

文章编号:1000-8020(2023)06-0877-08

· 论 著 ·

中国中老年人血清维生素 D 与 甲状旁腺素浓度的关系

厉玉婷¹ 胡贻椿¹ 单晓云² 杨晶鑫¹ 曹杨¹ 杨丽琛¹

1 中国疾病预防控制中心营养与健康所 国家卫生健康委微量元素与营养
重点实验室,北京 100050;2 南华大学衡阳医学院公共卫生学院典型环境
污染与健康危害湖南省重点实验室,衡阳 421001



摘要:目的 探讨中国 50 岁及以上中老年人血清 25-羟基维生素 D[25(OH)D] 浓度与甲状旁腺素浓度的关系,初步探索中老年人维生素 D 适宜营养状况的界值并应用于该人群代谢综合征的风险预测。方法 从 2015 年中国成人慢性病与营养监测生物样本库中按年龄、性别分层随机抽取 50 岁及以上的成年人样本 750 例,采用问卷调查收集基本信息(年龄、性别、季节等)并进行体格测量。血清中 25(OH)D 浓度检测采用液相色谱-质谱联用法,白细胞介素-6、甲状旁腺素含量测定采用电化学发光法,磷、白蛋白、肌酐等指标的测定采用全自动生化分析仪。采用多重线性回归筛选影响 25(OH)D 浓度、甲状旁腺素含量的相关因素,并通过广义加性模型进行校正,采用局部加权散点平滑法预测甲状旁腺素的拐点值,以非线性最小二乘和分段线性回归确定甲状旁腺素达到平台期的 25(OH)D 界值。以上述界值为切点,采用多因素 Logistic 回归分析中老年人不同 25(OH)D 切点与代谢综合征的关系。结果 中国 50 岁及以上中老年人血清 25(OH)D 缺乏的界值为 19.62 ng/mL,充足的界值为 28.44 ng/mL。校正性别、年龄、地区、季节等混杂因素后,25(OH)D 充足(≥ 28.44 ng/mL)能够显著降低本研究中老年人代谢综合征风险[OR=0.617(0.439~0.869)]。按性别分层分析,经局部加权散点平滑法初步获得甲状旁腺素处于平台期时 25(OH)D 的浓度范围,男性、女性分别为 20.03~28.43、13.12~26.33 ng/mL;但未能获得有统计学意义的切点。结论 本研究观察到中国 50 岁以上中老年人血清 25(OH)D 浓度为 19.62~28.44 ng/mL 时可使甲状旁腺素达到最大抑制,该界值可能因性别而异。更充足的维生素 D 界值水平(28.44 ng/mL)对该人群的代谢综合征风险具有保护作用。

关键词:中老年人 维生素 D 界值 甲状旁腺素 代谢综合征

中图分类号:R151 R582 Q565 R181.37

文献标志码:A

DOI:10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2023.06.003

Relationship between vitamin D and parathyroid hormone in Chinese elderly people

Li Yuting¹, Hu Yichun¹, Shan Xiaoyun², Yang Jingxin¹, Cao Yang¹, Yang Lichen¹

1 Key Laboratory of Trace Element Nutrition of National Health Committee, National Institute for Nutrition and Health, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China; 2 Hunan Key Laboratory of Typical Environmental Pollution and Health Hazards, School of Public Health, Hengyang Medical School, University of South China, Hengyang 421001, China

基金项目:国家自然科学基金面上项目(No. 81872627)

