

## 维生素 D 与 2 型糖尿病患者握力的相关性研究

刘国庆<sup>1</sup> 王蓓蓓<sup>1\*</sup> 陈新焰<sup>1</sup> 徐伟民<sup>2</sup> 赵连礼<sup>1</sup> 司文<sup>1</sup>

1. 胜利油田中心医院内分泌科, 山东 东营 257000
2. 胜利油田中心医院麻醉科, 山东 东营 257000

中图分类号: R 589.9 文献标识码: A 文章编号: 1006-7108(2017) 08-1049-06

**摘要:**目的 分析 2 型糖尿病患者的握力与维生素 D 的相关关系,探讨维生素 D 对握力的影响。方法 对 126 名 2 型糖尿病患者及 121 名健康人群进行研究,测定体重指数、股骨颈的骨密度、25(OH)D<sub>3</sub> 水平,应用握力计测定双手握力。分析维生素 D 水平对握力的影响。结果 与正常对照组相比较:2 型糖尿病患者维生素 D 水平偏低[男:(12.45 ± 6.93) ng/mL 对 (16.25 ± 6.73) ng/mL;女:(10.67 ± 6.23) ng/mL 对 (13.29 ± 6.24) ng/mL,均  $P < 0.05$ ],握力低于正常对照组[男:(35.34 ± 8.86) kg 对 (37.67 ± 10.27) kg;女:(23.30 ± 5.95) kg 对 (35.34 ± 8.86) kg,均  $P < 0.05$ ],女性股骨颈密度低于对照组 [(0.89 ± 0.13) kg 对 (1.05 ± 0.16) g/cm<sup>2</sup>,  $P < 0.05$ ];②126 名糖尿病患者平均年龄 58.7 ± 11.7 岁,男女比例 65:61,男女患者分别按照 25(OH)D<sub>3</sub> 水平分为 3 组:严重缺乏组 (< 10 ng/mL);缺乏组 (≥ 10 ng/mL 而 < 20 ng/mL);不足组 (≥ 20 ng/mL 而 < 30 ng/mL)。男性患者中,与维生素 D 不足组相比较,严重缺乏组的骨密度降低,握力减少,差异具有统计学差异 [(33.54 ± 7.77) kg 对 (39.34 ± 5.91) kg,  $P < 0.05$ ]。女性患者中,与维生素 D 不足组相比较,维生素 D 缺乏组、严重缺乏组的骨密度减低,握力降低 [(18.03 ± 5.32) kg 对 (22.68 ± 6.78) kg, (28.10 ± 0.07) kg,  $P$  均 < 0.05];③多元直线逐步回归分析显示 2 型糖尿病患者中 25(OH)D<sub>3</sub> 与握力呈正相关 ( $r = 0.239$ ,  $P = 0.031$ ),且独立于年龄、性别、股骨颈骨密度。结论 2 型糖尿病患者维生素 D 水平同握力之间存在独立正相关。

**关键词:** 维生素 D;糖尿病;2 型;握力

### The relationship between vitamin D status and grip strength in type 2 diabetes mellitus patients

LIU Guoqing<sup>1</sup>, WANG Beibei<sup>1\*</sup>, CHEN Xinyan<sup>1</sup>, XU Weimin<sup>2</sup>, ZHAO Lianli<sup>1</sup>, SI Wen<sup>1</sup>

1. Department of Endocrinology, Shengli Oilfield Central Hospital, Dong Ying, Shandong 257000
2. Department of Anesthesia, Shengli Oilfield Central Hospital, Dong Ying, Shandong 257000, China

