

绝经后医务人员骨密度与椎体骨折的横向研究

王利¹ 王建儒² 张伟³ 吴利秋¹ 葛辉^{1*}

1.中山大学附属第一医院保健科,广东 广州 510080

2.中山大学附属第一医院脊柱外科,广东 广州 510080

3.中山大学附属第一医院外科门诊,广东 广州 510080

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2020) 08-1136-06

摘要: **目的** 通过横向研究探讨绝经后医务人员骨密度与椎体骨折的相互关系。**方法** 从单中心医务人员中,随机抽取 216 名绝经后女性,通过双能 X 线吸光测定仪检测其骨密度,运用 Genant 半定量法评估椎体骨折,分析骨密度与骨质疏松性骨折、椎体骨折的畸形程度以及 EQ-5D 评分的关系。**结果** 绝经后医务人员椎体骨密度的正常组、骨量减少组及骨质疏松组分别占 27%、35%、38%;随着骨密度 T 值的降低,正常组($T \geq -1.0$)、骨量减少组($-2.5 < T < -1.0$)和骨质疏松组($T \leq -2.5$)的椎体骨质疏松性骨折患病率明显升高($P < 0.05$),分别为 28%、42%和 53%;椎体骨折组(无论有/无临床症状)的骨密度明显低于无骨折组($P < 0.01$);椎体骨折畸形程度越重,其骨密度越低($P < 0.01$),躯体伸展程度、日常活动、疼痛或舒适度的 EQ-5D 评分亦越低($P < 0.05$)。**结论** 绝经后医务人员随着骨密度的降低,骨质疏松和椎体骨折的患病率增加,生活质量亦降低。

关键词: 医务人员;绝经后女性;骨密度;椎体骨折

Cross-sectional study of bone mineral density and vertebral fracture in the medical postmenopausal women with a single center in Guangzhou

WANG Li¹, WANG Jianru², ZHANG Wei³, WU Liqiu¹, GE Hui^{1*}

1.Department of Healthcare, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080

2.Department of Spine Surgery, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080

3.Department of Surgery Clinic, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

* Corresponding author: GE Hui, Email: gehui2009gh@126.com

Abstract: **Objective** To analyze the relationship between bone mineral density (BMD) and vertebral fracture in the medical postmenopausal women through a cross-sectional study. **Methods** A total of 216 postmenopausal women from the medical staff in a single center was entered randomly. The measurement for BMD was used by dual energy X-ray absorptiometry. Vertebral fracture was evaluated by a semi-quantitative method using the Genant's method. The relationship between BMD and osteoporotic fracture, a degree of deformity in vertebral fracture and EQ-5D was analyzed. **Results** The distribution of the normal, osteopenia and osteoporosis group in the medical postmenopausal women were 27%, 35% and 38%. The prevalence of the normal($T \geq -1.0$), osteopenia($-2.5 < T < -1.0$) and osteoporosis($T \leq -2.5$) group were decrease significantly with the T-scores increases($P < 0.05$); They were 28%, 42% and 53% respectively. BMD in subjects with symptomatic or asymptomatic vertebral fracture were significantly lower than those without fracture($P < 0.01$). The BMD was significantly lower with more severe degree of deformity in vertebral fracture($P < 0.01$) and lower scores in mobility, usual activities and pain/discomfort of the EQ-5D($P < 0.05$). **Conclusion** In the medical postmenopausal women, the prevalence of osteoporosis and vertebral fracture increase and quality of life decrease with lower BMD.

Key words: medical staff; postmenopausal women; bone mineral density; vertebral fracture

骨质疏松可导致椎体、髋部或腕部骨折,而绝经后女性更易发生^[1]。一旦发生髋部骨折,1 年内的

死亡率大约为 20%^[2],患者大多采取积极的外科治疗。然而,骨质疏松性椎体骨折的症状轻微或隐匿,短期的死亡率相对较低,其治疗容易被患者忽视。研究^[3]发现,椎体骨折亦可增加死亡率。因此,早