作者简介:厉玉婷,女,博士研究生,研究方向:微量营养素, E-mail: lytting@yeah.net

通信作者:杨丽琛,女,博士,研究员,博士生导师,研究方向:微量营养素, E-mail: yangle@ninh.chinacdc.cn

ABSTRACT: OBJECTIVE To explore the relationship between serum 25-hydroxyvitamin D (25(OH)D) and serum parathyroid hormone (PTH) level in Chinese people aged 50 years and above, and to probe the optimum threshold for vitamin D sufficiency preliminarily, and apply this threshold to predict the risk of metabolic syndrome (Mets) in this population. **METHODS** A total of 750 serum samples were selected from the biological samples' bank of Chinese Chronic Diseases and Nutritional Survey (CCDNS, 2015–2017) by stratified sampling, basic information (including age, gender, season, etc.) were collected from questionnaire and physical measurement of the subjects were conducted unified. Serum 25(OH)D concentration was determined by high performance liquid chromatography tandem mass spectrometer, and PTH and interleukin-6 (IL-6) were detected by electrochemiluminescence method. Phosphorus, albumin (Alb), creatinine (Cr) in blood were detected by automatic biochemical analyzer. Factors affecting the concentration of 25(OH)D and PTH were found by multiple linear regression and adjusted by generalized additive model separately, threshold was predicted by locally weighted regression and smoothing scatterplot, abbreviated as LOESS, and the exact threshold of 25(OH)D was found when PTH reached the plateau by nonlinear least squares estimation and segmented regression. Relationship between 25(OH)D and Mets was analyzed by multivariate logistic regression using the different cut-off points in Chinese elderly people. **RESULTS** Reference threshold for vitamin D deficiency in Chinese elderly people can be preliminarily discovered as serum total 25(OH)D was 19.62 ng/mL, and 28.44 ng/mL can be used as reference threshold for sufficient vitamin D. Sufficient 25(OH)D (≥ 28.44 ng/mL) could reduce the risk of Mets significantly ($OR = 0.617(0.439-0.869)$) after adjusting for confounding factors such as sex, age, region, season, ect. A plateau in PTH was observed at a 25(OH)D concentration of 20.03–28.43 ng/mL for male whereas 13.12–26.33 ng/mL for female by gender stratification analysis, but no cut-off point was obtained statistically. **CONCLUSION** Reference threshold for vitamin D sufficiency in Chinese elderly people was preliminarily observed in the range of 19.62–28.44 ng/mL when PTH was maximally inhibited, and the threshold may vary with gender. Applying the threshold we also found that more sufficient levels of vitamin D were protective against Mets in this population.

KEY WORDS: elderly people, vitamin D, threshold, parathyroid hormone, metabolic syndrome

维生素 D(vitamin D, vitD)又称为“抗佝偻病维生素”,是一种脂溶性类固醇衍生物,是人体必需的微量营养素之一。vitD 能够调节钙、磷平衡,促进骨骼矿化^[1]、维持肌肉健康^[2],在人体代谢中还发挥免疫^[3]、神经内分泌调节^[4]作用,vitD 缺乏与老年人糖尿病^[5]和代谢综合征^[6](metabolic syndrome, Mets)发生有关。中年是老年的前期阶段,充足的 vitD 对于中年人减缓骨质流失、维持肌肉功能十分必要。因此准确评价人体 vitD 营养状况,使中老年人群维持适宜的 vitD 水平有重要意义。

皮肤经紫外线照射或膳食摄入的 vitD 在肝脏酶作用下转化为 25-羟基维生素 D [25-

hydroxyvitamin D, 25(OH)D],血液中 25(OH)D 由于半减期长达 15 天,是目前公认能够反映 vitD 营养状况的可靠生物学指标。然而该指标应用于评估机体 vitD 营养状况时的界值^[7]并不统一,美国医学研究所(Institute of Medicine, IOM)以 25(OH)D 水平低于 12 ng/mL 作为缺乏,20 ng/mL 及以上作为充足^[8];而美国临床内分泌协会(American Association of Clinical Endocrinologists, AACE)以其低于 20 ng/mL 作为缺乏、30 ng/mL 及以上作为充足^[9]。上述机构推荐的 25(OH)D 界值未区分年龄段,但国外已有学者针对不同健康结局提出老年人可能存在不同于一般青年成人的 25(OH)D 界值。有报道以甲状旁腺素

(parathyroid hormone, PTH)^[10]、骨转换标记物(BTMs)^[11]、心脏代谢标记物^[12]、慢步态^[13]等指标进行了中老年人阈值探索,但尚未获得中老年人vitD适宜界值的一致结论,且vitD界值是否具有性别差异也未可知。目前在vitD界值探索的多种健康结局指标中,PTH仍被认为是稳健指标,25(OH)D在一定范围内与PTH呈负相关关系,而后进入平台期,一般以到达平台期的25(OH)D浓度为缺乏界值,在一定范围内维持PTH稳态的右侧拐点25(OH)D浓度作为充足的界值。

我国亦未开展老年人的血清25(OH)D适宜界值研究。以20 ng/mL为判定标准,2015—2017年中国居民营养与健康监测数据显示,我国60岁及以上老年人血清25(OH)D缺乏的比例为58.3%^[14],但该界值是否适合我国老年人群仍值得商榷。本文旨在通过分析25(OH)D与PTH关系初步探索我国中老年人血清vitD适宜界值,为后续vitD膳食营养素参考摄入量(dietary reference intakes, DRIs)的修订提供基础数据。

1 对象与方法

1.1 调查对象

样本来源于2015年中国成人慢性病与营养监测(简称“2015营养监测”)建立的生物样本库,按年龄、性别分层随机抽样方式选取血清样本750例进行检测,使样本尽量覆盖具有全国及省级代表性的289个监测点。从2015年CCDNS数据库中以分层、多阶段、概率抽样方法抽取1769例年龄50岁及以上中老年人。

