

2 型糖尿病患者营养状况与代谢综合征的关联性研究

陈杨梅, 张雪梅, 曹慧, 杜希, 张旭, 符静, 林琳

首都医科大学附属北京朝阳医院内分泌科, 北京 100020

[摘要] **目的** 分析 2 型糖尿病(T2DM)患者营养状况与代谢综合征(MS)的关联性。**方法** 纳入首都医科大学附属北京朝阳医院内分泌科 2020 年 10 月至 2021 年 2 月期间住院的 299 例 T2DM 患者,根据国际糖尿病联合会(IDF)的定义将患者分为合并 MS 组和未合并 MS 组,比较 2 组血清 25-羟维生素 D[25(OH)D]、叶酸、维生素 B₁₂、同型半胱氨酸(Hcy)和血清钙离子水平的差异,采用 logistic 回归分析 T2DM 患者营养状况与 MS 发生风险的关联性,采用相关性分析营养状况与 MS 代谢指标的相关性。**结果** 合并 MS 的 T2DM 患者血清 25(OH)D 水平降低($P < 0.05$);其余营养素在 2 组间差异无统计学意义。logistic 回归分析发现血清 25(OH)D 水平升高可降低 T2DM 患者 MS 发生风险($P < 0.05$),并呈线性关联。较高的 25(OH)D 水平是 MS 发生的独立保护因素。**结论** 在 T2DM 患者中,血清 25(OH)D 水平与 MS 的发生密切相关。

[关键词] 糖尿病,2 型;营养状况;代谢综合征;25-羟维生素 D;危险因素

DOI:10.3969/J.issn.1672-6790.2023.02.016

Relationship between nutritional status and metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes

Chen Yangmei, Zhang Xuemei, Cao Hui, Du Xi, Zhang Xu, Fu Jing, Lin Lin

Department of Endocrinology, Beijing Chao-yang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China

Corresponding author: Lin Lin, Email: llflora@163.com

[Abstract] **Objective** To analyze the association between nutritional status and metabolic syndrome (MS) in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** Two hundred and ninety-nine T2DM patients hospitalized in the Department of Endocrinology of Beijing Chaoyang Hospital affiliated to Capital Medical University from October 2020 to February 2021 were included. According to the definition of the International diabetes Federation (IDF), the patients were divided into the combined MS group and the non combined MS group, and the differences in serum 25 hydroxyvitamin D[25(OH)D], folic acid, vitamin B₁₂, homocysteine (Hcy) and serum calcium ion levels between the two groups were compared, logistic regression was used to analyze the correlation between the nutritional status of T2DM patients and the risk of MS, and correlation analysis was used to analyze the correlation between nutritional status and metabolic indicators of MS. **Results** Serum 25(OH)D levels were significantly lower in T2DM patients with MS ($P < 0.05$). The remaining nutrients did not differ significantly between the two groups. Elevated serum 25(OH)D levels significantly reduced the risk of MS in T2DM patients ($P < 0.05$). **Conclusions** In patients with T2DM, serum 25(OH)D levels are closely associated with the development of MS.

[Keywords] Diabetes mellitus, type 2; Nutritional status; Metabolic syndrome; 25-Hydroxyvitamin D; Risk factors

随着我国人口日常饮食生活方式改变,慢性代谢疾病的患病率呈现逐年升高趋势,以糖尿病、代谢综合征(MS)较为多见。糖尿病是目前全球增长最快的代谢性疾病之一。国际糖尿病联合会(IDF)2015 年报告发现,全球糖尿病患者数量已达 4.15 亿,而我国目前拥有 1.4 亿糖尿病患者,发病率为

11.6%,患者数量为全球之最,其中 2 型糖尿病(T2DM)占比为 90%^[1]。因此,我国糖尿病患者日益增多,疾病形势日益严峻。MS 是以腹型肥胖、血脂异常、高血压以及胰岛素抵抗/葡萄糖耐量异常等多种代谢异常聚集为特点的代谢紊乱症候群。T2DM 患者中约 70% 合并有 MS,两者相互作用可产

基金项目:北京市朝阳区科技计划项目(CYSF2110)