* 通信作者: 葛辉, Email: gehui2009gh@126.com

期诊断、积极预防骨质疏松非常重要。骨质疏松性骨折导致的躯体、心理及社会后果,将严重影响其健康相关的生存质量(HRQOL)^[4]。

骨密度是诊断骨质疏松、评价其治疗效果以及预测骨质疏松性骨折的重要标准。由于二维成像存在测量误差,不能反映出骨的质量。日前,临床上广泛采用WHO制定的骨密度相对值(T值)来判断骨质疏松和骨量减少。骨密度随着年龄、性别及种族的不同而变化,了解不同人群骨密度和相应的临床特征,有助于预测骨质疏松导致的公共卫生问题。医务人员基数庞大,是一特殊群体,长期室内高强度工作,作息不规律,其骨密度及相关卫生状况如何,目前较少报道。

因此,本研究从关注女性及医务人员健康的角度,在医务人员中选取绝经后女性,检测其骨密度,分析骨质疏松和骨量减少的发生率、骨密度与椎体骨折及EQ-5D的关系。

1 材料与方法

1.1 材料

此研究是单中心横向研究。绝经后医务人员来自2017年6月至2019年6月在中山大学附属第一医院保健门诊、脊柱外科门诊和普通外科门诊随机抽取的216例受试者。经医院伦理评审委员会通过,所有受试者均签署书面知情同意书。纳入标准:在职或退休返聘的医务人员,年龄 ≥ 50 岁的绝经后女性,末次月经至入选时的间隔大于12个月。排除标准:年龄 ≥ 80 岁;经历过高能创伤如交通事故等;最近6个月内患非椎骨骨折;认知能力下降致不能完成调查问卷者;第一至第四腰椎骨折伴内置钢板影响正常读片者。

1.2 方法

1.2.1 受试者基本信息:受试者初次就诊时进行体格检查,记录其年龄、身高、体重、绝经年限、母系(母亲、兄弟姐妹)骨质疏松家族史、母系(母亲、兄弟姐妹)骨质疏松性骨折(低能性骨折和无症状骨折)家族史、居住状况(地址、住宅便利设施、有无家人陪伴等)、吸烟指数和饮酒量,伴随的疾病如高血压病、糖尿病、高胆固醇血症、骨质疏松症、风湿性关节炎、伴跛行的膝关节或踝关节炎、帕金森病、未治疗的白内障等。详细记录最近一年的外伤、跌倒和背痛时的诱因、位置和治疗措施。

1.2.2 骨密度检测:使用双能X线吸光测定仪(DXA)检测椎体骨密度,如果近3个月做过此项检

查,数据可代替使用。操作严格遵循DXA说明进行。骨密度值用T表示,是一相对值,表示高于或低于同性别正常成人骨量峰值平均数的标准差倍数。根据T值不同,分为骨量正常组($T \geq -1.0$)、骨量减少组($-2.5 < T < -1.0$)和骨质疏松组($T \leq -2.5$),每组分别为58例、76例和82例,分析年龄与骨密度的关系。

1.2.3 平面X线摄影术:受试者采取胸腰椎正侧位,放射科医师用平面X线摄影术检测其椎体骨折的发生情况。根据Genant半定量法^[5]测定每个椎体变形程度,记录其症状,进一步评估椎体骨折及骨密度。椎体骨折变形程度分为正常(0级)、轻度变形(1级,20%~25%高度压缩)、中度变形(2级,25%~40%高度压缩)、重度变形(3级,超过40%高度压缩)。比较正常组、骨量减少组和骨质疏松组椎体压缩性骨折的百分比;比较有/无骨质疏松压缩性骨折的椎体平均骨密度;比较有疼痛症状的椎体骨折、无症状的椎体骨折和无椎体骨折的平均骨密度。

1.2.4 EQ-5D与骨密度的关系:EQ-5D即欧洲五维健康量表,是衡量生活质量的一个标准化工具,包括健康描述系统和直观模拟评分量表(VAS)。其中健康描述系统包括活动能力、自理能力、日常活动、疼痛或不舒服、焦虑或抑郁五个维度,每个维度包括没有困难(1级)、有点困难(2级)、非常困难(3级)三个等级。VAS是一垂直的、长20 cm的视觉模拟标尺,最顶端是100分,代表最好健康状况,最低端是0分,代表最差健康状况。根据EQ-5D卫生状况权衡值,计算受试者的EQ-5D评分^[6],分析EQ-5D与骨密度的关系。