Corresponding author: WANG Beibei, Email: beibei0546@126.com

**Abstract: Objective** To analyze the relationship between vitamin D status and grip strength in type 2 diabetes mellitus patients, and to investigate the effect of vitamin D on grip strength. **Methods** One hundred and twenty-six patients with type 2 diabetes were enrolled. All subjects were measured for body mass index (BMI), bone mineral density (BMD) of the femoral neck and serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D<sub>3</sub>) levels. Subjects were assessed for grip strength using a handgrip dynamometer. Linear regression analysis was used to determine the associations between vitamin D and grip strength. **Results** Compared with healthy controls, type 2 diabetes patients had lower 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D<sub>3</sub>) levels (male: 12.45 ± 6.93 ng/mL vs 16.25 ± 6.73 ng/mL; female: 10.67 ± 6.23 ng/mL vs 13.29 ± 6.24 ng/mL, both  $P < 0.05$ ), lower grip strength (male: 35.34 ± 8.86 kg vs 37.67 ± 10.27 kg; female: 23.30 ± 5.95 ng/mL vs 35.34 ± 8.86 kg, both  $P < 0.05$ ), and females patients also had lower femoral neck BMD (0.89 ± 0.13 g/cm<sup>2</sup> vs 1.05 ± 0.16 g/cm<sup>2</sup>,  $P < 0.05$ ). Sixty-five male and 61 female diabetic patients were included in this study, and the average age was 58.65 ± 11.67 years. According to the level of serum 25(OH)D<sub>3</sub>, the male and the female patients were divided into three groups: seriously deficient group (< 10 ng/mL), deficient group (≥ 10 ng/mL but < 20 ng/mL) and insufficient group (≥ 20 ng/mL but < 30 ng/mL). In male patients, femoral neck BMD and grip strength in the seriously deficient group were lower than those of the insufficient group (33.54 ± 7.77 kg vs 39.34 ± 5.91 kg,  $P < 0.05$ ). In female patients, the femoral neck BMD and grip strength in the seriously deficient group and deficient group were lower than those of the insufficient group (18.03 ± 5.32 vs 22.68 ± 6.78 vs 28.10 ± 0.07 kg,  $P < 0.05$ ). Multiple stepwise regression analysis showed

\*通讯作者: 王蓓蓓, Email: beibei0546@126.com

that the level of 25 (OH)D<sub>3</sub> was positively correlated with the grip strength in type 2 diabetes mellitus patients ( $r = 0.239$ ,  $P = 0.031$ ). **Conclusion** There was independent positive correlation between the level of vitamin D and the muscle strength in type 2 diabetes mellitus patients.

**Key words:** Vitamin D; Diabetes mellitus; Type 2; Grip strength

跌倒是目前受到关注的重要健康问题,严重的跌倒事件可导致伤残、失能或死亡等严重后果。2型糖尿病患者的跌倒风险比非糖尿病患者高1.9倍<sup>[1]</sup>。平衡能力和肌力下降是跌倒发生的两个重要因素<sup>[2]</sup>。握力不仅可以有效反应上肢肌力大小,同时也是反映全身各个肌群与肌肉总体力量的一个重要指标<sup>[3]</sup>。有研究表明握力减低与骨密度减低、椎体骨折的风险增高具有明显相关性<sup>[4]</sup>,但握力与维生素D水平之间的关系尚不明确。本研究旨在探讨2型糖尿病患者中维生素D水平对握力的影响。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

收集2016年1月至2016年10月期间于我院内分泌科住院的2型糖尿病患者,所有患者符合2型糖尿病的诊断标准。排除标准:①1型糖尿病、继发性糖尿病、妊娠期糖尿病;②合并影响维生素D代谢的疾病:如严重的肝脏疾病、肾脏疾病、原发性甲状旁腺功能亢进症、恶性肿瘤患者;③合并影响肌力能力的疾病:如脑血管疾病、严重骨关节炎、美尼尔氏综合征等;④服用糖皮质激素或影响骨代谢及维生素D代谢的药物:如1年内应用双磷酸盐制剂,3个月内使用雌激素、雌激素受体调节剂、降钙素等。⑤严重的糖尿病并发症如糖尿病足坏疽、糖尿病视网膜膜病变IV期以上、糖尿病肾病IV期以上等不适合进行运动的患者。共126例患者纳入研究,平均年龄 $58.7 \pm 11.7$ 岁,男女比例65:61。

