

# 成都地区不同年龄城乡妇女维生素 D 和骨代谢指标及骨密度的状况分析

唐毅<sup>1\*</sup> 杨靖<sup>1</sup> 曹洪义<sup>1</sup> 陈德才<sup>2</sup> 杨帆<sup>1</sup>

1. 成都市第五人民医院, 四川 成都 611130
2. 四川大学华西医院, 四川 成都 610041

中图分类号: R59 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2016) 06-0756-05

**摘要:** 目的 评价成都市不同年龄城乡女性居民血清 25-羟基维生素 D 水平并计算维生素 D 缺乏和不足的患病率, 计算各种骨转换指标的平均值, 研究维生素 D 水平与骨转换指标的关系。方法 选择 2 个城镇社区和 2 个农村社区, 30~90 岁健康妇女 376 例, 采用酶联免疫法测定 1,25-二羟基维生素 D、25-羟基维生素 D, 化学发光免疫分析法测定骨碱性磷酸酶、胶原 C 端肽、N 端骨钙素、抗酒石酸酸性磷酸酶、甲状旁腺素、I 型前胶原氨基, 用双能 X 线吸收仪检测腰椎骨密度。结果 25-羟基维生素 D 平均值为  $17.2 \pm 0.7$  ng/mL, N 端骨钙素平均值为  $7.6 \pm 0.3$  ng/mL, I 型前胶原氨基端肽平均值为  $59.6 \pm 4.2$  ng/mL, 维生素 D 不足者患病率为 97.0%, 缺乏者患病率为 76.86%。同时, 25-羟基维生素 D 与胶原 C 端肽、抗酒石酸酸性磷酸酶呈负相关, 1,25-二羟基维生素 D 与骨碱性磷酸酶呈正相关关系。50 岁以后骨密度显著下降。结论 成都市女性居民在冬季维生素 D 普遍不足, 不良的生活方式及低维生素 D 的摄入应引起重视。

**关键词:** 25-羟基维生素 D; 骨代谢指标; 骨密度

## Investigation and analysis of vitamin D, bone metabolic markers, and bone mineral density in females of different age in Chengdu

TANG Yi<sup>1</sup>, YANG Jing<sup>1</sup>, CAO Hongyi<sup>1</sup>, CHEN Decai<sup>2</sup>, YANG Fan<sup>1</sup>

1. The Fifth People's Hospital of Chengdu, Chengdu 611130
2. West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: TANG Yi, Email: paopaotang@163.com

**Abstract: Objective** To evaluate the level of serum 25-hydroxyvitamin D and bone metabolic markers in female residents of different age and region in Chengdu, to calculate the prevalence of vitamin D deficiency, and to study the relationship between vitamin D and bone metabolic markers. **Methods** A total 376 cases of 30-90 years old healthy women were selected from two urban region and two rural communities. The levels of 1,25-hydroxyvitamin D and 25-hydroxyvitamin D were detected using enzyme linked immunosorbent assay. The levels of bone alkaline phosphatase, collagen C peptide, N end of osteocalcin, resistant acid phosphatase, parathyroid hormone, and type I procollagen amino terminal peptide were determined using chemiluminescence immunoassay method. Bone mineral density of the lumbar vertebrae was measure using DXA. **Results** The mean values of 25-hydroxyvitamin D, N-terminal osteocalcin, and type I procollagen amino terminal peptide were  $17.2 \pm 0.7$  ng/ml,  $7.6 \pm 0.3$  ng/ml, and  $59.6 \pm 4.2$  ng/ml, respectively. The prevalence of vitamin D deficiency and insufficient was 97% and 76.86%, respectively. There was a negative correlation between 25-hydroxyvitamin D and collagen C peptide and resistant acid phosphatase. 1,25-hydroxyvitamin D and bone alkaline phosphatase were positively correlated. **Conclusion** This study shows that vitamin D is generally inadequate in women of Chengdu in winter. Unhealthy lifestyle and low vitamin D intake should be taken into account.