1.3 统计学方法

采用SPSS 17.0软件,计量数据用平均数 $\pm$ 标准差表示,计数资料用百分数或率表示,统计分析采取单因素方差分析、*t*检验和卡方检验, $P < 0.05$ 表示具有统计学意义。

2 结果

2.1 受试者一般信息

入选216例受试者,平均年龄(60.7 ± 7.3)岁,50⁺组、60⁺组、70⁺组分别占39.4%、37.5%、23.1%,平均身高为(156.3 ± 4.7)cm,平均体重为(59.1 ± 7.3)kg,平均体质量指数(body mass index, BMI)为(24.3 ± 2.7)kg/m²,平均绝经年龄为(49.4 ± 5.3)岁,平均绝经持续时间为(13.8 ± 7.9)年。

2.2 骨密度和T值比较

通过双能 X 线骨密度测量仪检测受试者骨密度。椎体的平均骨密度及平均 T 值分别为 0.854 g/cm^2 , -2.11 ; 正常骨量组、骨量减少组及骨

质疏松组分别占 27%, 35%, 38%; 随着年龄的增长, 不同年龄组的骨密度及 T 值明显下降 ($P < 0.01$)。见表 1。

表 1 不同年龄段绝经后医务人员椎体骨密度和 T 值比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Comparison of vertebral BMD and T-scores in the medical postmenopausal women among different age groups ($\bar{x} \pm s$)

项目	50+岁 (n=85)	60+岁 (n=81)	70+岁 (n=50)	P 值
BMD 值	0.926(0.175)	0.840(0.173)	0.797(0.184)	<0.01
BMD 中位数	0.927	0.835	0.789	
T 值	-1.3(1.2)	-2.2(1.2)	-2.6(1.3)	<0.01
T 值中位数	-1.4	-2.1	-2.5	

2.3 骨密度与椎体骨折的关系

根据骨密度 T 值评估椎体压缩性骨折情况, 发现随着 T 值的降低, 椎体压缩性骨折的患病率明显升高 ($P < 0.05$); 骨量正常组、骨量减少组和骨质疏松组椎体骨质疏松性骨折的患病率分别为 28%、42% 和 53% (图 1)。此外, 无论是否出现背痛, 伴有骨质疏松性椎体骨折的骨密度及 T 值明显低于无骨折组 ($P < 0.01$, 图 2 A ~ 图 2B); 椎体骨折伴疼痛症状的椎体骨密度明显低于无症状的骨折患者 ($P < 0.01$), 而无症状骨折的椎体骨密度明显低于无骨折的患者 ($P < 0.01$, 图 3)。

2.4 骨密度与椎体骨折的变形程度

发现正常组的椎体骨密度明显高于 Genant 表中 1 级(轻度)、2 级(中度)和 3 级(重度)的骨密度 ($P < 0.01$); 然而, 1 级椎体的骨密度与 2 级和 3 级的骨密度相比, 无明显差异 (图 4)。

2.5 骨密度与 EQ-5D 的关系

EQ-5D 受试者所对应的骨密度值及 VAS 值见表 2, 与 2 级(有点困难)、3 级(非常困难)水平相比, 1

级(没有困难)受试者的椎体平均骨密度无明显变化 ($P > 0.05$), 但 1 级的 VAS 明显升高 ($P < 0.05$)。

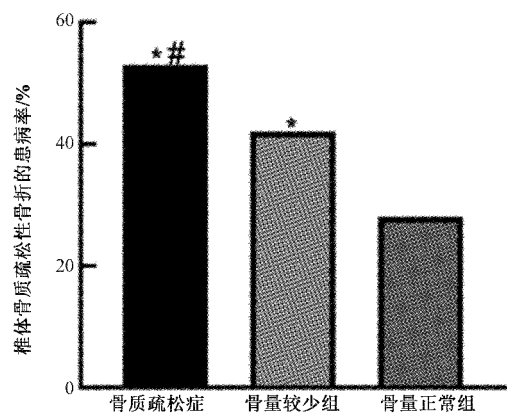


图 1 绝经后医务人员不同骨量的椎体骨质疏松性骨折患病率比较

Fig.1 Comparison of the incidence of osteoporotic vertebral compression fracture in the medical postmenopausal women with different bone mass

