

25 羟维生素 D 及甲状旁腺激素与高血压的关系

付鹏¹, 张琳², 杨博逸¹, 牛铁生¹

(1. 中国医科大学附属盛京医院心血管内科, 辽宁省沈阳市 110000; 2. 树兰(杭州)医院心血管内科, 浙江省杭州市 310000)

[关键词] 高血压; 血清 25 羟维生素 D; 甲状旁腺激素

[摘要] 目的 目前血清 25 羟维生素 D[25-(OH)D]、甲状旁腺激素(PTH)与高血压是否直接相关尚无定论, 文章旨在探讨三者之间的关系。方法 选取 2014 年 3 月至 2015 年 7 月就诊于盛京医院心血管内科的患者 368 例, 其中男性 202 例。按照是否患高血压分为高血压组(198 例)和非高血压组(170 例)。收集研究对象一般资料并检测 PTH 以及 25-(OH)D 水平。分析 25-(OH)D、PTH 与高血压之间的关系。结果 高血压组患者 25-(OH)D 水平低于非高血压组(37.67 ± 18.23 nmol/L 比 42.45 ± 20.41 nmol/L, $P=0.018$)。两组间 PTH 水平差异无统计学意义(50.08 ± 28.80 ng/L 比 50.45 ± 22.37 ng/L, $P=0.892$)。Pearson 相关性分析显示, 25-(OH)D 与 PTH 呈负相关($r=-0.225$, $P<0.05$)。二元 Logistic 回归分析显示维生素 D 缺乏或不足是高血压的独立危险因素($OR=1.847$, 95%CI 1.138~2.996, $P=0.013$), PTH 升高与高血压发病风险不存在相关。结论 维生素 D 不足或缺乏与高血压相关, 是高血压的危险因素。

[中图分类号] R544.1

[文献标识码] A

The relationship between 25 hydroxyvitamin D, parathyroid hormone levels and hypertension

FU Peng¹, ZHANG Lin², YANG Bo-Yi¹, NIU Tie-Sheng¹

(1. Department of Cardiology, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang, Liaoning 110000, China; 2. Department of Cardiology, Shulan Hangzhou Hospital, Hangzhou, Zhejiang 310000, China)

[KEY WORDS] Hypertension; Serum 25-hydroxyvitamin D; Parathyroid hormone

[ABSTRACT] **Aim** To explore the direct correlation between serum levels of 25-hydroxyvitamin D [25-(OH)D], parathyroid hormone (PTH) and hypertension. **Methods** From March 2014 to July 2015, 368 patients in-hospitalized in department of cardiology were selected. Based on the presence of hypertension, they were divided into hypertension group (198 cases) and non-hypertension group (170 cases). Demographic information was collected and blood samples were taken to probe levels of PTH and 25-(OH)D. Correlation between 25-(OH)D, PTH and hypertension were tested. **Results** Serum 25-(OH)D level of patients in hypertension group was lower than that in non-hypertension group (37.67 ± 18.23 nmol/L vs 42.45 ± 20.41 nmol/L, $P=0.018$). Difference in PTH of the two groups lacked statistical significance (50.08 ± 28.80 ng/L vs 50.45 ± 22.37 ng/L, $P=0.892$). Pearson correlation analysis showed that 25-(OH)D level was negatively correlated with PTH ($r=-0.225$, $P<0.05$). Multivariable logistic regression indicated that vitamin D deficiency was the independent risk factor of hypertension ($OR=1.847$, 95%CI 1.138~2.996, $P=0.013$), whereas PTH showed no correlation with hypertension. **Conclusion** Vitamin D lack or deficiency has independent risk effect on hypertension.

维生素 D(vitamin D, VitD)缺乏是目前威胁民众健康的公共卫生问题。据报道, 世界上近 10 亿人口血 VitD 水平低下^[1-3]。人体内活性 VitD 主要是 25 羟维生素 D(25-hydroxyvitamin D, 25-(OH)D)。25-(OH)D 和甲状旁腺激素(parathyroid hormone, PTH)共同参与人体内钙磷代谢平衡^[4]。研究显

示, VitD 通过激活肾素血管紧张素醛固酮系统(renin-angiotensin-aldosterone system, RAS)引起高血压和心肌肥厚, 而 PTH 可以调节血管平滑肌细胞的收缩^[5-6]。目前对于 VitD 和 PTH 与高血压之间的关系进行分析研究, 结果存在争议, VitD、PTH 可以通过抑制 RAS 系统、影响胰岛素受体调节、炎症反