本研究通过了中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理委员会的审查(No. 2018-009)。均已获得参与者调查知情同意书。

1.2 调查方法

中国疾病预防控制中心成立了国家营养监测项目工作组,经过培训的工作人员采用统一的设备和方法,调查获取参与者社会人口学信息、体格测量指标^[14-15]。血清样品来源于调查对象空腹10~14 h采集的静脉血,经1500 r/min离心15 min后上清液密封保存于-70℃冰箱。地区、季节、文化水平等基本信息的划分具体参考文献[16]。

采用液相色谱-质谱联用法(Waters I Class/XEVO TQ-S, C18柱)测定血清25(OH)D₂、25(OH)D₃含量,25(OH)D浓度以二者总和计;PTH、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)的测定采用电化学发光免疫法(Roche Cobas e601);血液中磷、白蛋白(albumin, Alb)、肌酐(creatinine,

Cr)、超敏C反应蛋白(high sensitivity C-reactive protein, hsCRP)的检测采用全自动生化分析仪(Hitachi7600,日本)。

1.3 判定标准

依据体重、身高计算体质指数(body mass index, BMI),成年人以BMI值18.5、24、28为切点,体重分类分为消瘦、正常(适宜)、超重和肥胖^[17],其中65岁至79岁老年人BMI值在20.00~26.99范围为正常(适宜),80岁及以上老年人BMI值在22.00~26.99范围为正常(适宜)^[18]。代谢综合征定义参照多国联合声明^[19],5项危险因素中存在任意3项即诊断为代谢综合征。

1.4 质量控制

血清25(OH)D₂平均回收率102.33%,低值和高值组的批间变异系数(coefficient of variation, CV)分别为7.74%、8.27%;25(OH)D₃平均回收率103.28%,低值、高值组CV分别为8.96%、7.67%。PTH质控的试剂为与仪器配套生产的甲状旁腺素检测试剂、定标液及多项免疫质控,检测结果在低值和高值CV分别为2.38%、2.18%。IL-6检测结果在低值和高值的CV分别为6.24%、2.06%。磷、Alb、Cr、hsCRP指标检测均通过了质控要求,各项目在低值相对偏差(relative deviation, RD)依次为6.19%、1.72%、7.50%、1.98%,在高值的RD依次为3.27%、2.38%、3.44%、4.10%。

1.5 统计学分析

经正态性检验,血清25(OH)D、PTH含量和其他生化指标均不服从正态分布,以P50(P25, P75)表示,组间比较使用非参数检验(Kruskal-Wallis)。采用多重线性回归筛选25(OH)D浓度、PTH含量的影响因素,采用广义加性模型分别校正25(OH)D浓度与PTH含量,采用局部加权散点平滑法(locally weighted regression and smoothing scatterplot, LOESS)预测拐点值,以非线性最小二乘法(nonlinear least squares estimation, NLS)和分段线性回归(segmented regression, SR)确定PTH达到平台期的25(OH)D界值。老年人血清25(OH)D水平与Mets关系分析采用多因素Logistic回归。数据处理与分析采用IBM SPSS 23.0和R Studio 4.2.2进行,双侧检验 $P < 0.05$ 为有统计学意义。

2 结果

2.1 样本的基本信息

排除血清溶血的样本、数据缺失及异常值,共

有 690 例纳入分析。男性 318 例(46.09%)、女性 372 例(53.91%),人群基本信息及各指标分布特征详见表 1。

表 1 人群基本信息及各指标分布特征

变量	P50(P25,P75)或 $n(r/\%)$
性别	
男	318(46.09)
女	372(53.91)
年龄/岁	64.5(57.1,70.3)
地区	
东部	250(36.23)
中部	212(30.73)
西部	228(33.04)
季节	
春季	48(6.96)
秋季	393(56.95)
冬季	249(36.09)
城乡	
城市	421(61.01)
农村	269(38.99)
民族	
汉族	632(91.59)
其他	58(8.41)
教育水平	
初等	434(62.90)
中等	234(33.91)
高等	22(3.19)
海拔/m	132.00(37.00,426.00)
纬度/°N	31.74(27.73,37.50)
体重分类	
消瘦	61(8.84)
正常(适宜)	487(70.58)
超重	72(10.43)
肥胖	70(10.15)
IL-6/(pg/mL)	2.09(1.50,3.59)
磷/(mmol/L)	0.89(0.02,1.27)
Alb/(g/L)	52.60(48.68,56.70)
Cr/(nmol/L)	74.00(61.00,86.00)
hsCRP/(mg/L)	0.07(0.00,0.98)
BMI/(kg/m ²)	22.88(21.08,25.10)
PTH/(pg/mL)	35.99(26.75,47.94)
25(OH)D/(ng/mL)	21.94(15.09,29.24)