注: 与骨量正常组比较, * $P < 0.05$; 与骨量减少组比较, # $P < 0.05$ 。

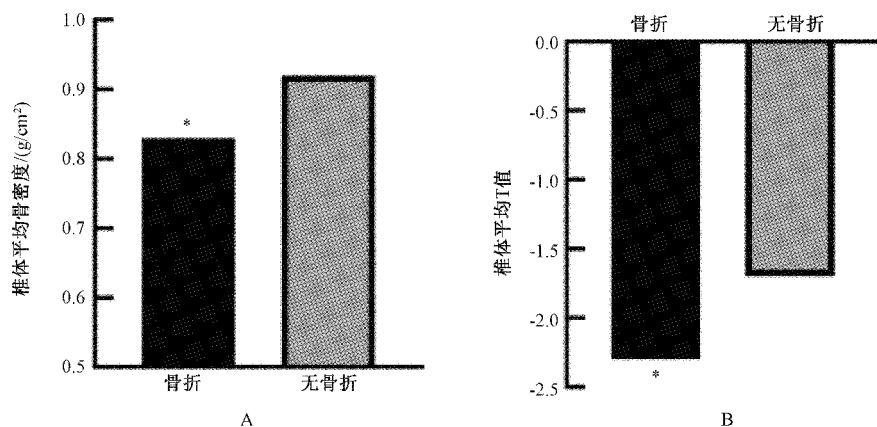


图 2 绝经后医务人员椎体骨质疏松性骨折的平均骨密度、平均 T 值比较 A: 椎体平均骨密度; B: 椎体平均 T 值。

注: 与无骨折组比较, * $P < 0.01$ 。

Fig.2 Comparison of the mean BMD/T-score in the medical postmenopausal women with/without osteoporotic vertebral compression fracture

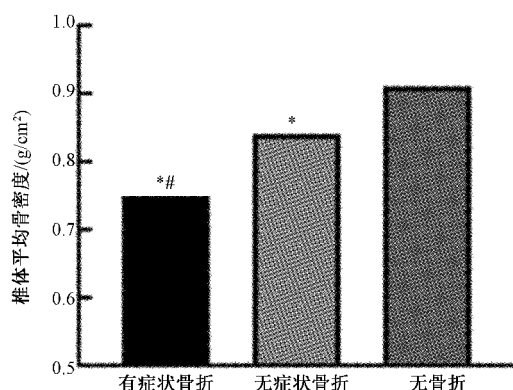


图3 绝经后医务人员不同症状椎体骨质疏松性骨折的平均骨密度比较

注:与无骨折组比较,* $P<0.01$;与无症状骨折组比较,* $P<0.01$ 。

Fig.3 Comparison of the mean BMD in the medical postmenopausal women with different symptoms of osteoporotic vertebral compression fracture

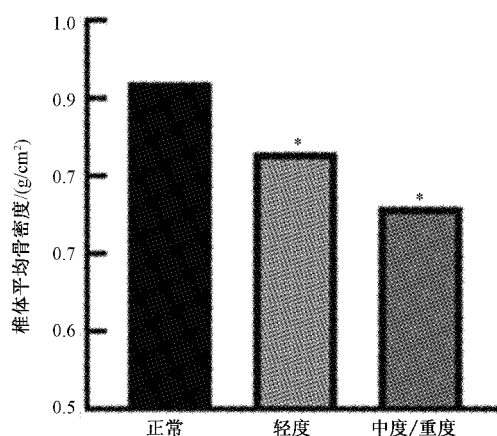


图4 绝经后医务人员不同变形程度的椎体平均骨密度比较

注:与正常组比较,* $P<0.01$ 。

Fig.4 Comparison of the mean BMD in the medical postmenopausal women with different vertebral deformity grades

表2 绝经后医务人员不同 EQ-5D 的椎体平均骨密度(BMD)与 VAS 之间的比较

Table 2 Comparison of the average vertebral BMD and VAS in the medical postmenopausal women with different EQ-5D