另取年龄及性别相匹配的健康查体人群121名为对正常对照组(排除糖尿病及以上疾病),平均年龄 $57.9 \pm 11.2$ 岁,男女比例69:52。

### 1.2 研究方法

**1.2.1 一般检查:**由经过统一培训的专人,对患者病史进行调查及记录,包括既往健康状态、系统疾病、用药史、跌倒史、外伤史等。测量并记录患者的身高、体重,计算体重指数。身高测量精确到0.1 cm;体重测量精确到0.1 kg。体质量指数(BMI) = 体重(kg)/身高<sup>2</sup>(m<sup>2</sup>)。

**1.2.2 实验室检查:**禁食8 h后留取空腹血,分别测量血糖、肝功、肾功、糖化血红蛋白(HbA1c)、25

(OH)D<sub>3</sub>等指标。25(OH)D<sub>3</sub>采用罗氏诊断公司光化学免疫分析法(ELCIA)试剂盒检测。按照25(OH)D<sub>3</sub>水平分为:<10ng/mL为严重缺乏组;≥10ng/mL而<20ng/mL为缺乏组;≥20ng/mL而<30ng/mL为不足组;≥30ng/mL而<50ng/mL为充足组(本研究无充足组病例)<sup>[5]</sup>

**1.2.3 股骨颈骨密度检查:**由专人应用美国Hologic双能X线骨密度测量仪测定。

**1.2.4 握力测定:**由经过统一培训的专人,使用广东香山衡器集团股份有限公司制造的CAMRY EH101型电子握力计测量。握力测试时,受试者采取坐位,双足自然置于地面,屈膝屈髋90°,肩内收中立位,屈肘90°,前臂中立位,手腕0~30°,并保持0~15°尺偏,每人左右分别测3次最大握力(每次间隔至少15 s以上),取其双手握力的平均数<sup>[6]</sup>。

### 1.3 统计学处理

应用SPSS21.0软件进行分析,符合正态分布的连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,依据各组间临床资料分布特点,符合正态分布、方差齐的计量资料组间比较采用ANOVA分析,组内比较采用LSD法。变量之间的两两相关用Pearson相关分析,对得出有统计学意义的变量进行多元逐步直线回归分析。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2型糖尿病患者与健康人群的指标

2型糖尿病患者与健康人群的指标比较,两组之间的年龄、体重指数、男性组骨密度差异无统计学意义( $P$ 均 $> 0.05$ );糖尿病组的维生素D水平及握力均低于正常对照组,女性组骨密度低于对照组,差异具有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ )(见表1)。

### 2.2 糖尿病患者不同维生素D水平组之间的比较

男女糖尿病患者各维生素D水平组之间年龄、病史、空腹血糖、糖化血红蛋白、体重指数之间差异无统计学意义。

男性患者中,与维生素D不足组相比较,严重缺乏组的骨密度降低,握力减少,差异具有统计学意义( $P$ 均 $< 0.05$ )。女性患者中,与维生素D不足组相比较,维生素D缺乏组、严重缺乏组的骨密度减

低,握力降低(分别为  $P < 0.05$ ;  $P < 0.01$ )(见表2)。

表1 糖尿病组与正常对照组临床资料及比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of clinical data between the diabetic group and the control group( $\bar{x} \pm s$ )