**Key words:** 25-hydroxyvitamin D; Bone metabolic markers; Bone mineral density

基金项目: 成都市科技厅(2015-HM01-00281-SF); 四川省卫生厅科研项目(150024); 成都市内分泌学会青年基金项目(2012005)

\* 通讯作者: 唐毅, Email: paopaotang@163.com

近年来国内外的研究显示, 维生素 D 在调节机体钙平衡和骨代谢方面发挥了重要作用, 在维生素 D 缺乏时机体的钙吸收减少<sup>[1]</sup>, 血钙下降引起继发性甲状旁腺激素分泌增加, 促进破骨细胞成熟, 增加

骨转换,加速骨量丢失引起骨质疏松<sup>[2]</sup>。特别是在老年人中,维生素D的缺乏能导致骨骼肌功能下降<sup>[3]</sup>,从而增加了跌倒和发生骨折的风险。血清25-羟维生素D水平是反映机体维生素D营养状况最好的指标。维生素D不足的情况普遍存在于世界各国人群中,我国关于维生素D的研究数据还很少。为了解成都温江地区人群维生素D水平情况,更好的防治骨质疏松症提供理论依据,而进行了本次研究。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

由于女性发生骨质疏松症的机率更高,因此本研究选择30~90岁女性常住居民,样本采取简单随机抽样法获得,选择2个城镇社区和2个农村社区,再按照样本含量的需要进行受试者筛选,共取得376例女性进入研究,平均60.7岁,签署知情同意后安排检查。由于维生素D合成取决于很多因素,季节影响较为明显<sup>[4]</sup>,故调查时间选择冬季,集中在11月至次年2月,所有血液样本均在华西医院内分泌实验室进行。排除标准:①心功能衰竭,慢性肝病,肾功能不全,恶性肿瘤,活动性风湿免疫疾病,活动性结核,甲状腺及甲状旁腺疾病,代谢性骨病,骨软化症,成骨不全症,畸形性骨炎,帕金森病,库欣综合征,老年痴呆,长期卧床,有皮肤疾病无法接受阳光照射者;②有可能引起维生素D缺乏的手术史及疾病史,包括胃大部切除术后、肠切除术后、胃肠造瘘者,胃溃疡、克罗恩病、节段性小肠炎、慢性痢疾等;③女性过早绝经者(小于40岁);④过去6个月内无骨折。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 一般资料收集:**设计调查问卷对所有对象进行病史询问,记录其年龄、性别、职业、受教育程度、烟酒史、服药史、既往史、家族史、绝经史、测量身高、体重、血压、腰围、臀围、体重指数(BMI)。

**1.2.2 血液资料收集:**各项生化指标测定空腹肘静

脉血。采集空腹血、离心,血清-20℃储存,1w内进行实验室指标检测。所有血清标本由具有资质的实验人员统一测定。采用酶联免疫法(ELISA)测定血清1,25-二羟维生素D(1,25-(OH)<sub>2</sub>-VD)、25-羟维生素D(25-OH-VD),采用全自动化学发光免疫分析法(Obase 6000型电化学发光仪,瑞士罗氏诊断)测定骨碱性磷酸酶(bone alkaline phosphatase, BAP)、胶原C端肽(collagen C peptide, CTX)、N端骨钙素(N end of osteocalcin, N-MID)、抗酒石酸酸性磷酸酶(resistant acid phosphatase, TRAP-5b)、甲状旁腺素(parathyroid hormone, PTH)、1型前胶原氨基端肽(1 type of amino terminal peptide, PINP)。各指标参考范围分别为:65.0~156.2 pmol/L, 30.1~100.4 ng/mL, 11.4~24.6 μg/L, 0.3~0.584 ng/mL, 11~46 ng/mL, 2.2~3.1 U/L, 15.0~65.0 pg/mL, 30.7~53.2 ng/mL。