问题		椎体 BMD		VAS	
		样本量	平均值	样本量	平均值
活动能力	行走没有问题	112	0.837	108	71.5
	行走有问题/需卧床	98	0.833	96	63.8
P 值		0.463		<0.05	
自理能力	可以自己洗澡/穿衣	165	0.839	159	70.9
	需他人帮助或完全不能洗澡/穿衣	46	0.831	61	60.1
P 值		0.327		<0.05	
日常活动	日常活动没问题	123	0.863	118	72.6
	日常活动有问题/不能进行日常活动	88	0.851	36	61.8
P 值		0.335		<0.05	
疼痛/不舒服	没有疼痛/不舒服	58	0.862	56	75.1
	有一些疼痛/不舒服或有严重疼痛/不舒服	153	0.858	147	65.7
P 值		0.674		<0.05	
焦虑/抑郁	没有焦虑/抑郁	138	0.861	133	71.3
	有些焦虑/抑郁或有严重焦虑/抑郁	72	0.859	71	60.1
P 值		0.947		<0.05	

注:P 值来自 t 检验; VAS:直观模拟评分。

3 讨论

女性绝经之后,由于雌激素水平逐渐降低,破骨细胞功能增强,导致骨质分解增加,从而引起骨密度下降。医务人员长期从事室内高强度工作、作息不规律、缺乏日晒和运动等因素均影响其骨骼健康。本研究结果显示,50⁺~70⁺岁的绝经后医务人员,其骨密度随着年龄的增大而降低,说明年龄是骨质疏松发生的一重要危险因素。与其它普通人群研究结果相似^[7],略高于同行业医务人员的骨密度

分析^[8]。

绝经后女性骨质疏松风险较男性及未绝经女性更大,发生骨质疏松性骨折的风险亦更高,其中最常见为椎体骨折^[1]。骨质疏松性骨折可引起严重的症状,在椎体压缩性骨折患者中也可无症状。本研究发现,绝经后医务人员患有症状性椎体压缩性骨折的骨密度明显低于无症状骨折组,而无症状骨折组的骨密度明显低于无骨折组。因此,随着骨密度的降低,绝经后医务人员椎体压缩性骨折的患病率明显升高。

骨密度与椎体变形程度相关^[9]。本研究结果显示,绝经后医务人员椎体变形程度越重,骨密度水平越低。骨密度降低可加速椎体压缩性骨折;其值越低,冲击力越易造成椎体变形。对于脊柱后凸,相同的冲击力还可持续作用于胸椎或腰椎。伴有胸腰椎交界段骨折和上终板骨折的骨质疏松性椎体骨折患者发生后凸畸形的风险更高^[10],从而形成恶性循环。因此,中国原发性骨质疏松症诊疗指南(2017)^[11]指出,当患者身高缩短2 cm以上,无论是急性还是渐进,均应进行脊柱影像学检查,以明确是否有新椎体骨折发生。

椎体塌陷、变形导致患者出现持续疼痛,日常活动受限,生活质量下降^[12]。影响骨质疏松进展的危险因素之一是体育活动的减少^[13]。体育活动如步速、步长和握力增加,骨密度亦增加,其与健康和影响生活质量的疼痛相关^[14]。EQ-5D是评估生活质量的有效指标。本研究中,可能由于样本量小的原因,EQ-5D不同级别维度间的骨密度没有表现出明显差异,但1级的VAS评分明显升高,说明VAS评分更加灵敏,是评估人群健康的重要工具。新近研究^[15]显示,绝经后女性骨密度降低与严重内分泌和代谢紊乱相关,与较高的贝克抑郁评分、抑郁症的高发病率及其严重程度呈正相关^[16],还与左心功能下降和冠心病相关^[17],这些均影响患者的生活质量,促使骨质疏松症的进展。2018中国骨质疏松和骨矿物盐疾病专家共识亦提倡多部门合作,建立合理的骨质疏松疾病管理模式,从而改善患者生活质量^[18]和降低死亡率^[19]。

本研究是单中心横向研究,存在一些限制,医务人员均来自中山大学附属第一医院保健门诊、脊柱外科门诊和普通外科门诊,样本量偏小,设计中没有纳入饮食习惯、伴随疾病等影响因素,不能全面准确反映绝经后医务人员的骨密度特征。后期需大样本、多中心深入合作,为医务人员健康提供更多循证医学证据。