组别 Group	例数 N	年龄(岁) Age(year)	体重指数 BMI(kg/m <sup>2</sup> )	25(OH)D <sub>3</sub> (ng/mL)	握力 Grip Strength(kg)	骨密度 BMD(g/cm <sup>2</sup> )	
男	正常对照组 control group	69	57.06 ± 10.05	25.49 ± 3.58	16.25 ± 6.73	37.67 ± 10.27	1.09 ± 0.24
	糖尿病组 diabetic group	65	55.15 ± 13.07	25.63 ± 3.60	12.45 ± 6.93*	35.34 ± 8.86*	1.05 ± 0.16
女	正常对照组 control group	52	59.64 ± 12.25	24.63 ± 3.26	13.29 ± 6.24	28.57 ± 9.34	0.95 ± 0.17
	糖尿病组 diabetic group	61	63.49 ± 10.58	24.17 ± 3.23	10.67 ± 6.23*	23.30 ± 5.95*	0.89 ± 0.13*

注: \* 与正常对照组相比,  $P < 0.05$

表2 糖尿病各组临床资料及比较( $\bar{x} \pm s$ )

Table 2 Comparison of clinical data among diabetic groups( $\bar{x} \pm s$ )

组别 Group	例数 N	年龄(岁) Age(year)	HbA1c (%)	空腹血糖 FBG(mmol/L)	病史(年) history(year)	
男	严重缺乏组 serious deficiency group	30	56.54 ± 13.0	9.22 ± 3.12	8.81 ± 5.03	8.3 ± 6.23
	缺乏组 deficiency group	23	54.26 ± 12.58	9.16 ± 2.30	9.00 ± 3.35	7.8 ± 6.21
	不足组 Insufficiency group	14	55.91 ± 11.69	8.05 ± 2.69	8.26 ± 2.71	8.1 ± 7.02
女	严重缺乏组 serious deficiency group	28	60.47 ± 9.90	9.06 ± 2.14	9.04 ± 2.85	6.79 ± 6.32
	缺乏组 deficiency group	20	59.71 ± 10.10	8.05 ± 1.51	9.79 ± 4.99	7.9 ± 6.50
	不足组 Insufficiency group	13	56.51 ± 20.51	9.55 ± 0.49	12.2 ± 5.16	8.4 ± 7.12

组别 Group	例数 N	骨密度 BMD(g/cm <sup>2</sup> )	握力 Grip Strength(kg)	体重指数 BMI(kg/m <sup>2</sup> )	
男	严重缺乏组 serious deficiency group	30	1.03 ± 0.16*	33.54 ± 7.77*	25.77 ± 3.78
	缺乏组 deficiency group	23	1.04 ± 0.18	35.59 ± 8.38	26.00 ± 3.47
	不足组 Insufficiency group	14	1.09 ± 0.12	39.34 ± 5.91	24.01 ± 3.13
女	严重缺乏组 serious deficiency group	28	0.80 ± 0.99#	18.03 ± 5.32#	25.21 ± 3.34
	缺乏组 deficiency group	20	0.89 ± 0.15*	22.68 ± 6.78*	24.36 ± 3.06
	不足组 Insufficiency group	13	0.93 ± 0.01	28.10 ± 0.07	25.02 ± 2.89

注: 与不足组相比较, \*  $P < 0.05$ , #  $P < 0.01$ 。

### 2.3 25(OH)D<sub>3</sub> 水平与握力相关性分析

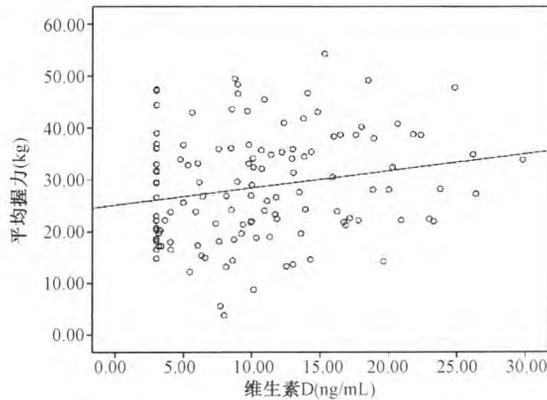
Pearson 相关分析显示,糖尿病患者中,25(OH)D<sub>3</sub> 水平与握力呈正相关( $r = 0.32, P = 0.00$ ), (见图