[收稿日期] 2017-08-28

[修回日期] 2017-11-27

[作者简介] 付鹏, 博士, 副教授, 研究方向为冠心病的临床与基础, E-mail 为 fup@sj-hospital.org。通讯作者牛铁生, 博士, 研究方向为冠心病的介入治疗, E-mail 为 niuts@sj-hospital.org。

应及影响甲状旁腺功能等方式发挥作用^[4], VitD、PTH 是否在高血压病发生发展中起共同作用未有研究证实。本研究旨在研究高血压患者血 VitD、PTH 水平,并探讨 VitD 及 PTH 与高血压的相关性。

1 对象和方法

1.1 研究对象

选取 2014 年 3 月 21 日至 2015 年 7 月 20 日就诊于盛京医院心内科的患者。纳入条件:年龄 40~75 岁,无甲状腺功能亢进病、肾脏疾病、肿瘤,并且除外继发性高血压,近期没有服用钙制品和维生素制品。其中高血压患者为静息 30 min 后连续 3 次测血压,收缩压 ≥ 140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和(或)舒张压 ≥ 90 mmHg 且未规律服用降压药治疗者;非高血压患者为血压未达到以上高血压诊断标准的其他心脏疾病患者。共入选患者 368 例,其中男性 202 例,女性 166 例。

1.2 血压测量

受检者测量血压前 30 min 内无活动,无饮酒、浓茶、咖啡等刺激性食物。采用校正的台式水银血压计测量右侧肱动脉血压,收缩压读取柯氏音第 1 音,舒张压读取柯氏音第 5 音,连续测量 3 次,每次间隔 3 min,取平均值。

1.3 研究分组

依据是否患高血压,将 368 例研究对象分为高血压组及非高血压组,其中高血压组 198 例(其中男性 115 例,女性 83 例),非高血压组 170 例(其中男性 87 例,女性 83 例)。并排除存在代谢相关疾病、甲状腺功能亢进病、肾脏疾病及肿瘤等疾病。

1.4 基本信息采集

收集研究人群基本信息,包括性别、年龄、糖尿病家族史、吸烟史、饮酒史、高血压家族史、平均心率、平均收缩压、平均舒张压、颈静脉充盈、颈动脉斑块等,以及血钙、血磷、PTH、血肌酐、糖化血红蛋白(hemoglobin A1c, HbA1c)、血糖、血脂、心肌酶及其同工酶信息。

1.5 25 羟维生素 D 和甲状旁腺激素检测

研究人群平卧 6 h 以上,抽取清晨 7:00 空腹血,采取电化学发光法检测血清 25-(OH)D 水平(采用 Bio-Rad 公司的 Western-C 化学发光检测试剂盒),酶联免疫法检测 PTH(英国 IDS Ltd 公司试剂盒)。采用《维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年标准版)》中 25-(OH)D 分级标准:25-(OH)D ≥ 50 nmol/L 为充足,30 nmol/L \leq 25-(OH)D < 50 nmol/L 为不足,25-(OH)D < 30 nmol/L 为缺

乏;PTH ≥ 65 ng/L 为升高,15 ng/L \leq PTH < 65 ng/L 为正常,PTH < 15 ng/L 为降低^[7-8]。

1.6 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用 *t* 检验;计数资料组间比较采用 χ^2 检验;采用 Pearson 相关分析进行简单线性相关分析。采用二元 Logistic 回归分析进行危险因素与高血压之间关系的检验。以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 临床基本特征

高血压组与非高血压组患者的性别、年龄、糖尿病家族史、吸烟史、饮酒史、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein cholesterol, HDLC)、HbA1c、钙、颈动脉斑块和射血分数等差异无统计学意义(*P* > 0.05)。两组的高血压家族史、糖尿病史、收缩压、舒张压、磷、甘油三酯(triglyceride, TG)和低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein cholesterol, LDLC)等差异有统计学意义(*P* < 0.05 ;表 1)。

表 1. 高血压组与非高血压组一般临床资料比较
Table 1. Comparison of general clinical data between hypertension group and non-hypertension group