注:IL-6:白细胞介素-6;Alb:白蛋白;Cr:肌酐;hsCRP:超敏 C 反应蛋白;BMI:体质指数;PTH:甲状旁腺素;25(OH)D:25-羟基维生素 D

2.2 25(OH)D 浓度与 PTH 含量相关性

多重线性回归分析结果显示,血清 25(OH)D 浓度与性别、季节、城乡类型、海拔、纬度、IL-6 浓度、磷含量、PTH 含量显著相关($P<0.05$),血清 PTH 含量与性别、年龄、地区、磷含量、Cr、BMI、25(OH)D 浓度显著相关($P<0.05$),详见表 2。

2.3 基于 PTH 的 25(OH)D 适宜界值分析

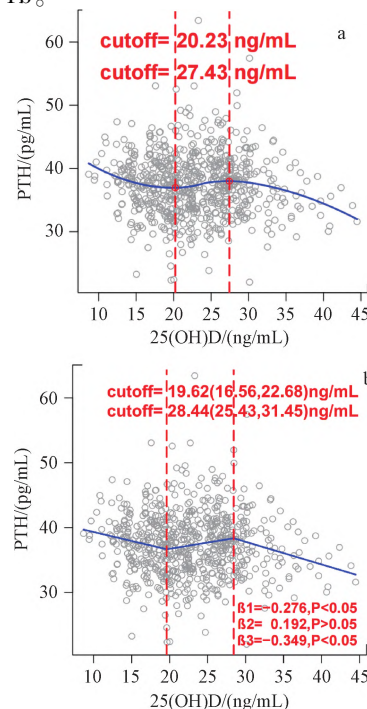
使用广义加性模型对血清 25(OH)D 浓度、PTH 含量的影响因素加以校正并进行局部加权 LOESS 回归拟合,初步获得我国 50 岁及以上代表

表 2 25(OH)D 浓度与甲状旁腺素含量
影响因素多重线性回归结果

变量	25(OH)D		PTH	
	偏相关系数	P 值	偏相关系数	P 值
性别	-0.138	<0.001	0.077	0.046
年龄 ⁽¹⁾	-0.018	0.648	0.147	<0.001
地区	0.000	0.995	0.098	0.011
季节	-0.156	<0.001	0.013	0.741
城乡类型	0.130	0.001	0.005	0.890
民族	-0.013	0.742	0.035	0.368
教育水平	-0.073	0.059	-0.027	0.486
海拔 ⁽¹⁾	-0.165	<0.001	-0.048	0.212
纬度 ⁽¹⁾	-0.424	<0.001	-0.032	0.413
IL-6 ⁽¹⁾	-0.081	0.035	-0.042	0.273
磷 ⁽¹⁾	-0.078	0.043	-0.090	0.020
Alb ⁽¹⁾	0.009	0.809	0.044	0.259
Cr ⁽¹⁾	0.026	0.508	0.121	0.002
hsCRP ⁽¹⁾	-0.001	0.974	0.055	0.154
BMI ⁽¹⁾	-0.009	0.815	-0.100	0.009
PTH ⁽¹⁾	-0.137	<0.001		
25(OH)D ⁽¹⁾			-0.137	<0.001

注:(1)连续变量;25(OH)D:25-羟基维生素 D;PTH:甲状旁腺素;IL-6:白细胞介素-6;Alb:白蛋白;Cr:肌酐;hsCRP:超敏 C 反应蛋白;BMI:体质指数

性中老年人人群 PTH 最大抑制的 25(OH)D 拐点为 20.23 ng/mL,维持 PTH 处于稳态的右侧拐点为 27.43 ng/mL,见图 1a。进一步使用 NLS 和 SR 确定准确的拐点,获得 19.62、28.44 ng/mL 两个界值,见图 1b。

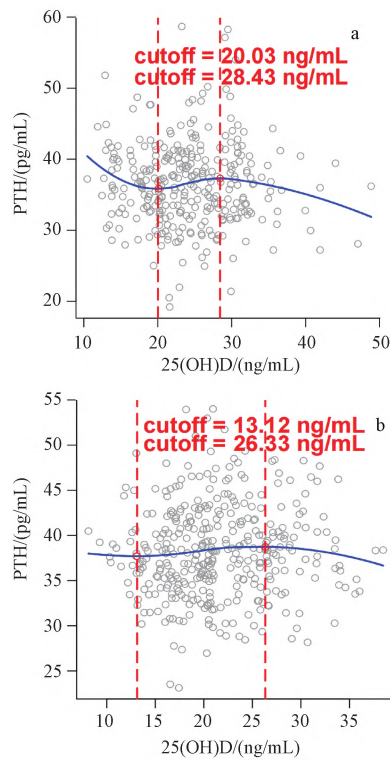


a:局部加权散点平滑法(LOESS);

b:非线性最小二乘法和分段线性回归(NLS and SR)