**1.2.3 骨密度测定:**使用双能X线骨密度吸收仪(美国Lunar公司)测量腰椎1~4骨密度(BMD),与年轻人峰值比较T值评分,与同龄人峰值比较Z值评分,统计骨质疏松和骨量减少发生率。

### 1.3 统计学处理

所有的调查问卷和检测结果由专人专柜保存,在数据录入与核查结束后,由研究者、数据管理人员、统计分析人员共同对数据进行审核。计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 的形式表示,计数资料以率(%)表示。指标间关系判定采用两变量相关分析和多元线性回归分析。所有的统计检验均采用双侧检验,P值小于0.05作为检验的差别有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 临床与生化特征

总体上,对比正常参考值范围,年龄、体重、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、腰围、臀围、体重指数(BMI)无明显异常。血钙低于正常水平(2.25~2.58 mmol/L)(表1)。

表1 临床及生化指标( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Clinical and biochemical parameters ( $\bar{x} \pm s$ )

名称	年龄 (岁)	身高 (cm)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	钙 (mmol/L)	磷 (mmol/L)	镁 (mmol/L)
均值	61 ± 11	154 ± 16	21.6 ± 4	114 ± 13	70 ± 8	2.10 ± 0.21	1.23 ± 0.11	1.14 ± 0.02

### 2.2 骨代谢指标比较

根据国际骨质疏松基金会的建议,血清25-羟维

生素D水平小于20 ng/mL为维生素D缺乏,而21~30 ng/mL为维生素D不足。整个人群比较,25-

OH-VD 平均值均明显低于正常水平,有统计学意义 ( $P=0.001$ ),25-OH-VD 不足者患病率为:97.0%,缺乏者患病率为:76.86%。1,25-(OH)<sub>2</sub>-VD 正常,但有 42.0% 人群低于正常水平,以 50~70 岁人群为主。N-MID 低于正常水平,患病率为:80.54%,有统计学意义 ( $P=0.006$ ),P1NP 高于正常水平,患病率为:48.30%,有统计学意义 ( $P=0.023$ )。CTX 低于正常水平,PTH 稍高于正常水平,均无统计学意义 ( $P>0.05$ ),BAP、TRAP-5b 正常。按城镇和农

村社区分组比较,城镇组 PTH 高于正常,患病率:42.6%,对比农村组有统计学意义 ( $P<0.05$ ),其余指标两组无明显差异(表 2)。按年龄段分层,30~40 岁,41~50 岁,51~60 岁,61~70 岁,71~80 岁,81~90 岁,25-OH-VD 不足患病率分别为:97%,100%,92.9%,100%,95.9%,92.7%,缺乏患病率分别为:76.86%,89.3%,51.4%,81.5%,72.6%,78.1%。

表 2 不同年龄及区域人群骨代谢指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

Table 2 Comparison of the bone metabolic parameters among different age and regions ( $\bar{x}\pm s$ )

年龄(岁)	人数(例)	1,25(OH) <sub>2</sub> V D(pmol/L)	25OHVD (ng/mL)	BAP (ug/L)	CTX (ng/mL)	NMID (ng/mL)	TRAP5b (U/L)	PTH (pg/mL)	P1NP (ng/mL)
30~40	36	102.1±7.06	14.4±1.2	14.0±0.8	0.21±0.03	3.9±0.4	3.6±0.1	69.9±7.1	69.2±4.9
41~50	75	68.0±4.5	15.7±1.1	15.6±0.7	0.15±0.01	5.4±0.4	2.7±0.1	99.6±8.3	53.4±2.7
51~60	70	58.1±3.8	20.8±1.9	23.0±0.9	0.24±0.02	10.5±0.6	2.1±0.1	82.3±7.9	49.7±2.2
61~70	81	60.8±5.5	16.5±1.0	24.2±1.1	0.21±0.01	7.0±0.4	1.3±0.1	54.6±4.9	56.5±3.9
71~80	73	97.0±4.8	17.4±1.8	24.5±0.8	0.24±0.01	7.8±0.6	2.2±0.1	39.0±3.8	69.0±5.3
81~90	41	81.3±4.4	16.9±3.1	22.9±1.4	0.56±0.17	10.7±0.9	2.7±0.2	49.9±5.1	63.3±4.4
城镇	81	89.9±8.9	17.5±1.1	20.1±0.6	0.25±0.01	7.8±0.4	2.3±0.1	73.6±4.8	57.5±2.8
乡村	73	85.8±3.5	16.8±0.8	22.3±0.6	0.25±0.04	7.4±0.3	2.2±0.1	59.8±3.2	59.8±2.5
合计	376	87.9±4.9	17.2±0.7	21.2±0.5	0.25±0.02	7.6±0.3	2.3±0.1	66.8±2.9	59.6±4.2

