

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2023.15.012

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20230509.1303.005.html\(2023-05-09\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20230509.1303.005.html(2023-05-09))

28 194 例患者维生素 D 缺乏的患病率调查及危险因素分析*

汪青,钱胤华,黄昊强,徐锋,陈勇,彭志坚[△]

(昆山市中医医院骨质疏松骨病防治中心,江苏昆山 215300)

[摘要] 目的 调查昆山地区医院门诊及住院患者维生素 D 缺乏的患病率,并探讨其相关危险因素。方法 将 28 194 例昆山市中医医院门诊及住院患者作为研究对象,其中男 9 259 例,女 18 935 例,对患者资料进行回顾性研究。结果 28 194 例患者血清 25 羟维生素 D 水平为 18(12,23)ng/mL,维生素 D 缺乏患病率为 59.15%。二元 logistic 回归分析结果显示,住院[比值比(OR)=2.210,95%置信区间(95%CI):2.082~2.345, $P<0.001$]、冬季(OR=1.598,95%CI:1.481~1.724, $P<0.001$),女性(OR=2.042,95%CI:1.932~2.158, $P<0.001$)、低龄(OR=2.439,95%CI:2.104~2.829, $P<0.001$)是发生维生素 D 缺乏的危险因素。结论 昆山地区医院门诊及住院患者维生素 D 缺乏比较普遍,尤其在冬春季住院的低年龄段女性患者,应进行维生素 D 缺乏的筛查。

[关键词] 25 羟维生素 D;维生素 D 缺乏;季节;性别;年龄**[中图分类号]** R681**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2023)15-2305-05**Prevalence survey and analysis of risk factors for vitamin D deficiency among 28 194 cases***WANG Qing, QIAN Yinhu, HUANG Haoqiang, XU Feng, CHEN Yong, PENG Zhijian[△]

(Osteoporosis Osteopathy Prevention and Treatment Center, Kunshan Traditional Chinese Medicine Hospital, Kunshan, Jiangsu 215300, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the prevalence of vitamin D deficiency among outpatients and inpatients in hospitals in the Kunshan area, and explore the related risk factors. **Methods** A total of 28 194 outpatients and inpatients were selected as the research subjects at Kunshan Hospital of Traditional Chinese Medicine. The sample included 9 259 males and 18 935 females. The patients' data was retrospectively studied. **Results** The serum 25-hydroxyvitamin D level of 28 194 patients was 18 (12,23) ng/mL, and the prevalence of vitamin D deficiency was 59.15%. Binary logistic regression analysis showed that hospitalization (OR = 2.210, 95%CI: 2.082 - 2.345, $P<0.001$), winter (OR = 1.598, 95%CI: 1.481 - 1.724, $P<0.001$), female (OR = 2.042, 95%CI: 1.932 - 2.158, $P<0.001$), and young age (OR = 2.439, 95%CI: 2.104 - 2.829, $P<0.001$) were risk factors for vitamin D deficiency. **Conclusion** Vitamin D deficiency is prevalent among both outpatients and inpatients in hospitals in the Kunshan area, particularly among younger female patients who are hospitalized during the winter and spring seasons. Therefore, it is recommended that these patients be screened for vitamin D deficiency.

[Key words] 25-hydroxyvitamin D; vitamin D deficiency; season; sex; age

维生素 D 是人体必须的一种营养元素,除了调节钙、磷代谢,维持肌骨系统稳态外,其还与代谢性、心血管、自身免疫系统疾病、肿瘤等疾病发病有关^[1-3]。此外,维生素 D 水平还与多种疾病的预后相关^[4-6],对于维生素 D 缺乏患者,提高维生素 D 水平,纠正维生素 D 缺乏状态,可能有利于某些疾病的治疗^[7]。因此,检测医院门诊及住院患者的维生素 D 水平具有重

要的意义。25-羟基维生素[25 hydroxyvitamin D, 25(OH)D]是维生素 D 在体内的主要储存形式,其在人体血清中具有半衰期长、稳定、浓度高等特点,是反映人体维生素 D 营养状况和维生素 D 代谢的最佳指标。本研究通过回顾性分析 28 194 例昆山市中医医院门诊及住院患者血清 25(OH)D 的水平,了解本地区人群维生素 D 的缺乏状态,为本地区维生素 D 缺乏

* 基金项目:江苏省老年健康科研项目(LK2021044);昆山市高层次医学人才引进项目(01201801);苏州市临床重点病种诊疗技术专项项目(LCZX202127)。 作者简介:汪青(1983-),副主任医师,博士,主要从事骨质疏松骨病相关研究。 [△] 通信作者, E-mail:13912690058@163.com。

患者补充维生素 D 提供理论依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 1 月至 2022 年 7 月在昆山市中医医院门诊及住院患者 28 194 例作为研究对象,其中男 9 259 例,女 18 935 例。

1.2 方法

统计患者性别、年龄、来源(门诊/住院)、检查时间(月份)及 25(OH)D 水平。将门诊及住院患者进行分类整理,其中以患者的身份证号作为主索引,筛选门诊及住院的重复患者,将其视为住院患者。采用 ROCHE Cobas E602 化学发光分析仪检测血清 25(OH)D 浓度。按《维生素 D 及其类似物的临床应用共识》^[8],根据 25(OH)D 水平将研究对象分为:维生素 D 缺乏(<20 ng/mL)、维生素 D 不足(20~30 ng/mL)及维生素 D 充足(>30 ng/mL)。四季分组为:春季为 3~5 月,夏季为 6~8 月,秋季为 9~11 月,冬季为 12 月及次年 1~2 月。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 23.0 统计学软件进行数据处理。符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用 t