作者简介:陈杨梅,护师,Email:yangmeichen514@sina.com

通信作者:林琳,副主任护师,Email:llflora@163.com

生不良影响,导致患者出现多系统代谢功能紊乱情况,极大增加其罹患心脑血管疾病的风险,影响患者的生活质量,严重影响整体治疗效果,甚至危及患者生命安全^[2]。

MS 致病机制复杂且致病因素多样,其发生和发展是膳食营养、生活行为习惯、环境因素及遗传因素等多方面因素的共同作用,其中膳食营养因素目前被认为是与 MS 关联最为密切的环节^[3]。近十年多项研究发现多种维生素和矿物质水平过高或过低均会影响糖脂代谢等人体正常生理活动,甚至还可影响成年人心血管病和糖尿病的发病与预后,具有重要的生理、营养及临床意义^[4-5]。但相关维生素和矿物质的水平与 T2DM 患者合并 MS 发生风险的研究鲜有报道。本研究通过对比分析 T2DM 合并及未合并 MS 患者血清 25-羟基维生素 D[25(OH)D,体内维生素 D 的主要储存形式]、叶酸、维生素 B₁₂、钙、同型半胱氨酸(Hcy)几种代表性维生素和矿物质及其代谢物水平,以期对 T2DM 及 MS 的防治提供参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象 本研究对北京市朝阳区医院内分泌科 2020 年 10 月至 2021 年 2 月住院的患者进行横断面调查,最终纳入 299 例 T2DM 患者。纳入标准:(1)年龄>18 岁,性别不限;(2)符合世界卫生组织 1999 年及 2017 年美国糖尿病学会提出的 T2DM 诊断标准^[6]。排除标准:(1)严重感染、心脑血管事件、创伤、肝肾疾病、甲状腺和甲状旁腺疾病、骨质疏松、大中型手术等应激状态或慢性疾病;(2)近半年服用维生素 D 类药物、钙剂、糖皮质激素等可能影响血清 25(OH)D 水平的药物;(3)1 型糖尿病;(4)近 3 个月服用调节血脂药物。研究方案经北京市朝阳区医院医学伦理委员会批准。

1.2 研究方法 记录患者入院时的基线资料:年龄、性别、身高、体重、空腹血糖(FBG)、糖化血红蛋白(HbA_{1c})、血清白蛋白、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、腰围(WC)、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)以及血清 25(OH)D、叶酸、维生素 B₁₂、Hcy 以及钙的水平。体重指数(BMI)=体重(kg)/身高(m)²。

1.3 代谢综合征诊断标准 根据 IDF 的定义^[7],当中心性肥胖(腰围男≥90 cm 或女≥80 cm)伴有以下 4 个因素中的任何 2 个时,可以诊断为 MS:

(1)血清 TG≥1.7 mmol/L;(2)男性 HDL-C<1.03 mmol/L 或女性 HDL-C<1.29 mmol/L;(3)血压≥130/85 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)或接受先前诊断为高血压的治疗;(4)FBG≥5.6 mmol/L 或先前诊断为 T2DM。本研究中以 T2DM 患者为研究对象,故具备除高血糖以外的其他 2 项及以上即可诊断为 MS。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 统计学软件分析数据。符合正态分布的计量资料采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 *t* 检验;不符合正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,2 组间比较采用 Mann-Whitney *U* 秩和检验。计数资料以例数及百分比表示,组间比较行 χ^2 检验或者 Fisher 确切概率法。将营养素水平按照四分位数间距进行分类,营养素水平和 MS 发生风险之间的关联采用单因素和多因素 logistic 回归进行分析,并采用趋势性检验营养素水平与 MS 发生风险之间是否具有线性趋势。营养素水平与临床特征变量之间的相关性采用 Pearson 或 Spearman 相关性进行分析,采用 R 3.5.1 软件绘制相关性热图。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基线资料比较 217 例 T2DM 合并 MS,82 例 T2DM 患者未合并 MS。分析 2 组临床基线资料的差异发现,合并 MS 的 T2DM 患者 SBP、DBP 和 TG 水平高于未合并 MS 的患者,而 HDL-C 水平低于未合并 MS 的患者(P 值均<0.05)。见表 1。

2.2 营养状况比较 进一步分析 2 组患者血清 25(OH)D、叶酸、维生素 B₁₂、Hcy 和钙水平的差异,结果发现合并 MS 的 T2DM 患者血清 25(OH)D 水平低于未合并 MS 的患者($P<0.05$),而叶酸、维生素 B₁₂、Hcy 和钙的水平在 2 组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