### 2.3 骨密度比较

根据 2011 年世界卫生组织(WHO)的诊断标准及中华医学会骨质疏松与骨矿盐疾病分会的骨质疏松防治指南,当  $T$  评分  $\geq -1$ ,认为骨量正常; $-2.5 < T$  评分  $< -1.0$  诊断为骨量减少; $T$  评分  $\leq -2.5$ ,诊断为骨质疏松,如果同时并发一处或多处非暴力性骨折史,则诊为严重骨质疏松症<sup>[5]</sup>。对于儿童、绝经前妇女以及小于 50 岁的男性,其骨密度水平用  $Z$  值表示, $Z$  值 =  $(\text{BMD}_{\text{测定值}} - \text{BMD}_{\text{同年龄人群参考值}}) / \text{SD}_{\text{同年龄人群参考值}}$ 。超过 50 岁男性、绝经后妇女,骨密度水平用  $T$  值表示, $T$  值 =  $(\text{BMD}_{\text{测定值}} - \text{BMD}_{\text{正常青年人参考值}}) / \text{SD}_{\text{正常青年人参考值}}$ 。按年龄段分层,30~40 岁,41~50 岁,51~60 岁,61~70 岁,71~80 岁,81~90 岁,骨密度值  $L_{1-4}$  ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) 分别为:1.107±0.098,1.066±0.091,0.953±0.076,0.937±0.086,0.883±0.079,0.843±0.087。BMD 随年龄增长而降低,50 岁以后骨密度显著下降,差异有统计学意义 ( $P<0.05$ )。整个人群,骨质疏松者 119 例,占 31.6%,骨量减少者 139 例,占 37.0%。 $Y_4$ 、 $Y_5$ 、 $Y_6$  组骨质疏松患病率差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ),其余年龄组男女骨质疏松的患病率差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。城镇和农村间差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ) (表 3)。

表 3 不同年龄及区域骨密度比较[例数(%)]

Table 3 Comparison of bone mineral density among different age and regions (%)

年龄(岁)	例数	骨量正常	骨量减少	骨质疏松
$Y_1$ (30~40)	36	29(80.6%)	6(16.7%)	1(2.7%)
$Y_2$ (41~50)	75	46(61.3%)	25(33.4%)	4(5.3%)
$Y_3$ (51~60)	70	24(34.3%)	31(44.3%)	15(21.4%)
$Y_4$ (61~70)	81	13(16.1%)	37(45.6%)	31(38.3%)
$Y_5$ (71~80)	73	5(7.1%)	30(40.8%)	38(52.1%)
$Y_6$ (81~90)	41	1(2.4%)	10(24.5%)	30(73.1%)
城镇	190	57(30.4%)	71(37.1%)	62(32.6%)
农村	186	61(32.8%)	68(36.6%)	57(30.6%)
合计	376	118(31.4%)	139(37.0%)	119(31.6%)