临床资料	非高血压组 (<i>n</i> = 170)	高血压组 (<i>n</i> = 198)
男性[例(%)]	87(51.2)	115(58.1)
年龄(岁)	63.00 \pm 11.20	63.62 \pm 11.05
收缩压(mmHg)	122.9 \pm 11.9	155.0 \pm 19.6 ^a
舒张压(mmHg)	74.6 \pm 8.2	90.3 \pm 14.0 ^a
高血压家族史[例(%)]	26(15.3)	74(37.4) ^a
糖尿病家族史[例(%)]	19(11.2)	27(13.6)
吸烟史[例(%)]	58(34.1)	64(32.3)
饮酒史[例(%)]	25(14.7)	34(17.2)
糖尿病史[例(%)]	25(14.7)	59(29.8) ^a
总胆固醇(mmol/L)	4.57 \pm 1.05	4.48 \pm 1.32
甘油三酯(mmol/L)	1.70 \pm 1.10	2.08 \pm 1.73 ^a
LDLC(mmol/L)	3.26 \pm 1.46	2.97 \pm 1.21 ^a
HDLC(mmol/L)	1.12 \pm 0.61	1.17 \pm 0.84
HbA1c(%)	6.02 \pm 1.20	6.13 \pm 1.18
25-(OH)D(nmol/L)	42.45 \pm 20.41	37.67 \pm 18.23 ^a
PTH(ng/L)	50.45 \pm 22.37	50.08 \pm 28.80
钙(mmol/L)	2.20 \pm 0.12	2.20 \pm 0.14
磷(mmol/L)	1.03 \pm 0.21	1.10 \pm 0.45 ^a
颈动脉斑块[例(%)]	26(15.3)	41(20.7)
射血分数(%)	55.20 \pm 11.12	51.78 \pm 21.16

^a 为 *P* < 0.05 ,与非高血压组相比。

2.2 25 羟维生素 D 和甲状旁腺激素水平

所有入选患者中,25-(OH)D 缺乏、不足及正常的比例分别为 34.5% (127/368)、38.9% (143/368) 和 26.6% (98/368)。高血压组血清 25-(OH)D 低于非高血压组 (37.67 ± 18.23 nmol/L 比 42.45 ± 20.41 nmol/L, $t=2.375, P=0.018$);高血压组与非高血压组 PTH 差异无统计学意义 (50.08 ± 28.80 ng/L 比 50.45 ± 22.37 ng/L, $t=0.136, P=0.892$;表 1)。根据高血压级别将高血压患者分为高血压 1 级、高血压 2 级、高血压 3 级,发现不同级别高血压患者间 25-(OH)D 及 PTH 比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$;表 2)。

表 2. 不同级别高血压患者 25-(OH)D 及 PTH 比较
Table 2. Comparison of 25-(OH)D and PTH levels in patients with different levels of hypertension

分 组	<i>n</i>	25-(OH)D (nmol/L)	PTH (ng/L)
高血压 1 级	17	32.71±4.43	41.47±4.83
高血压 2 级	69	38.09±2.72	45.87±2.98
高血压 3 级	112	38.14±1.57	50.31±1.71
<i>P</i> 值		0.505	0.139

2.3 Pearson 相关性分析

所有入选患者中,25-(OH)D 与 PTH 呈负相关 ($r=-0.225, P<0.05$;图 1)。25-(OH)D 分别与平均

收缩压($r=-0.189, P<0.01$)、脉压差($r=-0.125, P=0.016$)呈负相关。

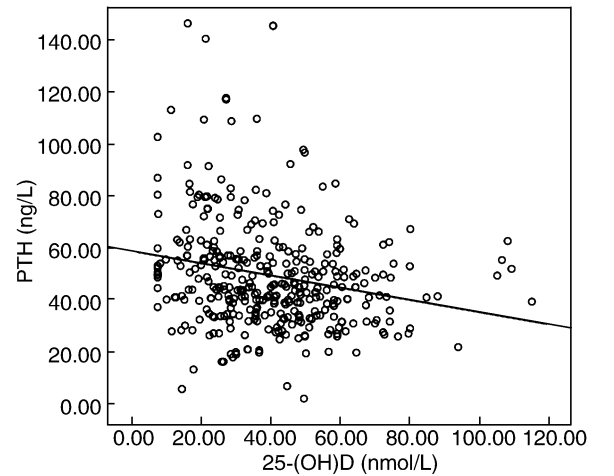


图 1. 所有患者 25-(OH)D 与 PTH 的 Pearson 相关性分析 ($n=368$)

Figure 1. All patients pearson analysis between 25-(OH)D and PTH ($n=368$)

2.4 二元 Logistic 回归分析

二元 Logistic 回归分析高血压的危险因素,以 VitD 缺乏或不足、PTH 升高为自变量,发现 VitD 缺乏或不足是高血压的独立危险因素 (OR = 1.847, 95%CI 1.138 ~ 2.996, $P=0.013$),而 PTH 升高不是高血压的独立危险因素 ($P=0.186$;表 3)。