图 1 我国中老年人血清 25-羟基维生素 D[25(OH)D]和甲状旁腺素(PTH)关系拟合曲线

采用同样的方法,分性别进行 25(OH)D 界值分析。经 LOESS 回归拟合,获得男性 PTH 最大抑制的 25(OH)D 拐点为 20.03 ng/mL、维持 PTH 稳态的右侧拐点为 28.43 ng/mL;而女性 PTH 最大抑制的 25(OH)D 拐点为 13.12 ng/mL、维持 PTH 稳态的右侧拐点为 26.33 ng/mL,见图 2。但进一步使用 NLS 和 SR 方法,未能获得有统计意义的切点。



注:a:男性;b:女性

图 2 血清 25-羟基维生素 D[25(OH)D]和甲状旁腺素(PTH)关系 LOESS 拟合曲线

2.4 25(OH)D 适宜界值在 Mets 风险评估中的应用

以上文探索的中老年人 25(OH)D 界值为切点,采用多因素 Logistic 回归分析不同水平 25(OH)D 与 Mets 的关系。

校正社会人口学混杂因素后,结果显示血清 25(OH)D 浓度高于 28.44 ng/mL 能够显著降低 Mets 风险[OR = 0.696(0.504 ~ 0.961)],进一步校正生化指标后,高水平 25(OH)D 仍对 Mets 有保护作用[OR = 0.617(0.439 ~ 0.869)]。而以目前常用的 12.00、20.00 ng/mL 为切点,未发现对 Mets 的预测作用(表 3)。

3 讨论

目前,血清 25(OH)D 是公认的反映 vitD 营养状况的良好指标,但尚无公认的判断 vitD 充足与否的界值^[7]。营养性佝偻病全球共识(2016)^[20]、IOM^[8]等组织认为血清 25(OH)D 水平至少为 20 ng/mL 作为充足;而 AACE^[9]、国际骨质疏松基金会^[21]、中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会^[22]以 30 ng/mL 及以上作为充足。

本课题组的前期研究对我国 18~45 岁育龄女性血清 25(OH)D 适宜界值进行了探讨,获得使 PTH 达到平台期时对应的 25(OH)D 范围为 14.22~18.06 ng/mL^[16]。本研究观察到我国 50 岁及以上中老年人血清 25(OH)D 水平为 19.62~28.44 ng/mL 时可使 PTH 达到最大抑制,初步探索获得我国中老年人 vitD 缺乏界值 19.62 ng/mL,充足界值 28.44 ng/mL。结果提示中老年

表 3 25(OH)D 界值在 Mets 风险评估中的应用

25(OH)D 浓度/(ng/mL)	n	单因素			模型 a			模型 b		
		β	OR(95%CI)	P 值	β	OR(95%CI)	P 值	β	OR(95%CI)	P 值
本研究界值	<19.62	750	-0.039	0.962	0.726	-0.026	0.975	0.864	-0.038	0.808
				(0.773~1.197)			(0.728~1.306)		(0.711~1.304)	
	19.62~28.43	587	参考			参考			参考	
	≥ 28.44	432	-0.440	0.644	0.001	-0.363	0.696	0.027	-0.482	0.006
				(0.497~0.835)			(0.504~0.961)		(0.439~0.869)	
对比界值	<12.00	247	-0.009	0.991	0.954	0.073	1.076	0.713	0.154	0.458
				(0.730~1.345)			(0.728~1.590)		(0.777~1.751)	
	12.00~19.99	542	参考			参考			参考	
	≥ 20.00	980	-0.148	0.862	0.174	-0.065	0.937	0.655	-0.092	0.543
				(0.696~1.068)			(0.703~1.248)		(0.677~1.228)	