1)。年龄、骨密度与握力也具有相关性,没有发现糖化血红蛋白、空腹血糖、体重指数与握力存在相关性(见表3)。

表3 握力与人体测量指标的相关性

Table 3 The relationship between grip strength and parameters of somatometric measurement

项目	25(OH)D <sub>3</sub> (ng/mL)	年龄 Age(year)	HbA1c (%)	空腹血糖 FBG(mmol/L)	体重指数 BMI(kg/m <sup>2</sup> )	骨密度 BMD(g/cm <sup>2</sup> )
握力	R	0.323	-0.448	0.029	0.040	0.115
Grip Strength	P	0.000	0.000	0.753	0.660	0.199
					0.455	0.000

图1 25(OH)D<sub>3</sub>与握力相关性分析注:  $r = 0.323, P = 0.000$ Fig. 1 Regression analysis of 25(OH)D<sub>3</sub> and grip strengthNote:  $r = 0.323, P = 0.000$ 

### 3 讨论

跌倒是我国伤害死亡事件中的第四位<sup>[7]</sup>,据统计,约有5%的跌倒导致骨折,5%~10%的会发生关节变形、脱臼及软组织伤害等<sup>[8]</sup>,一旦发生骨折会导致患者永久性的丧失独立生活能力,依赖并需要长期照护,不仅给患者带来痛苦,也给家庭和照护者带来精神压力和经济负担。2011年卫生部将跌倒定义为:跌倒是患者突发的、不自主的非故意的体位改变,倒在地上或更低的平面上。跌倒不仅是一种突发事件,更是一种健康问题或疾病并发症。有研究发现2型糖尿病患者的跌倒风险明显高于非糖尿病患者<sup>[1]</sup>。肌力在维持机体平衡的过程中发挥重要的作用。肌少症是以肌量减少、肌力下降和肌功能减退为特征的综合征<sup>[9]</sup>,肌少症是跌倒的独立危险因素,也是生命后期失能的重要预测指标<sup>[10-11]</sup>。临床常用的肌力测试方法有简单机械肌力测试、徒手肌力评定与等速肌力测试。简单机械肌力测试包括握力测试、捏力测试及四肢肌力测试等。其中握力测试具有操作简便、耗时少、成本低等优点。

本研究对126例2型糖尿病患者进行维生素D水平检测,结果提示2型糖尿病患者维生素D水平

明显低于健康人群,无一例达到充足水平,维生素D不足的例数也偏少,其余均为维生素D缺乏及严重缺乏的病例,这与之前研究相一致<sup>[12]</sup>。本研究发现糖尿病患者中维生素D严重缺乏人群的握力显著低于维生素D不足者,线性回归分析提示维生素D水平同握力呈显著正相关。与本研究结果类似荷兰Visser等<sup>[13]</sup>的研究发现,该研究对1008例>65岁老年人测握力,331例测肢体骨骼肌肌量,3年后追踪复查。研究发现,血25(OH)D<sub>3</sub>水平<25nmol/L者比>50nmol/L者更多出现肌减少症,因此低水平的血25(OH)D<sub>3</sub>增加老年人握力下降和骨骼肌肌量减少的危险性。Bischoff等<sup>[14]</sup>研究同样证实血浆1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>低于30nmol/L的患者肌力明显下降。Verhaar等<sup>[15]</sup>的研究表明,在维生素D缺乏的人群中补充维生素D可以改善肌力。也有研究得出了不同的结论,Latham等<sup>[16]</sup>对1317人的研究结果表明维生素D与肌力、跌倒身体功能无明显相关(RR=0.99,95%)。这或许与维生素D缺乏的程度,补充的剂型,持续时间以及研究对象的维生素D受体的基因型不同有关。虽然在本研究中我们的选取研究对象为2型糖尿病患者,但是并没有发现空腹血糖及糖化血红蛋白等指标对握力存在影响,同样一项在新加坡健康人群中进行的横断面研究<sup>[17]</sup>显示,42%的健康人处于维生素D缺乏(<20ng/mL)状态,25(OH)D<sub>3</sub>水平同握力之间存在正相关,提示维生素D对握力的影响可能与糖尿病无关,仍需在大规模人群中进行流行病学研究进一步证实。