表 3. 高血压影响因素的多元 Logistic 回归分析 ($n=368$)

Table 3. Multivariate logistic regression analysis of the influencing factors of hypertension ($n=368$)

自变量	B 值	SE	Wald 值	OR 值	95%CI	<i>P</i> 值
25-(OH)D 缺乏或不足	0.613	0.247	6.135	1.847	1.138~2.996	0.013
PTH 升高	-0.435	0.329	1.749	0.647	0.340~1.233	0.186

3 讨 论

25-(OH)D 是体内活性 VitD。目前研究表明, VitD 不仅参与体内钙磷代谢,同时与糖尿病、肿瘤、自身免疫性疾病等密切相关。越来越多的证据表明 VitD 缺乏与心血管疾病存在联系^[1,9]。PTH 是甲状旁腺分泌的一种肽类激素,由 84 个氨基酸组成。VitD 与 PTH 共同参与人体内钙磷代谢的快调节和慢调节途径^[4,10]。PTH 通过活化维生素 D3 间接使肠道吸收的 Ca²⁺ 增加,并通过增强肾内羟化酶活性的作用,使 25-(OH)D3 转变为 1,25-(OH)D3, 后者的生物活性比 25-(OH)D3 高 3 ~ 5 倍,可使肠

道细胞的 Ca²⁺ 转运系统功能增强,促进肠道对 Ca²⁺ 的吸收。当体内 VitD 减低时,甲状旁腺分泌 PTH 增加,PTH 上调血钙下调血磷,维持机体钙磷平衡。目前研究显示,中国人口存在严重的 VitD 不足。并有学者认为,这一现状与中国的国情以及人们的生活及饮食习惯等密切相关^[11-14]。我国人口 VitD 缺乏主要与光照时间短、缺乏活动以及鱼及蛋类等物质摄入少相关^[15-16]。2014 年一项调查显示,被调查人群 VitD 水平普遍缺乏,且多见于有较高教育水平的年轻女性,作者认为可能与这类人群追求美白、拒绝日晒、工作繁忙缺乏运动以及饮食摄入少等有关。研究发现,每日日晒少于 30 min 的女性 PTH

水平更高(OR=2.7, 95%CI 1.7~4.5)^[17-18]。2015 年一项研究显示,维吾尔族成人中 91.2%存在 VitD 缺乏, 5.8% VitD 不足, 3.0% VitD 充足, 男性 25-(OH)D 水平高于女性^[19]。目前一些观察性实验研究结果显示,体内 VitD 水平与高血压可能存在相关性。研究发现, VitD 可以通过抑制 RAS 系统激活发挥调节血压的作用,还可以通过影响胰岛素受体调节,调节机体炎症反应及影响甲状腺腺功能等方式发挥作用^[20]。但目前也有研究显示 VitD 与高血压无明显相关,并认为这一结果可能与入选人口的数量及地域差异等有关。目前几项研究对于 VitD、PTH 之间的相关性得出不同的结论,其中包括明显相关、可能相关及不相关三种结果^[21-24]。

本研究人群中, 25-(OH)D 缺乏、不足和正常分别占 34.5%、38.9%和 26.6%, 缺乏和不足的比例高,这可能与我国大部分地区日照时间较短、缺乏活动以及鱼类及蛋类等物质摄入少有关。25-(OH)D 与 PTH 共同参与体内钙磷代谢,当体内 25-(OH)D 低下时,甲状旁腺分泌 PTH 增加,维持机体钙磷平衡。本研究 Pearson 相关分析发现 25-(OH)D 与 PTH 呈负相关($r=-0.225, P<0.05$),验证了 25-(OH)D 与 PTH 可能呈负相关;分析 25-(OH)D 与平均收缩压、脉压差存在负相关,这可能与样本量限制相关。Logistic 回归分析得出 VitD 缺乏或不足是高血压病的独立危险因素,而 PTH 升高不是高血压的独立危险因素。25-(OH)D 与 PTH 相关,而 PTH 与高血压无明显相关,这一结果与 Mao 等^[22]研究结果相似,可能是血清 25-(OH)D 的变化引起体内钙磷变化,导致细胞外钙水平变化,触发 Ca^{2+} 内流,引起平滑肌细胞收缩,使后负荷增大,从而影响血压。虽然 25-(OH)D 与 PTH 共同参与钙磷代谢,且 PTH 参与调节血管平滑肌收缩,但本研究中血清钙磷水平与心肌收缩无明显相关,似与上述过程相悖,其具体机制仍需进一步研究。本研究不足在于:样本量相对较少,且未经过大型临床试验研究证实,仅发现 VitD 缺乏或不足、PTH 水平是影响高血压的危险因素,但 VitD、PTH 之间负相关关系相对较弱,并未证实高血压病的严重程度是否与 VitD 缺乏或不足相关。