注:模型 a:校正了性别、年龄、地区、季节、城乡类型、民族、教育水平、海拔、纬度、吸烟、饮酒、体质指数;模型 b:在模型 a 基础上校正了尿酸、血红蛋白

人群可能需要更高的 vitD 水平,才有利于骨骼代谢相关指标,尤其是 PTH 水平的稳定。有文献报道,这可能与随着年龄增长,老年人肾脏活化 vitD

能力下降,钙吸收减弱有关^[23]。

当前,不同国家的学者结合不同的健康结局对老年人群的维生素 D 适宜界值进行了探讨,其

中 PTH 仍是最为常用的评价指标^[10,24]。而不同的统计方法对结果也有影响。本研究除了采用目前最常用的 LOESS 进行阈值的初步探讨外,进一步以非线性最小二乘和分段线性回归确定 PTH 达到平台期的 25(OH)D 界值为 19.62~28.44 ng/mL,多种统计方法的使用更有利于精准地获得界值。一项 2022 年美国 45~84 岁中老年人 16 周口服维生素 D₃ 试验结果显示,PTH 到达平台期的 25(OH)D 左侧的拐点为 21 ng/mL^[10]。2017 年韩国 750 名 45~86 岁绝经后女性骨质疏松患者的横断面研究显示,PTH 进入平台期的 25(OH)D 最低的拐点为 20 ng/mL^[21]。本研究初步获得的中老年人 25(OH)D 缺乏的界值 19.62 ng/mL 与上述两项研究结果较为一致。另一项 2010 年美国 65 岁以上人群界值研究将 PTH 分为迅速下降、平缓下降、降至平台 3 阶段,曲线迅速下降至平缓的左侧拐点为 13.2 ng/mL,降至平台期的拐点为 28.8 ng/mL^[24]。这与本研究获得的平台期右侧拐点(28.44 ng/mL,定义为充足)较为一致。也有研究并未找到拐点,2009 年荷兰阿姆斯特丹纵向老龄化队列研究发现 PTH 与 25(OH)D 负相关但无平台期^[25]。

本研究采用 LOESS 回归初步得到 PTH 达到平台期时男性、女性 25(OH)D 浓度范围分别为 20.03~28.43、13.12~26.33 ng/mL。由于性别分层后样本量减少,进一步使用 NLS 和 SR 方法未获得有统计学意义的男性和女性 25(OH)D 缺乏、充足的界值。关于 vitD 界值水平是否有性别差异仍存在争议,2015 年荷兰阿姆斯特丹纵向老龄化研究显示女性 PTH 平台期时对应的 25(OH)D 界值为 45 nmol/L,低于男性的 68 nmol/L^[26]。2012 年我国 20~89 岁上海人群的界值研究,男性 25(OH)D 界值为 20 ng/mL^[27],但该研究未观察到女性的相应界值。中国 18~44 岁成人血清 25(OH)D 界值研究中男、女性全段甲状旁腺素处于平台期的 25(OH)D 界值分别为 16.2、25.6 ng/mL,女性界值高于男性^[28]。25(OH)D 界值可能存在性别差异的机制尚不明确,有研究认为可能与男性、女性的代谢状况、激素水平差异有关,如雄激素相关的结合蛋白浓度、胰岛素样生长因子-1 水平不同,也可能与皮肤 vitD 前体生成、肝脏羟基化能力不同有关^[29-30]。探讨 vitD 是否具有性别差异,对于准确界定 25(OH)D 是否充足极为必要,仍有待后续继续深入研究。

应用初步探索获得的中老年人 vitD 适宜界值,对不同水平 25(OH)D 与 Mets 风险进行评估,

发现 25(OH)D 水平更为充足(≥ 28.44 ng/mL)对中老年人 Mets 具有保护作用,而以 20ng/mL 为切点,未发现对 Mets 的预测作用。提示中老年人或可通过增加户外运动、饮食调整或合理使用膳食补充剂使 vitD 达到更适宜的水平,以促进和维持其骨骼健康。

维生素 D 缺乏受多因素影响,季节、纬度、日照时间、皮肤色素沉着、防晒剂使用等都会影响维生素 D₃ 的皮肤生成^[31]。结合文献和本研究分析,季节^[32]、纬度^[33]、海拔^[34]、城乡居住等地理环境因素对 vitD 水平有较强影响。本研究进行界值探索时将 vitD 相关混杂因素进行了校正;PTH 作为反映骨代谢的生物学指标,对其影响因素也作了校正,力求探索出更接近实际水平的中老年人 vitD 界值。

综上,本研究观察到我国 50 岁及以上中老年人血清 25(OH)D 为 19.62~28.44 ng/mL 时可使 PTH 达到最大抑制,该界值可能因性别而异。应用此界值,发现更充足的维生素 D 水平对该人群 Mets 风险具有保护作用。有关结果仍有待后续扩大样本量,并在队列及干预研究中验证。