本研究发现,握力同骨密度之间存在相关性,且经过年龄、性别、维生素D等因素校正后该相关性仍存在。既往研究认为体重对骨密度是保护性因素,肥胖通过增加负重刺激骨矿形成,但是近些年这一观点不断遭到质疑。运动时肌肉收缩是维持骨骼的主要因素。Moisio等<sup>[18]</sup>对普通人群BMD和身高、体重及髋关节峰值力矩进行了相关性研究,证实峰值骨量与动力性关节负荷相关,而与身高、体重等静力性负荷关系较小。肌肉等长收缩(力量)的力学因素是干预BMD值的一个重要条件<sup>[19]</sup>。因此有

人提议将肌力作为预测骨量及骨质疏松症的风险因子<sup>[20]</sup>。DiMonaco等<sup>[21]</sup>对102例绝经后妇女握力的测定,可以为桡骨远段骨密度较好的预测。Blain等<sup>[22]</sup>对56位老龄妇女测定肌力与股骨颈以及腰椎骨密度、体重、体脂成分,结果股四头肌肌力与股骨颈BMD具有强相关(30%)。有研究证实,握力不仅可以有效反应上肢肌力大小,同时也是反映全身各个肌群与肌肉总体力量的一个重要指标。因此糖尿病患者骨密度减低可能影响全身肌力,而表现在握力减低。

维生素D对肌力的影响机制尚未完全明确。一些体外研究发现,维生素D调节肌细胞增殖和分化<sup>[23]</sup>;也可调节肌肉收缩功能<sup>[24]</sup>。这些作用可能是通过维生素D与其受体结合而实现的。维生素D缺乏可能导致II型肌肉纤维的损失,从而导致近端肌肉的萎缩,并增加跌倒和骨折的风险。Domingues-Faria等<sup>[25]</sup>研究发现,在老年大鼠中,维生素D缺乏将抑制Notch通路,从而导致骨骼肌量减少,肌肉功能减退。2型糖尿病患者因胰岛素分泌不足或缺乏,可以影响维生素D吸收,导致维生素D含量降低<sup>[26]</sup>。Kim等<sup>[27]</sup>研究了患有2型糖尿病和正常患者少肌症的流行情况,该研究为一项包括810例受试者的前瞻性队列研究,研究结果显示少肌症在2型糖尿病患者中发生率更高,该发生率为15.7%。据统计我国2型糖尿病患者肌少症患病率为14.55%,其导致的肌力下降增加了2型糖尿病患者跌倒、骨折甚至死亡的风险<sup>[28]</sup>。

本研究证实2型糖尿病患者维生素D水平明显低于健康人群,握力下降;2型糖尿病患者中维生素D水平与握力呈正相关。对2型糖尿病患者补充维生素D是否改善肌力有待进一步研究。

