症状,也有助于促进骨融合,获得更好的手术结果^[31]。

目前抗骨质疏松治疗的现状不乐观。本研究中,被诊断为骨质疏松症的 65 名患者中,接受抗骨质疏松药物治疗的患者仅占 60%,仍有 40% 的患者未使用药物治疗或单纯补充钙剂和(或)维生素 D。目前骨质疏松治疗率低下的主要原因是相关医师对骨质疏松症的重视不足。研究^[32]表明,对骨科医师进行骨质疏松症相关知识教育后,骨质疏松治疗率可提高 1 倍以上。

尽管近年来对骨质疏松症的治疗和诊断取得了很大的进步,但是由于相关医师对腰椎退行性疾病患者的术前骨健康状态重视不足,使得腰椎退行性疾病患者术前骨质疏松症发生率高、诊断率低、治疗率低、骨代谢指标检测率低、血清 25OHD 不足率高。考虑到低骨密度和血清 25OHD 缺乏对脊柱手术结果的消极影响,笔者认为应重视腰椎退行性疾病患者的术前骨密度和骨代谢指标的检测,并积极进行抗骨质疏松治疗。

【参 考 文 献】

- [1] 贺丽英,孙蕴,要文娟,等. 2010-2016 年中国老年人骨质疏松症患病率 Meta 分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2016, 22(12): 1590-1596.
- [2] Iorio JA, Jakoi AM, Singla A. Biomechanics of degenerative spinal disorders[J]. Asian spine journal, 2016, 10(2): 377.
- [3] Kawaguchi Y. Genetic background of degenerative disc disease in the lumbar spine[J]. Spine Surgery and Related Research, 2018, 2(2): 98-112.
- [4] Cheung K M C, Karppinen J, Chan D, et al. Prevalence and Pattern of Lumbar Magnetic Resonance Imaging Changes in a Population Study of One Thousand Forty-Three Individuals[J]. Spine, 2009, 34(9): 934-940.
- [5] El Saman A, Meier S, Sander A, et al. Reduced loosening rate and loss of correction following posterior stabilization with or without PMMA augmentation of pedicle screws in vertebral fractures in the elderly[J]. European Journal of Trauma and Emergency Surgery, 2013, 39(5): 455-460.
- [6] Galbusera F, Volkheimer D, Reitmaier S, et al. Pedicle screw