参考文献

- [1] GALLAGHER J C, ROSEN C J. Vitamin D: 100 years of discoveries, yet controversy continues[J]. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2023, 11(5): 362-374.
- [2] REID I R, BOLLAND M J, GREY A. Effects of vitamin D supplements on bone mineral density: a systematic review and meta-analysis[J]. *The Lancet*, 2014, 383(9912): 146-155.
- [3] FAN X, WANG J, SONG M, et al. Vitamin D status and risk of all-cause and cause-specific mortality in a large cohort: results from the UK Biobank[J]. *J Clinical Endocrinol Metabol*, 2020, 105(10): e3606-e3619.
- [4] CORTESE M, MUNGER K L, MARTÍNEZ-LAPISCINA E H, et al. Vitamin D, smoking, EBV, and long-term cognitive performance in MS: 11-year follow-up of BENEFIT[J]. *Neurology*, 2020, 94(18): e1950-e1960.
- [5] KAWAHARA T, SUZUKI G, MIZUNO S, et al. Effect of active vitamin D treatment on development of type 2 diabetes: DPVD randomised controlled trial in Japanese population[J]. *BMJ*, 2022: e066222.
- [6] LU L, YU Z, PAN A, et al. Plasma 25-hydroxyvitamin D concentration and metabolic syndrome among middle-aged and elderly Chinese

- individuals[J]. *Diabetes Care*, 2009, 32(7): 1278-1283.
- [7] ALMHEID I, QUYYUMI A A. Vitamin D and cardiovascular disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 70(1): 89-100.
- [8] Institute of Medicine (US) Committee to Review Dietary Reference Intakes for Vitamin D and Calcium. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D [M]. Washington (DC): National Academies Press(US), 2011.
- [9] CESAREO R, ATTANASIO R, CAPUTO M, et al. Italian association of clinical endocrinologists (AME) and Italian chapter of the American association of clinical endocrinologists (AACE) position statement: clinical management of vitamin D deficiency in adults[J]. *Nutrients*, 2018, 10(5): 546.
- [10] HSU S, PRINCE D K, WILLIAMS K, et al. Clinical and biomarker modifiers of vitamin D treatment response: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis[J]. *Nutrients*, 2019, 10(5): 547.
- [11] KUCHUK N O, PLUIJM S M F, VAN SCHOOR N M, et al. Relationships of serum 25-hydroxyvitamin d to bone mineral density and serum parathyroid hormone and markers of bone turnover in older persons[J]. *J Clin Endocr Metab*, 2009, 94(4): 1244-1250.
- [12] TEPPER S, SHAHAR D R, GEVA D, et al. Identifying the threshold for vitamin D insufficiency in relation to cardiometabolic markers[J]. *Nutr Metab Cardiovascular Dis*, 2014, 24(5): 489-494.
- [13] SHARDELL M, CAPPOLA A R, GURALNIK J M, et al. Sex-specific 25-hydroxyvitamin D threshold concentrations for functional outcomes in older adults: project on optimal vitamin D in Older adults (PROVIDO)[J]. *Am J Clin Nutr*, 2021, 114(1): 16-28.
- [14] 赵丽云, 丁刚强, 赵文华, 等. 2015—2017年中国居民营养与健康状况监测报告[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
- [15] YU D, ZHAO L, ZHANG J, et al. China nutrition and health surveys (1982 - 2017) [J]. *CCDC Weekly*, 2021, 3(9): 193-195.
- [16] HU Y, LI S, WANG J, et al. Threshold for relationship between vitamin D and parathyroid hormone in Chinese women of childbearing age[J]. *Intern J Envir Res Public Health*, 2021, 18(24): 13060.
- [17] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 成人体重判定: WS/T 428—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [18] 中国营养学会. 中国高龄老年人人体质指数适宜范围与体重管理指南: T/CNSS 021—2023[S]. 北京: 中国营养学会, 2023.
- [19] ALBERTI K G M M, ECKEL R H, GRUNDY S M, et al. Harmonizing the metabolic syndrome: a joint interim statement of the international diabetes federation task force on epidemiology and prevention; national heart, lung, and blood institute; american heart association; world heart federation; international atherosclerosis society; and international association for the study of obesity[J]. *Circulation*, 2009, 120(16): 1640-1645.
- [20] MUNNS C F, SHAW N, KIELY M, et al. Global consensus recommendations on prevention and management of nutritional rickets [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2016, 101(2): 394-415.
- [21] LEE D Y, JEE J H, CHO Y Y, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D cutoffs for functional bone measures in postmenopausal osteoporosis [J]. *Osteoporosis International*, 2017, 28(4): 1377-1384.
- [22] 中华医学会骨质疏松和骨矿盐疾病分会. 维生素D及其类似物临床应用共识[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2018, 11(1): 1-19.
- [23] ARABI A, BADDOURA R, EL-RASSI R, et al. Age but not gender modulates the relationship between PTH and vitamin D[J]. *Bone*, 2010, 47(2): 408-412.
- [24] DURAZO-ARVIZU R A, DAWSON-HUGHES B, SEMPOS C T, et al. Three-phase model harmonizes estimates of the maximal suppression of parathyroid hormone by 25-hydroxyvitamin d in persons 65 years of age and older 1-3 [J]. *J Nutr*, 2010, 140(3): 595-599.
- [25] ALQUAIZ A M, MUJAMMAMI M, KAZI A, et al. Vitamin D cutoff point in relation to parathyroid hormone: a population based study in Riyadh city, Saudi Arabia[J]. *Arch Osteoporosis*, 2019, 14(1): 22.
- [26] SOHL E, DE JONGH R T, HEYMANS M W, et al. Thresholds for serum 25(OH)D concentrations with respect to different outcomes [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2015, 100(6): 2480-2488.
- [27] LU H K, ZHANG Z, KE Y H, et al. High prevalence of Vitamin D insufficiency in china: relationship with the levels of parathyroid hormone and markers of bone turnover[J]. *PLoS One*, 2012, 7(11): e47264.
- [28] 胡贻椿, 李思燃, 柳祯, 等. 中国成人维生素D缺乏界值初探[J]. *卫生研究*, 2020, 49(5): 699-704.
- [29] WU C Y, YU T J, CHEN M J, et al. Age related testosterone level changes and male andropause