2.3 25(OH)D 与 MS 发生风险的相关性分析 由于只有血清 25(OH)D 水平在 T2DM 合并与不合并 MS 患者中存在差异,因此进一步采用单因素和多因素 logistic 回归模型分析 25(OH)D 水平与 MS 发生风险的关联。25(OH)D 水平按 2 组总体四分位数进行分段,转化成四分类变量,以第 1 分位数为参照,比较分析不同分位 25(OH)D 水平合并 MS 的发生风险。因变量为 T2DM 患者是否合并 MS(1=是,0=否)。先采用单因素 logistic 回归分析不同水平 25(OH)D 与 MS 发生风险的关联,随后在校正年

龄、性别、BMI 和血清白蛋白水平的多因素 logistic 回归模型中进一步分析两者校正潜在混杂因素后的关联性,同时采用趋势性检验 25(OH)D 水平与 MS 发生风险之间是否存在线性关联。结果发现,单因素 logistic 回归中,与第 1 分位 25(OH)D 水平相比,第 3 分位和第 4 分位 25(OH)D 水平可降低 T2DM 患者 MS 发生风险($Q_3:OR=0.308,95\%CI:0.135\sim0.699;Q_4:OR=0.191,95\%CI:0.085\sim0.429$),25(OH)D 水平增加与 MS 发生风险降低之间存在线性趋势(趋势性检验 $P<0.001$)。在校正

年龄、性别、BMI 和血清白蛋白水平后,第 3 分位和第 4 分位 25(OH)D 水平仍可降低 T2DM 患者 MS 发生风险($Q_3:OR=0.321,95\%CI:0.138\sim0.750;Q_4:OR=0.195,95\%CI:0.083\sim0.458$),两者间变化仍然存在线性趋势(趋势性检验 <0.001)。见表 3。

2.4 25(OH)D 与临床特征的相关性分析 采用 Pearson 或 Spearman 相关性分析血清 25(OH)D 水平与临床特征指标的相关性,结果发现血清 25(OH)D 水平与 SBP($r=-0.261,P<0.001$)、DBP

表 1 合并 MS 和未合并 MS 的 T2DM 患者临床资料比较

组别	例数	年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	性别(例)		体重指数 ($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)	白蛋白 ($\bar{x}\pm s$,g/L)	腰围 ($\bar{x}\pm s$,cm)	空腹血糖 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)
			男	女				
未合并 MS 组	82	55.6±12.9	50	32	26.29±3.45	41.52±3.27	96.53±9.56	7.72±2.91
合并 MS 组	217	52.9±13.2	138	79	26.56±4.21	41.33±3.53	97.72±11.52	7.39±2.47
<i>t</i> 或 χ^2 值		-1.597	0.175		0.521	-0.421	0.832	-0.977
<i>P</i> 值		0.111	0.676		0.603	0.674	0.406	0.329

组别	例数	糖化血红蛋白 ($\bar{x}\pm s$,%)	收缩压 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)	舒张压 ($\bar{x}\pm s$,mmHg)	总胆固醇 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	高密度脂蛋白胆固醇 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	低密度脂蛋白胆固醇 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	三酰甘油 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)
未合并 MS 组	82	9.52±2.29	121.21±7.04	71.30±6.28	4.46±1.05	1.50±0.33	2.96±1.08	1.24(0.96,1.54)
合并 MS 组	217	9.65±2.08	136.89±16.24	79.90±11.60	4.76±1.37	1.06±0.32	3.12±1.15	1.53(1.09,2.18)
<i>t</i> 或 Z 值		0.478	8.443	6.370	1.803	-10.449	1.055	-4.012
<i>P</i> 值		0.633	<0.001	<0.001	0.072	<0.001	0.292	<0.001

注:MS 为代谢综合征;T2DM 为 2 型糖尿病;1 mmHg=0.133 kPa。

表 2 合并 MS 和未合并 MS 的 T2DM 患者营养状况比较

组别	例数	25(OH)D ($\bar{x}\pm s$,μg/L)	叶酸 [$M(P_{25},P_{75})$,μg/L]	维生素 B ₁₂ [$M(P_{25},P_{75})$,ng/L]	同型半胱氨酸 ($\bar{x}\pm s$,μmol/L)	钙 ($\bar{x}\pm s$,mmol/L)
未合并 MS 组	82	20.91±11.04	9.85(6.37,14.93)	519.46(391.92,963.98)	11.97±3.94	2.27±0.11
合并 MS 组	217	14.23±5.68	8.59(5.48,13.70)	539.00(361.00,811.50)	12.17±4.67	2.31±0.42
<i>t</i> 或 Z 值		-6.846	-1.379	-0.747	0.342	0.784
<i>P</i> 值		<0.001	0.168	0.455	0.733	0.434