总之,绝经后医务人员骨密度与椎体骨折存在相互关系,随着骨密度的降低,骨质疏松和椎体骨折的患病率明显升高,生活质量亦明显下降,临床中应积极治疗骨质疏松,预防骨质疏松性骨折的发生。

【参 考 文 献】

[1] Lin X, Xiong D, Peng Y, et al. Epidemiology and management of osteoporosis in the People's Republic of China: current perspectives[J]. Clin Interv Aging, 2015, 10: 1017-1033.

[2] Yoon HK, Park C, Jang S, et al. Incidence and mortality following hip fracture in Korea[J]. Korean Med Sci, 2011, 26(8): 1087-1192.

[3] Lau E, Ong K, Kurtz S, et al. Mortality following the diagnosis of a vertebral compression fracture in the Medicare population[J]. Bone Joint Surg Am, 2008, 90(7): 1479-1486.

[4] Marques A, Lourenco O, Da SJ. The burden of osteoporotic hip fractures in Portugal: costs, health related quality of life and mortality[J]. Osteoporos Int, 2015, 26(11): 2623-2630.

[5] Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, et al. Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique[J]. J Bone Miner Res, 1993, 8(9): 1137-1148.

[6] Lee YK, Nam HS, Chuang LH, et al. South Korean time trade-off values for EQ-5D health states: modeling with observed values for 101 health states [J]. Value Health, 2009, 12(8): 1187-1193.

[7] Suzuki T, Yoshida H. Low bone mineral density at femoral neck is a predictor of increased mortality in elderly Japanese women [J]. Osteoporos Int, 2010, 21(1): 71-79.

[8] 王燕侠,李伟巍,李亚梅,等. 中老年医务职业女性骨密度影响因素分析[J]. 中国骨质疏松杂志, 2016, 22(8): 1019-1022.

[9] Jacobs-Kosmin D, Sandorfi N, Murray H, et al. Vertebral deformities identified by vertebral fracture assessment: associations with clinical characteristics and bone mineral density [J]. J Clin Densitom, 2005, 8(3): 267-272.

[10] Patil S, Nene AM. Predictors of kyphotic deformity in osteoporotic vertebral compression fractures: a radiological study [J]. Eur Spine J, 2014, 23(12): 2737-2742.

[11] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 原发性骨质疏松症诊疗指南(2017) [J]. 中国实用内科杂志, 2018, 38(2): 127-150.

[12] Muratore M, Ferrera A, Masse A, et al. Osteoporotic vertebral fractures: predictive factors for conservative treatment failure. A systematic review[J]. Eur Spine J, 2018, 27(10): 2565-2576.

[13] Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report: WHO Study Group [J]. Osteoporos Int, 1994, 4(6): 368-381.

[14] Mccarthy J, Davis A. Diagnosis and management of vertebral compression fractures[J]. Am Family Physician, 2016, 94(1): 44-50.

[15] Dutta D, Dharmshaktu P, Aqqarwal A, et al. Severity and pattern of bone mineral loss in endocrine causes of osteoporosis as compared to age-related bone mineral loss[J]. J Postgrad Med, 2016, 62(3): 162-169.

[16] Catalano A, Martino G, Bellone F, et al. Anxiety levels predict fracture risk in postmenopausal women assessed for osteoporosis [J]. Menopause, 2018, 25(10): 1110-1115.

[17] Lee SN, Cho JY, Eun YM, et al. Association between osteoporosis and coronary artery disease in postmenopausal women [J]. Climacteric, 2016, 19(5): 458-462.

- [18] 丁悦,张嘉,岳华,等.骨质疏松性椎体压缩性骨折诊疗与管理专家共识[J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2018, 11(5): 425-437.
- [19] Lee JH, Lee YH, Moon SH, et al. Influence of insurance benefit

criteria on the administration rate of osteoporosis drugs in postmenopausal females[J]. Clin Orthop Surg, 2014, 6(1): 56-61.