### 2.4 相关性分析

连续性变量,采取 Pearson 相关性分析法表明,25-OH-VD 与 CTX、TRAP-5b 有明显负相关 ( $r = -0.12$ ,  $r = -0.19$ ,  $P < 0.05$ ),1,25-(OH)<sub>2</sub>-VD 与 BAP 有明显正相关 ( $r = 0.311$ ,  $P < 0.05$ )。血清 25(OH)D 与 PTH、腰椎 BMD 均无线性相关 ( $P > 0.05$ )。以 25-OH-VD 为因变量,BAP、CTX、N-MID、TRAP-5b、PTH、P1NP 等为自变量进行多元线性逐步回归分析,表明 CTX、TRAP-5b 是影响 25-OH-VD 水平的独立相关因素,回归方程为:  $Y = 48.818 - 3.209X_{\text{CTX}} - 2.232X_{\text{TRAP-5b}}$ 。以 1,25-(OH)<sub>2</sub>-VD 为因变量,BAP、CTX、N-MID、TRAP-5b、PTH、P1NP 等为

自变量进行多元线性逐步回归分析,表明 BAP、N-MID 是影响  $1,25-(\text{OH})_2\text{-VD}$  水平的独立相关因素,回归方程为: $Y = 19.591 + 4.1X_{\text{BAP}} - 2.464X_{\text{NMID}}$ 。

### 3 讨论

骨质疏松症已成为全球性的公共健康问题,其并发症脆性骨折可使患者致残,给社会及家庭造成严重的负担<sup>[6]</sup>。骨密度受年龄、性别、遗传因素、营养因素、运动因素、体重因素和生活习惯等多种因素影响,如何早期预防骨质疏松及早期诊断骨质疏松十分关键。维生素  $\text{D}_3$  ( $\text{VD}_3$ ) 是骨代谢重要的调节激素,是肠道钙、磷吸收和骨矿化所必需的,可促进钙的吸收从而有利于骨密度的增加。 $\text{VD}_3$  在肝内 25-羟化酶作用下形成 25-OH-VD,在肾近端小管 1 $\alpha$  羟化酶催化下成为活性更高的  $1,25-(\text{OH})_2\text{-VD}$ ,通过维生素 D 受体 (VDR) 介导发挥其调节钙、磷代谢的经典作用。

人类所需的维生素 D 90% 以上是由皮肤产生的,从食物中所获得的极其有限。皮肤必须接受日光中的紫外线照射才能合成维生素  $\text{D}^{[7]}$ ,因此,缺乏日照成为维生素 D 缺乏的一个最为常见的原因。机体维生素 D 缺乏普遍存在于世界各国,美国有超过 57.1% 的绝经后妇女发生维生素 D 缺乏<sup>[8]</sup>,欧洲有 40% ~ 80% 不同年龄成人的血清 25-OH-VD 水平低于 20 ng/mL,在我国上海市冬季绝经后妇女的平均血清 25-OH-VD 为 17.1 ng/mL,维生素 D 缺乏者占 68%<sup>[9]</sup>,在我国香港,50 岁以上老年人血清 25-OH-VD 28.3 ng/mL<sup>[10]</sup>。长春地区健康女性 25-OH-VD<sub>3</sub> 缺乏者 70.54%,不足者 23.51%<sup>[11]</sup>。我国也有大型研究显示日光照射可促进 25-OH-VD 生成,日照 30 ~ 60min/d 对高海拔、低度缺氧所致骨量丢失有弥补作用<sup>[12]</sup>。强化维生素 D 补充对绝经后女性肌力和生活质量的改善具有重要作用<sup>[13]</sup>。四川盆地由于特有的盆地地形和亚热带季风气候,成都位于东经 104.06°,北纬 30.67°,每年四川盆地的日照时间为 900 ~ 1400 h,太阳辐射强度为 370 ~ 420 kJ/cm<sup>2</sup>。大多数居民可能不能通过晒太阳获得充足的维生素 D,居民维生素 D 不足或缺乏的患病率可能居全国前列。然而,现在还没有研究对于四川盆地普通城乡居民的维生素 D 水平进行全面的调查。

本研究结果显示,整体人群 25-OH-VD 不足患病率为:97.0%,缺乏者患病率为:76.86%。按年龄段分层,维生素 D 缺乏或不足患病率均高,说明冬季时刻,成都地区女性人群维生素 D 严重缺乏,包