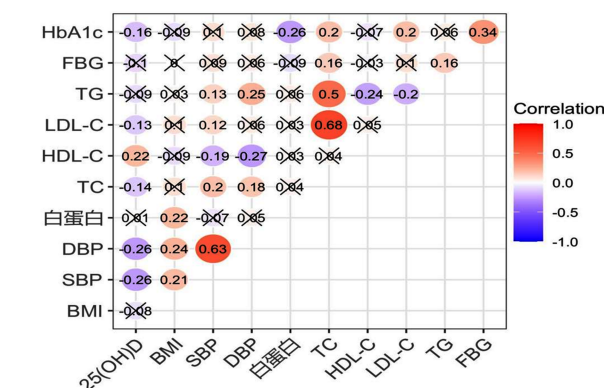
注:MS 为代谢综合征;T2DM 为 2 型糖尿病;25(OH)D 为 25-羟基维生素 D。

表 3 25(OH)D 与 T2DM 合并 MS 关联性的单因素和多因素 logistic 回归分析结果

模型	Q1(3.00~10.98)	Q ₂ (10.98~14.67)		Q ₃ (14.67~18.89)		Q ₄ (18.89~57.37)		趋势性 <i>P</i> 值
		OR 值(95%CI)	<i>P</i> 值	OR 值(95%CI)	<i>P</i> 值	OR 值(95%CI)	<i>P</i> 值	
单因素	参考值	0.670(0.277~1.622)	0.375	0.308(0.135~0.699)	0.005	0.191(0.085~0.429)	<0.001	<0.001
多因素	参考值	0.683(0.276~1.690)	0.409	0.321(0.138~0.750)	0.009	0.195(0.083~0.458)	<0.001	<0.001

注:25(OH)D 为 25-羟基维生素 D;T2DM 为 2 型糖尿病;MS 为代谢综合征;多因素模型校正了年龄、性别、体重指数和血清白蛋白水平;MS 为代谢综合征。

($r = -0.261, P < 0.001$)、TC ($r = -0.136, P = 0.019$)、LDL-C ($r = -0.129, P = 0.019$)、HbA1c ($r = -0.161, P = 0.005$) 水平呈负相关,与 HDL-C 水平呈正相关($r = 0.216, P < 0.001$)。相关性热图见图 1。



注:红色代表正相关;蓝色代表负相关;×表示相关性 $P < 0.05$; HbA1c 为糖化血红蛋白;FBG 为空腹血糖;TG 为三酰甘油;LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇;HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇;TC 为总胆固醇;DBP 为舒张压;SBP 为收缩压;BMI 为体重指数;25(OH)D 为 25-羟基维生素 D。

图 1 25(OH)D 与临床特征指标相关性分析热图

3 讨论

研究^[8-10]表明,营养状况与 MS 的发生发展具有重要关联。B 族维生素、维生素 D、钙等多种营养素作为人体维持每日正常生理活动必需的营养成分,与人体健康密切相关,体内水平过高或过低均会影响糖脂代谢等人体正常生理活动。在本研究中,T2DM 合并 MS 患者血清叶酸、维生素 B₁₂、钙和 Hey 的水平与未合并 MS 患者相比,差异均无统计学意义,但血清 25(OH)D 水平低于未合并 MS 患者,这与国内外多个横断面研究结果^[11-14]一致,提示 T2DM 合并 MS 患者普遍存在维生素 D 水平不足的现象。维生素 D 可通过皮肤内 7-脱氢麦角甾醇经紫外线照射合成或食物摄入这两条途径进入机体。作为一种脂溶性维生素,维生素 D 主要包括 D₃ 和 D₂ 这 2 种形式。人体内的维生素 D 在肝脏和肾脏经过 2 次羟化形成 1,25-二羟基维生素 D₃ 的活性形式来发挥各种生物学效应^[15]。而 25(OH)D 因具有稳定、半衰期长等特点,是体内的主要储存形式,常作为评价体内维生素 D 水平的指标^[16],目前研究认为血清 25(OH)D 浓度应 $\geq 20 \mu\text{g/L}$,但 T2DM 合并 MS 患者的体内维生素 D 水平远低于该浓度 $[(14.23 \pm 5.68) \mu\text{g/L}]$,提示这一部分患者存在营养摄入不均