- syndrome [J]. The Aging Male, 2000, 3(4): 216-217.
- [30] CARNEVALE V, DI GIORGIO A, CHIODINI I, et al. Longitudinal evaluation of vitamin d status in healthy subjects from southern Italy: seasonal and gender differences [J]. Osteoporosis International, 2001, 12(12): 1026-1030.
- [31] HOLICK M F. Sunlight and vitamin D for bone health and prevention of autoimmune diseases, cancers, and cardiovascular disease [J]. Am J Clin Nutr, 2004, 80(6): 1678S-1688S.
- [32] SCHRAMM S, LAHNER H. Impact of season and different vitamin D thresholds on prevalence of vitamin D deficiency in epidemiological cohorts—a note of caution [J]. Endocrine, 2017, 56(3): 658-666.
- [33] REID I R, BOLLAND M J. Calcium and/or vitamin D supplementation for the prevention of fragility fractures: who needs it? [J]. Nutrients, 2020, 12(4): 1011.
- [34] CALVO M S. High-altitude living and vitamin D: factors associated with viral risk? [J]. Am J Clin Nutr, 2020, 112(4): 915-916.
- 收稿日期:2023-08-08

* * * * *

达能营养中心青年科学工作者论坛

达能营养中心与《卫生研究》杂志编辑部合作在该杂志创办“达能营养中心青年科学工作者论坛”。自《卫生研究》1999年第3期到2023年第6期,已有148期,共有444篇文章被选用。创办这一论坛的目的是为了鼓励在营养学研究领域里辛勤工作的青年工作者,展示他们的研究成果,促进营养科学信息的交流,从而为促进中国营养健康事业的发展、提高人民的膳食质量和健康水平做贡献。

“达能营养中心(中国)”是中国疾病预防控制中心与法国DANONE INSTITUTE于1998年1月9日在北京成立的。她是法国达能集团与所在国在全球建立的第12个代表机构。达能营养中心是一个独立运作的非营利机构,她的宗旨是为在中国从事饮食及营养的科技人员与卫生界及教育界的专业人员提供一个交流的场所。她将把有关膳食的科学知识传播给中国公众,鼓励开展对膳食与健康之间关系的研究,并为改善中国人口整体膳食质量做出贡献。

达能营养中心的三项主要任务是:

——鼓励及支持有关膳食与健康之间关系的研究;

——作为卫生界、教育界的专业人员就有关饮食和营养领域进行信息交流的中心;

——提高中国居民对膳食与健康的了解和均衡营养的意识,为改善中国人民的膳食质量做贡献。

创办“达能营养中心青年科学工作者论坛”即是达能营养中心要完成的重要任务之一。该论坛从《卫生研究》杂志收到的投稿中每期组织专家审查评比,选择年龄主要在45岁以下、从事营养研究和其他学术工作的科学工作者的优秀论文3篇。达能营养中心将为获奖的青年科学工作者提供稿酬奖励,并在INTERNET达能营养中心网站上展示该报告或摘要,以使其报告得到广泛的交流。

我们希望广大的青年科学工作者踊跃投稿,把“达能营养中心青年科学工作者论坛”办成一个高水平的营养科学信息交流园地。为促进中国营养健康事业的发展,提高人民的膳食质量和健康水平做出我们的贡献。

达能营养中心 《卫生研究》编辑部