括青年人。按城乡区域分层,城镇组 PTH 高于正常,其余指标未见明显差异。骨形成标志物 N 端骨钙素低于正常水平,骨吸收标志物 1 型前胶原氨基端肽高于正常水平,提示成骨细胞因子低下,破骨细胞因子活跃,这将进一步加快骨质疏松的形成。本研究中出现的这种机体维生素 D 不足或缺乏比例甚高、普遍的情况,一是因为中国人的饮食主要是以植物性质的为主,而富含维生素 D 的肉、蛋、鱼肝油等相对较少。二是现阶段年轻人工作忙碌,生活压力大,熬夜、加班增多,缺乏户外运动,饮食不合理,爱饮用浓茶、咖啡、碳酸饮料。三是因为四川所处的地理位置相对靠北,日照时间短,加之近几年四川地区空气污染严重,造成阳光紫外线透过率降低和人们户外活动时间缩短,影响了自身皮肤维生素 D 的生成。通过相关及线性回归分析,发现 25-OH-VD 与胶原 C 端肽、抗酒石酸酸性磷酸酶有显著负相关。胶原 C 端肽是使用最为广泛的胶原降解标志物,胶原 C 端肽、抗酒石酸酸性磷酸酶水平反映了破骨细胞骨吸收活性,两者均是以破骨细胞活性显著增强为特点的代谢性骨病的有效标志物,提示 25-OH-VD 在骨代谢过程中对抗骨吸收。 $1,25-(\text{OH})_2\text{-VD}$  与骨碱性磷酸酶有显著正相关。骨碱性磷酸酶是成骨细胞的胞外酶,由于其来源于成骨细胞,排除肝、肾、肠等疾病影响,故成为反映成骨细胞活性和骨形成的特异及敏感指标,提示  $1,25-(\text{OH})_2\text{-VD}$  有助于成骨作用。结果显示,骨转换的过程即是破骨细胞不断清除旧骨,成骨细胞形成类骨质并进行矿化的过程,维生素 D 主要发挥成骨作用,有利于骨重建,可作为一种成骨指标。

30 ~ 40 岁年龄组骨质疏松者 1 例,骨量减少者 6 例,该年龄人群骨密度均处于一生的较高峰,但已开始出现骨量的流失。61 岁以上年龄组骨密度快速下降,骨质疏松的患病率明显升高。61 ~ 70 岁,71 ~ 80 岁,81 ~ 90 岁组骨质疏松的患病率分别为 38.3%,52.1%,73.1%。因此,预防骨质疏松十分重要,鼓励居民多参加户外运动,多食用牛奶、蛋类、肉类等富含蛋白质的食物,必要时预防性口服钙剂及维生素 D 等调节骨代谢的药物,实行健康干预,减少骨质疏松骨折引起的致残率。与此同时年轻人的骨量流失亦不可忽视,应积极倡导年轻人合理的生活方式,增加运动量以防止骨量的过早流失。当维生素 D 缺乏时,甲状旁腺受到高度刺激,从而引起继发性甲状旁腺功能亢进,许多研究证实,血清 25(OH)D 水平与 PTH 浓度、BMD 显著负相关,我

们的研究 PTH 在维生素 D 缺乏组明显高于维生素 D 不足组,但是未得到统计学差异,提示我们尚需扩大样本,进一步研究证实。

总之,成都地区各年龄人群中均存在维生素 D 水平缺乏,需要通过增加健康日照量,或者补充口服维生素 D 制剂改善这一现状,特有的地理面貌和日照情况、居民生活方式、不良的生活方式及低维生素 D 的摄入应引起重视。需要确定自己的维生素 D 最佳范围并制定相应的补充指南,从而促进居民的骨骼健康。