#### 【参 考 文 献】

- [1] Cao L, Chen S, Zou C, et al. A pilot study of the SARC-F scale on screening sarcopenia and physical disability in the Chinese older people. *J Nutr Health Aging*, 2014,18(3):277-283.
- [2] Bruyere O, Cavalier E, Souberbielle J-C, et al. Effects of vitamin D in the elderly population: current status and perspectives. *Archives of Public Health*,2014,72(1):32.
- [3] Rantanen T, Era P, Heikkinen E. Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women. *Ageing*,1994,23(2):132-137.
- [4] Dixon WG, Lunt M, Pye SR, et al. Low grip strength is associated with bone mineral density and vertebral fracture in women. *Rheumatology (Oxford)*,2005,44(5):642-646.
- [5] Holick MF. Vitamin D deficiency. *N Engl J Med*,2007,357(3):266-281.
- [6] 段亚景,王宁华. 握力测量的研究进展. 中国康复理论与实践,2009,15(10):948-951.  
Duan YJ, Wang NH. Researching progression of handgrip strength measurement. *Chin Recovery Theory and Practice*,2009,15(10):948-951. (in Chinese)
- [7] 陈铮. 老年综合管理. 中国协和医科大学出版社. 2010.  
Chen Z. *Comprehensive management of elderly*. Pecking Union Medical College Press,2010. (in Chinese)
- [8] Kannus P, Parkkari J. Fall-induced injuries and deaths among older adults. *Jama-Journal of The American Medical Association*, 1999,281(20):1895-1899.
- [9] 杜艳萍,朱汉民. 肌少症的诊疗和防治研究. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2014,7(1):1-8.  
Du YP, Zhu HM. Progression of sarcopenia diagnosis, prevention, and treatment. *Chin J Osteoporos Bone Miner Res*,2014,7(1):1-8. (in Chinese)
- [10] Scott D, Hayes A, Sanders KM, et al. Operational definitions of sarcopenia and their associations with 5-year changes in falls risk in community-dwelling middle-aged and older adults. *Osteoporos Int*, 2014,25(1):187-193.
- [11] Binkley N, Krueger D, Buehring B. What's in a name revisited: should osteoporosis and sarcopenia be considered components of "dysmobility syndrome?". *Osteoporos Int*,2013,24(12):2955-2959.
- [12] Huthinson MS, Figenschau Y, Almas B, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D levels in subjects with reduced glucose tolerance and type 2 diabetes-the Tromso OGTT-study. *Int J Vitam Nutr Res*,2011,81(5):317-327.
- [13] Visser M, Deeg DJ, Lips P. Longitudinal aging study amsterdam. low vitamin D and high parathyroid hormone levels as determinants of loss of muscle strength and muscle mass (sarcopenia): the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *J Clin Endocrinol Metab*,2003,88(12):5766-5772.
- [14] Bischoff HA, Stahelin HB, Tyndall A, et al. Relationship between muscle strength and vitamin D metabolites: are there therapeutic possibilities in the elderly? *Z Rheumatol*,2000,1:39-41.
- [15] Verhaar HJ, Samon MM, Jansen PA, et al. Muscle strength, functional mobility and vitamin D in older women. *Ageing (Milano)*,2000,12(6):455-460.
- [16] Latham NK, Anderson CS, Reid IR. Effects of vitamin D supplementation on strength, physical performance, and falls in older persons: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*, 2003,9:1219-1226.
- [17] Bi X, Tey SL, Leong C, et al. Prevalence of vitamin D deficiency in Singapore: its implications to cardiovascular risk factors. *PLoS One*, 2016, 11(1):e0147616.
- [18] Moio KC, Hurwitz DE, Sumner DR. Dynamic loads are determinants of peak bone mass. *J Orthop Res*,2004, 22(2):339-345.

(下转第1062页)