VitD 是目前研究的热点领域, VitD 与 PTH 共同参与机体钙磷代谢,但其共同在疾病发生发展中的作用还有待进一步研究补充和证实。目前研究支持 VitD 与心血管疾病,尤其是高血压的发生发展相关,其具体机制需进一步深入研究。

[参考文献]

- [1] Holick M F. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health [J]. Mayo Clin Proc, 2006, 81: 353-373.
- [2] Bouillon R, Carmeliet G, Verlinden L, et al. Vitamin D and human health: lessons from vitamin D receptor null mice [J]. Endocr Rev, 2008, 29: 726-776.
- [3] Wang T J, Pencina MJ, Booth SL, et al. Vitamin D deficiency and risk of cardiovascular disease [J]. Circulation, 2008, 117: 503-511.
- [4] Holick M F. Vitamin D deficiency [J]. N Engl J Med, 2007, 357(3): 266-281.
- [5] Meems L M, Vander Harst P, Van Gilst WH, et al. Vitamin D biology in heart failure: molecular mechanisms and systematic review [J]. Current Drug Targets, 2011, 12(1): 29-41.
- [6] Li YC, Qiao G, Uskokovic M, et al. Vitamin D: a negative endocrine regulator of the renin-angiotensin system and blood pressure [J]. Steroid Biochem Mol Biol, 2004, 89-90(1-5): 387-392.
- [7] 廖祥鹏, 张增利, 张红红, 等. 维生素 D 与成年人骨骼健康应用指南(2014 年标准版) [J]. 中国骨质疏松杂志, 2014, 20(9): 1 011-030.
- [8] Aspray TJ, Bowring C, Fraser W, et al. National osteoporosis society vitamin D guideline summary [J]. Age Ageing, 2014, 43(5): 592-595.
- [9] Judd S E, Tangpricha V. Vitamin D deficiency and risk for cardiovascular disease [J]. Am J Med Sci, 2009, 338(1): 40-44.
- [10] Carsten C, Campbell M J. Vitamin D receptor signaling mechanisms: Integrated actions of a well-defined transcription factor [J]. Steroids, 2013, 78(2): 127-136.
- [11] Medicine IO, Taylor CL, Yaktine AL, et al. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D [J]. National Academies Press, 2011, 14(14): 1 427.
- [12] Ashwell M, Stone EM, Stolte H, et al. UK food standards agency workshop report: an investigation of the relative contributions of diet and sunlight to vitamin D status [J]. Br J Nutr, 2010, 104(4): 603-611.
- [13] Lips P, van Schoor NM, de Jongh RT. Diet, sun, and lifestyle as determinants of vitamin D status [J]. Ann N Y Acad Sci, 2014, 1317(5): 92-98.
- [14] Bolland MJ, Grey A, Cundy T. Vitamin D and health in adults in Australia and New Zealand: a position statement [J]. Med J Austr, 2012, 197(10): 553.
- [15] Malabanan A, Veronikis IE, Holick MF. Redefining vitamin D insufficiency [J]. Lancet, 1998, 351(9105): 805-806.

(下转第 108 页)