衡或接受日照时间不充足的情况^[17]。

维生素 D 不仅维持体内钙、磷代谢,还可以调节炎症反应、糖脂代谢、细胞增殖分化及免疫等生理功能,因此与糖尿病、心血管疾病、神经退行性疾病等多种慢性病的发生发展存在关联^[18]。本研究单因素和多因素 logistic 回归显示维生素 D 水平与 T2DM 患者合并 MS 的发生风险密切相关。与处于第一分位水平的维生素 D 极度缺乏人群相比,处于第二分位维生素 D 的重度缺乏人群并未显示出明显的保护作用,只有处于第三分位的维生素 D 轻度缺乏和第四分位维生素 D 水平相对充足的 T2DM 患者 MS 发生风险降低,并且呈线性相关,提示体内维持足量的维生素 D 水平是预防 T2DM 患者合并 MS 的独立保护因素。相关性分析显示,25(OH)D 水平与 SBP、DBP、TC、LDL-C 和 HbA1c 水平呈负相关,与 HDL-C 水平呈正相关,进一步提示维生素 D 缺乏可能通过多种方式参与 MS 的血压、血糖和血脂代谢紊乱。

目前研究表明,维生素受体广泛表达于脂肪组织、胰岛 β 细胞、血管内皮细胞等代谢相关细胞组织,因此维生素 D 的缺乏与高血糖、高血压及血脂紊乱密切相关^[19-20]。一方面,MS 患者腰围的显著增加代表了腹型肥胖,可以形成腹部脂肪过度堆积,脂溶性维生素 D 储存增加,从而导致循环系统中活性维生素 D 显著降低,在各个代谢器官的维生素 D 生物利用度大大降低^[19,21]。维生素 D 缺乏可通过激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统诱发高肾素血症、血管紧张素 II 水平升高,从而诱发 SBP 和 DBP 升高^[22]。维生素 D 可通过与胰岛 β 细胞上的维生素 D 受体结合、直接刺激胰岛素受体表达、调节 β 细胞膜钙离子流动以及抑制 T 细胞增殖和 T 细胞因子分泌等多种直接和间接途径起到抑制胰岛素抵抗、提高胰岛素敏感性以及保护 β 细胞功能的作用,因此维生素 D 的缺乏也导致了 HbA1c 的升高^[7,23]。而维生素 D 缺乏同样与巨噬细胞胆固醇的摄取和酯化加速密切相关,这又促进了巨噬细胞在肝脏中的浸润和胆固醇在肝脏的沉积^[24],因此与维生素 D 缺乏与 TC 和 LDL-C 增加以及 HDL-C 减少也存在相关性。

综上所述,血清维生素 D 水平在 T2DM 患者合并 MS 中可能起着重要的保护作用,这为 T2DM 患者 MS 预防和治疗提供了新的思路。因此需加强 T2DM 患者的 25(OH)D 水平监测,及时发现代谢异

常,并进行有效干预。由于本研究为横断面调查,无法明确维生素 D 水平与 T2DM 患者合并 MS 的因果关系。此次研究采用多元 logistic 回归分析维生素 D 水平与 T2DM 患者合并 MS 的发生风险,控制了多种可能的混杂因素,而由于维生素 D 水平还受纬度、季节等的影响,本研究只选取了秋冬季节户外活动较少的时间段,相关因素仍无法完全排除。因此,还需要进一步分层分析和大规模随机对照试验和前瞻性干预来明确维生素 D 与 T2DM 合并 MS 是否存在因果关系及是否可以通过补充维生素 D 来预防 MS 发生发展。