- Shi D, Shi X, Li FL, et al. Clinical effect of exercise therapy on the patients with osteoporosis. *Chin J of Geriatrics*, 2013, 32: 872-874. (in Chinese)
- [14] Bikle DD, Gee E, Halloran B, et al. Assessment of the free fraction of 25 - hydroxyvitamin D in serum: Its regulation by albumin and the vitamin D-binding protein. *J Clin Endocrinol Metab*, 1986, 63: 954-959.
- [15] 孟迅吾. 钙和骨质疏松症. *中华内科杂志*, 2005, 44: 235-236. Meng XW. Calcium and osteoporosis. *Chin J of Internal Medicine*, 2005, 44: 235-236. (in Chinese)
- [16] 章振林. 骨质疏松的危险因素. *中国临床医生*, 2006, 34: 6-7. Zhang ZL. A risk factor for osteoporosis. *Chin J for Clinicians*, 2006, 34: 6-7. (in Chinese)
- [17] Sampson HW, Chaffm C, Lange J, et al. Alcohol consumption by young actively growing rats: A histomorphometric study of cancellous bone. *Alcohol Clin Exp Res*, 1997, 21: 352-359.
- [18] Wechsler H, Davenport A, Dowdall G, et al. Health and behavioral consequences of binge drinking in college. *JAMA*, 1994, 272: 1672-1677.
- [19] 刘尚全, 陈名道. 糖皮质激素诱导骨质疏松机制的研究进展. *国际内分泌代谢杂志*, 2006, 26: 135-137. Liu SQ, Chen DM. Progress in glucocorticoid-induced osteoporosis. *Intern J Endocrinol Metab*, 2006, 26: 135-137. (in Chinese)
- [20] 仇毓东, 李卫国, 徐庆祥, 等. 肝移植手术前后骨密度变化的临床研究. *肝胆外科杂志*, 2004, 12: 413-415. Qiu YD, Li WG, Xu QX, et al. Changes of bone mineral density before and after liver transplantation: a primary clinical study. *Journal of Hepatobiliary Surgery*, 2004, 12: 413-415. (in Chinese)

(收稿日期: 2016-12-02; 修回日期: 2017-01-11)

(上接第 1053 页)

- [19] Palmer IJ, Runnels ED, Bembem MG, et al. Muscle-bone interactions across age in men. *J Sports Sci Med*, 2006, 5(1): 43-51.
- [20] Fricke O, Beccard R, Semler O, et al. Analyses of muscular mass and function: the impact on bone mineral density and peak muscle mass. *Pediatr ephrol*, 2010, 25(12): 2393-2400.
- [21] Di Monaco M, Di Monaco R, Manca M, et al. Handgrip strength is an independent predictor of distal radius bone mineral density in postmenopausal women. *Clin Rheumatol*, 2000, 19(6): 473-476.
- [22] Blain H, Vuillemin A, Teissier A, et al. Influence of muscle strength and body weight and composition on regional bone mineral density in healthy women aged 60 years and over. *Gerontology*, 2001, 4: 207-212.
- [23] Buitrago CG, Arango NS, Boland RL.  $1\alpha, 25(OH)_2D_3$ -dependent modulation of Akt in proliferating and differentiating C2C12 skeletal muscle cells. *J Cell Biochem*, 2012, 113(4): 1170-1181.
- [24] Polly P, Tan TC. The role of vitamin D in skeletal and cardiac muscle function. *Front Physiol*, 2014, 5: 145.
- [25] Domingues-Faria C, Chanet A, Salles J, et al. Vitamin D deficiency down-regulates Notch pathway contributing to skeletal muscle atrophy in old wistar rats. *Nutr Metab (Lond)*, 2014, 11(1): 47.
- [26] 李晓宇, 冯正平. 糖尿病骨质疏松发病机制的研究进展. *中国骨质疏松杂志*, 2014, 20(5): 580-583. Li XY, Feng ZP. Research progress in the mechanism of diabetic osteoporosis. *Chin J Osteoporos*, 2014, 20(5): 580-583. (in Chinese)
- [27] Kim KS, Park KS, Kim MJ, et al. Type 2 diabetes is associated with low muscle mass in older adults. *Geriatr Gerontol Int*, 2014, 14(Suppl 1): 115-121.
- [28] 冯筱, 王涛涛, 李磊, 等. 老年 2 型糖尿病患者肌肉减少症发生的影响因素分析. *江苏医药*, 2016, 42(10): 1144-1146. Feng X, Wang TT, Li L, et al. Analysis of risk factors for sarcopenia in elderly type 2 diabetes mellitus. *Jiansu Medical Journal*, 2016, 42, (10): 1144-1146. (in Chinese)

(收稿日期: 2017-02-21; 2017-04-05)