- repression of ATP-binding cassette transporter A1[J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2011, 31(11): 2 707-714.
- [27] Mourelatos Z, Dostie J, Paushkin S, et al. miRNPs: a novel class of ribonucleoproteins containing numerous microRNAs[J]. *Genes Dev*, 2002, 16(6): 720-728.
- [28] Vickers KC, Shoucri BM, Levin MG, et al. MicroRNA-27b is a regulatory hub in lipid metabolism and is altered in dyslipidemia[J]. *Hepatology*, 2013, 57(2): 533-542.
- [29] Chen WJ, Yin K, Zhao GJ, et al. The magic and mystery of microRNA-27 in atherosclerosis [J]. *Atherosclerosis*, 2012, 222(2): 314-323.
- [30] Vickers KC, Landstreet SR, Levin MG, et al. MicroRNA-223 coordinates cholesterol homeostasis [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2014, 111(40): 14 518-523.
- [31] Soh J, Iqbal J, Queiroz J, et al. MicroRNA-30c reduces hyperlipidemia and atherosclerosis in mice by decreasing lipid synthesis and lipoprotein secretion [J]. *Nat Med*, 2013, 19(7): 892-900.
- [32] Ramirez CM, Rotllan N, Vlassov AV, et al. Control of cholesterol metabolism and plasma high-density lipoprotein levels by microRNA-144[J]. *Circ Res*, 2013, 112(12): 1 592-601.
- [33] Wang D, Xia M, Yan X, et al. Gut microbiota metabolism of anthocyanin promotes reverse cholesterol transport in mice via repressing miRNA-10b [J]. *Circ Res*, 2012, 111(8): 967-981.
- [34] Goedeke L, Rotllan N, Canfrán-Duque A, et al. MicroRNA-148a regulates LDL receptor and ABCA1 expression to control circulating lipoprotein levels[J]. *Nat Med*, 2015, 21(11): 1 280-289.
- [35] Hoekstra M, van der Sluis RJ, Kuiper J, et al. Nonalcoholic fatty liver disease is associated with an altered hepatocyte microRNA profile in LDL receptor knockout mice [J]. *J Nutr Biochem*, 2012, 23(6): 622-628.
- [36] Zentz SE, Kurtz CP, Alverson EM. Undergraduate peer-assisted learning in the clinical setting[J]. *J Nurs Educ*, 2014, 53(3): S4-S10.
- [37] Mattis AN, Song G, Hitchner K, et al. A screen in mice uncovers repression of lipoprotein lipase by microRNA-29a as a mechanism for lipid distribution away from the liver [J]. *Hepatology*, 2015, 61(1): 141-152.
- [38] Irani S, Pan X, Peck BC, et al. MicroRNA-30c mimic mitigates hypercholesterolemia and atherosclerosis in mice [J]. *J Biol Chem*, 2016, 291(35): 18 397-409.
- [39] Keller A, Leidinger P, Borries A, et al. miRNAs in lung cancer-studying complex fingerprints in patient's blood cells by microarray experiments[J]. *BMC Cancer*, 2009, 9: 353.
- [40] Sun L, Sun S, Zeng S, et al. Expression of circulating microRNA-1 and microRNA-133 in pediatric patients with tachycardia[J]. *Mol Med Rep*, 2015, 11(6): 4 039-046.
- [41] Ai J, Zhang R, Li Y, et al. Circulating microRNA-1 as a potential novel biomarker for acute myocardial infarction [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2010, 391(1): 73-77.
- (此文编辑 文玉珊)

(上接第 76 页)

- [16] Feelisch M, Kolb BVD, Lundberg JO, et al. Is sunlight good for our heart? [J]. *Eur Heart J*, 2010, 31(9): 1 041-045.
- [17] Ke L, Mason RS, Mpofu E, et al. Vitamin D and parathyroid hormone status in a representative population living in Macau, China[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2015, 148: 261-268.
- [18] Robert S, Sandy S, Stewart AW, et al. Long-term high-dose vitamin D3 supplementation and blood pressure in healthy adults: a randomized controlled trial[J]. *Hypertension*, 2014, 64(4): 725-730.
- [19] 张明琛, 徐新娟, 刘海明, 等. 新疆维吾尔族成人维生素 D 水平及其与血压的关系[J]. *中华高血压杂志*, 2015, 23(7): 671-676.
- [20] 朱学创. 维生素 D 和高血压发病的研究进展[J]. *中国动脉硬化杂志*, 2010, 18(12): 1 001-003.
- [21] Chen WR, Chen YD, Shi Y, et al. Vitamin D, parathyroid hormone and risk factors for coronary artery disease in a Chinese elderly population[J]. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)*, 2015, 16(1): 59-68.
- [22] Mao X, Zheng H, Liu Z, et al. Analysis of 25(OH)D serum concentrations of hospitalized elderly patients in the Shanghai area[J]. *Plos One*, 2014, 9(3): e90 729.
- [23] Yan L, Prentice A, Zhang H, et al. Vitamin D status and parathyroid hormone concentrations in Chinese women and men from north-east of the People's Republic of China [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2000, 54(1): 68-72.
- [24] Van Ballegooijen AJ, Kestenbaum B, Sachs MC, 等. 25-羟维生素 D 和甲状旁腺激素与高血压的相关性[J]. *中华高血压杂志*, 2014, 22(6): 587-588.
- (此文编辑 许雪梅)