参 考 文 献

- [1] 许小红,梁愿. 血清 25-羟维生素 D 与 2 型糖尿病代谢性炎症反应综合征的关系[J]. 吉林医学,2020,41(11):2643-2645.
- [2] 乐小婧,陈婕,张帆,等. 代谢综合征与 2 型糖尿病的相关研究进展[J]. 昆明医科大学学报,2020,41(5):145-149.
- [3] LIU J, MA J, OREKOYA O, et al. Trends in metabolic syndrome among US Youth, from 1999 to 2018[J]. JAMA Pediatr, 2022, 176(10):1043-1045.
- [4] 陶亚玲,汤旭磊,关聪会. 补充维生素 D 对代谢综合征影响的研究进展[J]. 海南医学院学报,2021,27(5):396-400.
- [5] 陈轶虹,邓美芳,陈献红. 膳食维生素 C 与代谢综合征风险的 meta 分析[J]. 实用预防医学,2022,29(6):667-671.
- [6] 田勃,洪天配. 美国糖尿病学会 2017 年版糖尿病医学诊疗标准的解读[J]. 中国糖尿病杂志,2017,25(7):577-581.
- [7] GEORGE K, ALBERTI MM, ZIMMET P, et al. The metabolic syndrome: a new worldwide definition[J]. The Lancet, 2005, 366(9491):1059-1062.
- [8] LI X, CAO C, TANG X, et al. Prevalence of metabolic syndrome and its determinants in newly-diagnosed adult-onset diabetes in China: a multi-center, cross-sectional survey[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2019, 10:661.
- [9] LU J, WANG L, LI M, et al. Metabolic syndrome among adults in China: the 2010 China noncommunicable disease surveillance[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2017, 102(2):507-515.
- [10] HOYAS I, LEON-SANZ M. Nutritional challenges in metabolic syndrome[J]. J Clin Med, 2019, 8(9):1301.
- [11] KABISCH S. Nutrigenetic effects in metabolic syndrome: a cornerstone for individualized therapy[J]. J Diabetes Complications, 2019, 33(3):193-194.
- [12] JAIROUN A A, SHAHWAN M J, KHATTAB M H. A comparative assessment of metabolic syndrome and its association with vitamin D and other risk factors in type 2 diabetes mellitus patients[J]. Curr Diabetes Rev, 2021, 17(2):233-242.
- [13] 姚衢,王茜,张琳,等. 男性 2 型糖尿病伴代谢综合征患者血清维生素 D 水平的研究[J]. 中国骨质疏松杂志,2020,26(10):1495-1499.
- [14] 杨梅,康冬梅. 老年糖尿病患者血清 25-羟维生素 D 水平与代谢综合征、糖代谢、骨量的关系[J]. 中国老年学杂志,2019,39(22):5453-5456.
- [15] BUTLER-LAPORTE G, RICHARDS J B. Targeting of vitamin D supplementation to individuals with deficiency[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2021, 9(12):803-804.
- [16] SCHOENMAKERS I. Vitamin D supplementation and mortality[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2022, 10(2):88-90.
- [17] RAMASAMY I. Vitamin D metabolism and guidelines for vitamin D supplementation[J]. Clin Biochem Rev, 2020, 41(3):103-126.
- [18] PARK J E, PICHIAH P, CHA Y S. Vitamin D and metabolic diseases: growing roles of vitamin D[J]. J Obes Metab Syndr, 2018, 27(4):223-232.
- [19] MELGUIZO-RODRÍGUEZ L, COSTELA-RUIZ V J, GARCÍA-RECIO E, et al. Role of vitamin D in the metabolic syndrome[J]. Nutrients, 2021, 13(3):830.
- [20] SAPONARO F, SABA A, ZUCCHI R. An update on vitamin D metabolism[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(18):6573.
- [21] BENNOUR I, HAROUN N, SICARD F, et al. Vitamin D and obesity/adiposity-a brief overview of recent studies[J]. Nutrients, 2022, 14(10):2049.
- [22] ADAMCZAK M, SURMA S, WIEŹCEK A. Vitamin D and arterial hypertension: facts and myths[J]. Curr Hypertens Rep, 2020, 22(8):57.
- [23] SACERDOTE A, DAVE P, LOKSHIN V, et al. Type 2 diabetes mellitus, insulin resistance, and vitamin D[J]. Curr Diab Rep, 2019, 19(10):101.
- [24] WARREN T, MCALLISTER R, MORGAN A, et al. The Interdependency and co-regulation of the vitamin D and cholesterol metabolism[J]. Cells, 2021, 10(8):2007.

(收稿日期:2023-02-07)