### 【参 考 文 献】

- [ 1 ] Heaney RP, Dowell MS, Hale CA, et al. Calcium absorption varies within the reference range for serum 25-hydroxyvitamin D. *J Am Coll Nutr*, 2003,22(2):142-146.
- [ 2 ] Holick MF, Siris ES, Binkley N, et al. Prevalence of Vitamin inadequacy among postmenopausal North American women receiving osteoporosis therapy. *J Clin Endocrinol Metab*,2005,90(6):3215-3224.
- [ 3 ] Bischoff HA, Stähelin HB, Dick W, et al. Effects of vitamin D and calcium supplementation on falls: a randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2003,18(2):343-351.
- [ 4 ] Cinar N, Harmanci A, Yildiz BO, et al. Vitamin D status and seasonal changes in plasma concentrations of 25-hydroxyvitamin D in office workers in Ankara, Turkey. *Eur J Intern Med*. 2014,25(2):197-201.
- [ 5 ] 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[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2011,4(1):2-17.  
The Branch of Osteoporosis and Bone Mineral Disease, Chinese Medical Association. Cuidelines on diagnosis and treatment of primary osteoporosis. *Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research*,2011,4(1):2-17.
- [ 6 ] 彭莉红,胡玉冰,严红,等.健康体检人群骨质疏松状况调查.中国骨质疏松杂志,2014,20(4):443-445.  
Peng LH, Hu YB, Yan H, et al. Investigation on the status of osteoporosis in healthy population. *Chinese Journal of Osteoporosis*,2014,20(4):443-445. (in Chinese).
- [ 7 ] Rizzoli RL, Eisman JA, Norquist J, et al. Risk factors for vitamin D inadequacy among women with osteoporosis: an international epidemiological study. *Int J Clin Pract*, 2006,60(8):1013-1019.
- [ 8 ] Millen AE, Wactawski-Wende J, Pettinger M, et al. Predictors of serum 25-hydroxyvitamin D concentrations among postmenopausal women: the Women's Health Initiative Calcium plus Vitamin D clinical trial. *Am J Clin Nutr*, 2010,91(5):1324-1335.
- [ 9 ] 张浩,黄琪认,章振林,等.上海市绝经后妇女冬季维生素 D 状况.中国骨质疏松杂志,2011,17(1):43-46.  
Zhang H, Huang QR, Zhang ZL, et al. Vitamin D status of shanghai postmenopausal women in winter. *Chinese Journal of Osteoporosis*, 2011,17(1):43-46. (in Chinese)
- [ 10 ] Wat WZ, Leung JY, Tam S, et al. Prevalence and impact of vitamin D insufficiency in southern Chinese adults. *Ann Nutr Metab*, 2007,51(1):59-64.
- [ 11 ] 张萌萌,马倩倩,毛未贤,等.2067例20~89岁健康女性25(OH)D<sub>3</sub>水平影响因素及其与骨密度的相关性研究.中国妇幼保健,2015,30(20):3381-3383.  
Zhang MM, Ma QQ, Mao WX, et al. Influencing factors of 25(OH)D<sub>3</sub> levels and correlation with bone mineral density in 2067 healthy women aged 25 to 89 years. *Maternal & Child Health Care of China*,2015,30(20):3381-3383. (in Chinese)
- [ 12 ] 连星焯,孟增东.昆明地区绝经女性日照量与血清 VitD 水平及骨密度之间的相关性研究.中国骨质疏松杂志,2015,21(3):336-341.  
Lian XY, Meng ZD. The correlation between sunlight exposure, serum vitamin D level, and bone mineral density in postmenopausal women in Kunming. *Chinese Journal of Osteoporosis*, 2015,21(3):336-341. (in Chinese)
- [ 13 ] 王鸥,高利红,陈德才,等.补充维生素 D 对社区绝经后女性肌力、生活质量及骨折发生的影响.中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2015,8(2):103-111.  
Wang O, Gao LH, Chen DC, et al. The impact of vitamin D supplementation on muscle strength, quality of life and fracture in community-dwelling postmenopausal women. *Chinese Journal of Osteoporosis and Bone Mineral Research*, 2015,8(2):103-111. (in Chinese)

(收稿日期:2015-12-21,修回日期:2016-01-20)