(收稿日期: 2019-09-05;修回日期: 2019-11-01)

(上接第 1108 页)

- [5] Kataoka K, Ogura E, Hasegawa K, et al. Mutations in type I collagen genes in Japanese osteogenesis imperfecta patients[J]. Pediatr, 2007, 49(5): 564-569.
- [6] van Dijk FS, Byers PH, Dalgleish R, et al. EMQN best practice guidelines for the laboratory diagnosis of osteogenesis imperfecta[J]. Eur J Hum Genet, 2012, 20(1): 11-9.
- [7] 鞠明艳, 张天可, 白雪, 等. 成骨不全患儿 COL1A1 基因第 45 外显子两个突变位点的筛查及分析[J]. 中华医学遗传学杂志, 2016, 33(2): 140-144.
- [8] Lee KS, Song HR, Cho TJ, et al. Mutational spectrum of type I collagen genes in Korean patients with osteogenesis imperfecta[J]. Hum Mutat, 2006, 27(6): 599.
- [9] Gentile FV, Zuntini M, Parra A, et al. Validation of a quantitative PCR-high-resolution melting protocol for simultaneous screening of COL1A1 and COL1A2 point mutations and large rearrangements: application for diagnosis of

osteogenesis imperfecta[J]. Hum Mutat, 2012, 33(12): 1697-707.

- [10] Wang J, Ren X, Bai X, et al. Identification of gene mutation in patients with osteogenesis imperfect using high resolution melting analysis[J]. Scientific Reports, 2015, 26(5): 13468.
- [11] Di Lullo GA, Sweeney SM, Korkko J, et al. Mapping the ligand-binding sites and disease-associated mutations on the most abundant protein in the human, type I collagen[J]. The Journal of biological chemistry, 2002, 277: 4223-4231.
- [12] Rauch F, Lalic L, Roughley P, et al. Relationship between genotype and skeletal phenotype in children and adolescents with osteogenesis imperfect[J]. Bone Miner Res, 2010, 25(6): 1367-1374.
- [13] 任秀智, 曾裴, 李冰, 等. 多段截骨矫形髓内固定治疗儿童成骨不全症[J]. 中华骨科杂志, 2012, 32(5): 477-481.

(收稿日期: 2019-07-02;修回日期: 2019-08-25)

(上接第 1113 页)

- [15] Chen JH, Lin X, Bu C, et al. Role of advanced glycation end products in mobility and considerations in possible dietary and nutritional intervention strategies[J]. Nutr Metab (Lond), 2018, 15:72.
- [16] 于雪妮,冯小刚,张建民,等. 人参化学成分与药理作用研究新进展[J]. 人参研究, 2019, 31(1): 47-51.
- [17] 田耀博,赵大庆,李香艳,等. 人参多糖通过抑制 ROS 水平和凋亡保护 H₂O₂ 诱导的心肌细胞氧化应激损伤[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2018, 52(2): 240-247.
- [18] 周彬,吴琳,凌叶盛,等. 人参皂苷 Rb1 通过抑制 NF- κ B p65 介导的炎症和氧化应激改善内皮细胞复制性衰老[J]. 中山大学学报(医学版), 2018, 39(6): 835-843.
- [19] 李晶峰,闫伟,金平,等. 龟甲的强骨活性研究进展[J]. 吉林

中医药, 2017, 37(12): 1242-1244.

- [20] 鲍悦,高久堂,孙佳明,等. 中药鹿角胶的研究进展[J]. 吉林中医药, 2016, 36(2): 173-175.
- [21] Pliszka B. Polyphenolic content, antiradical activity, stability and microbiological quality of elderberry (*Sambucus nigra* L.) extracts[J]. Acta Sci Pol Technol Aliment, 2017, 16(4): 393-401.
- [22] 陆敏,李晓明,卢永翎,等. 槲皮素抑制蛋白糖基化及 DNA 损伤[J]. 食品科学, 2016, 37(1): 104-108.
- [23] Olsen EK, Hansen E, Isaksson J, et al. Cellular antioxidant effect of four bromophenols from the red algae, *Vertebrata lanosa* [J]. Mar Drugs, 2013, 11(8): 2769-2784.

(收稿日期: 2019-10-16;修回日期: 2019-12-25)