- loosening: a clinically relevant complication? [J]. *European Spine Journal*, 2015, 24(5): 1005-1016.
- [7] Ponnusamy KE, Iyer S, Gupta G, et al. Instrumentation of the osteoporotic spine: biomechanical and clinical considerations[J]. *The Spine Journal*, 2011, 11(1): 54-63.
- [8] Dodwad SM, Khan SN. Surgical stabilization of the spine in the osteoporotic patient [J]. *The Orthopedic Clinics of North America*, 2013, 44(2): 243-249.
- [9] Cho PG, Ji GY, Shin DA, et al. An effect comparison of teriparatide and bisphosphonate on posterior lumbar interbody fusion in patients with osteoporosis: a prospective cohort study and preliminary data[J]. *European Spine Journal*, 2017, 26(3): 691-697.
- [10] Kim JW, Park SW, Kim YB, et al. The effect of postoperative use of teriparatide reducing screw loosening in osteoporotic patients[J]. *Journal of Korean Neurosurgical Society*, 2018, 61(4): 494.
- [11] Ding Q, Chen J, Fan J, et al. Effect of zoledronic acid on lumbar spinal fusion in osteoporotic patients[J]. *Eur Spine J*, 2017, 26(11): 2969-2977.
- [12] Dipaola CP, Bible JE, Biswas D, et al. Survey of spine surgeons on attitudes regarding osteoporosis and osteomalacia screening and treatment for fractures, fusion surgery, and pseudoarthrosis[J]. *Spine J*, 2009, 9(7): 537-544.
- [13] Paz RDR, Henríquez MS, Melián KA, et al. Trends and attitudes of spine surgeons regarding osteoporosis [J]. *Neurocirugía (English Edition)*, 2019, 30(6): 268-277.
- [14] 李毅中, 庄华烽, 郭良瑞, 等. 骨密度和 25 羟维生素 D 在骨质疏松性髋部骨折的作用[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2015, 21(12): 1457-1459.
- [15] Wang P, Li Y, Zhuang H, et al. Influence of bone densitometry on the anti-osteoporosis treatment after fragility hip fracture[J]. *Aging clinical and experimental research*, 2019, 31(10): 1525-1529.
- [16] Chin DK, Park JY, Yoon YS, et al. Prevalence of osteoporosis in patients requiring spine surgery: incidence and significance of osteoporosis in spine disease[J]. *Osteoporos Int*, 2007, 18(9): 1219-1224.
- [17] Schmidt T, Ebert K, Rolvien T, et al. A retrospective analysis of bone mineral status in patients requiring spinal surgery[J]. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2018, 19(1): 53.
- [18] Iba K, Dohke T, Takada J, et al. Improvement in the rate of inadequate pharmaceutical treatment by orthopaedic surgeons for the prevention of a second fracture over the last 10 years[J]. *Journal of Orthopaedic Science*, 2018, 23(1): 1-5.
- [19] Vasikaran S, Eastell R, O. Bruyère, et al. Markers of bone turnover for the prediction of fracture risk and monitoring of osteoporosis treatment: A need for international reference standards [J]. *Osteoporosis International*, 2011, 22(2): 391-420.
- [20] Gao C, Qiao J, Li SS, et al. The levels of bone turnover markers 25(OH)D and PTH and their relationship with bone mineral density in postmenopausal women in a suburban district in China [J]. *Osteoporosis International*, 2017, 28(1): 211-218.
- [21] 边平达, 寿张轩, 李秀央, 等. 骨转换标志物在老龄男性骨密度变化中的预测价值[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2018, 2: 155-159.
- [22] Inose H, Yamada T, Mulati M, et al. Bone turnover markers as a new predicting factor for nonunion after spinal fusion surgery[J]. *Spine*, 2018, 43: E29-E34.
- [23] Kim TH, Lee BH, Lee HM, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in patients with lumbar spinal stenosis and its relationship with pain [J]. *Pain Physician*, 2013, 16(2): 165-176.
- [24] Stoker GE, Buchowski JM, Bridwell KH, et al. Preoperative Vitamin D Status of Adults Undergoing Surgical Spinal Fusion [J]. *Spine*, 2013, 38(6): 507-515.
- [25] Metzger MF, Kanim LEA, Zhao L, et al. The relationship between serum vitamin D levels and spinal fusion success: a quantitative analysis[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2015, 40(8): E458-E468.
- [26] Ravindra VM, Godzik J, Dailey AT, et al. Vitamin D levels and 1-year fusion outcomes in elective spine surgery [J]. *Spine*, 2015, 40(19): 1536-1541.
- [27] Zadrozny J, Shirley D, Ferreira M, et al. Mapping the association between Vitamin D and low back pain: A systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Pain physician*, 2017, 20(7): 611-640.
- [28] Englund M, Persson J, Bergstrom I. Lower pain and higher muscular strength in immigrant women with vitamin D deficiency following vitamin D treatment [J]. *International Journal of Circumpolar Health*, 2017, 76(1): 1340547.
- [29] Krasowska K, Skrobot W, Liedtke E, et al. The preoperative supplementation with vitamin D attenuated pain intensity and reduced the level of pro-inflammatory markers in patients after posterior lumbar interbody fusion[J]. *Frontiers in pharmacology*, 2019, 10: 527.
- [30] Kim TH, Yoon JY, Lee BH, et al. Changes in vitamin D status after surgery in female patients with lumbar spinal stenosis and its clinical significance[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2012, 37(21): E1326-E1330.
- [31] Lubelski D, Choma TJ, Steinmetz MP, et al. Perioperative medical management of spine surgery patients with osteoporosis [J]. *Neurosurgery*, 2015, 77(Suppl 4): S92-97.
- [32] Kim S, Ha Y, Park Y, et al. Orthopedic Surgeon's Awareness Can Improve Osteoporosis Treatment Following Hip Fracture: A Prospective Cohort Study[J]. *Journal of Korean medical science*, 2011, 26(11): 1501-1507.

(收稿日期: 2020-01-08; 修回日期: 2020-08-18)