检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(Q1, Q3)$ 表示,组间比较采用秩和检验。计数资料以频数或百分比表示,组间比较采用 χ^2 检验或非参数检验。采用二元 logistic 回归模型分析维生素 D 缺乏与各因素之间的关系。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同性别患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

28 194 例患者中,维生素 D 缺乏者 16 678 例(占 59.15%)。男性 25(OH)D 水平高于女性,维生素 D 缺乏率低于女性,差异有统计学意义($P < 0.001$),见表 1。

2.2 不同性别门诊和住院患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

来自门诊患者共 15 581 例,住院患者 12 613 例,住院患者 25(OH)D 水平为 17(12,23)ng/mL,显著低于门诊患者 18(14,24)ng/mL($P < 0.001$)。与相同来源男性患者相比,女性患者 25(OH)D 水平更低,维生素 D 缺乏率更高,差异均有统计学意义($P < 0.001$),见表 2。

表 1 不同性别患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

项目	<i>n</i>	25(OH)D[M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏[n(%)]	维生素 D 不足[n(%)]	维生素 D 充足[n(%)]
男性	9 259	21(14,26)	4 603(49.71)	3 288(35.51)	1 368(14.78)
女性	18 935	17(12,22)	12 075(63.78)	5 495(29.02)	1 365(7.20)
Z/ χ^2		-24.544	508.541	-	-
P		<0.001	<0.001	-	-

-:无此项。

表 2 不同性别门诊和住院患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

项目	总人群			男性		女性			
	<i>n</i>	25(OH)D[M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏[n(%)]	<i>n</i>	25(OH)D[M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏[n(%)]	<i>n</i>	25(OH)D[M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏[n(%)]
门诊	15 581	18(14,24)	8 893(57.08)	4 010	21(16,27)	1 650(41.15)	11 571	17(13,23) ^a	7 243(62.60) ^a
住院	12 613	17(12,23)	7 785(61.72)	5 249	18(13,24)	2 953(56.26)	7 364	16(12,22) ^a	4 832(65.62) ^a
Z/ χ^2		-12.580	62.273		-18.109	207.649		-7.639	17.769
P		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001

^a: $P < 0.05$,与相同来源男性比较。

2.3 不同性别及年龄段患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

<50 岁人群 25(OH)D 水平普遍较低,而维生素 D 缺乏率较高。60~<70 岁组 25(OH)D 水平最高,维生素 D 缺乏率最低。>70 岁后,25(OH)D 水平重新出现下降,维生素 D 缺乏率升高。同年龄段,女性的维生素 D 缺乏率高于男性,25(OH)D 水平低于男性,见表 3。

2.4 不同性别人群各季节 25(OH)D 水平及维生素

D 缺乏率

不论男女,25(OH)D 水平在夏季最高,冬季最低;维生素 D 缺乏率在夏季最低,而冬季最高。与同季节男性相比,女性的 25(OH)D 水平较低,维生素 D 缺乏率较高,见表 4。

2.5 维生素 D 缺乏的危险因素

将维生素 D 缺乏作为因变量,是否住院、季节、性别、年龄作为自变量,纳入二元 logistic 回归分析,结果显示,住院[比值比(OR)=2.210,95%置信区间

(95%CI): 2.082~2.345, $P < 0.001$]、冬季($OR = 1.598, 95\%CI: 1.481 \sim 1.724, P < 0.001$), 女性($OR = 2.042, 95\%CI: 1.932 \sim 2.158, P < 0.001$)、低

龄($OR = 2.439, 95\%CI: 2.104 \sim 2.829, P < 0.001$)是患者发生维生素 D 缺乏的危险因素, 见表 5。

表 3 不同性别、各年龄段患者 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏情况比较

年龄	总人群			男性			女性		
	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]
<30 岁	3 519	15(11,20)	2 528(71.84)	496	16(12,21)	343(69.15)	3 023	15(11,20) ^a	2 185(72.28) ^a
30~<40 岁	5 437	16(12,21)	3 691(67.89)	1 599	18(13,23)	954(59.66)	3 838	16(12,21) ^a	2 737(71.31) ^a
40~<50 岁	4 030	17(13,23)	2 521(62.56)	2 003	19(14,25)	1 050(52.42)	2 027	16(12,20) ^a	1 470(72.52) ^a
50~<60 岁	5 029	19(14,25)	2 593(51.56)	2 050	21(15,26)	911(44.43)	2 979	18(14,24) ^a	1 682(56.46) ^a
60~<70 岁	5 306	19(15,25)	2 665(50.22)	1 624	21(15,28)	663(40.83)	3 682	19(14,24) ^a	2 002(54.40) ^a
70~<80 岁	3 603	19(14,25)	1 871(51.93)	1 086	21(15,28)	468(43.09)	2 517	18(14,24) ^a	1 403(55.74) ^a
≥80 岁	1 270	17(12,23)	809(63.70)	401	19(14,27)	213(53.12)	869	16(11,21) ^a	596(68.58) ^a
H/ χ^2		1 104.221	808.986		320.179	239.192		757.499	545.004
P		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001

^a: $P < 0.05$, 与相同年龄段男性比较。

表 4 不同性别及不同季节 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏率

季节	总人群			男性			女性		
	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]	n	25(OHDD) [M(Q1,Q3),ng/mL]	维生素 D 缺乏 [n(%)]
春季	7 601	17(13,22)	4 828(63.52)	2 543	19(14,25)	1 334(52.46)	5 058	16(12,21) ^a	3 494(69.08) ^a
夏季	7 706	20(15,25)	3 761(48.81)	2 570	22(17,28)	962(37.43)	5 136	19(14,24) ^a	2 799(54.50) ^a
秋季	6 663	19(14,25)	3 520(52.83)	2 104	21(15,27)	949(45.10)	4 559	18(14,24) ^a	2 571(56.39) ^a
冬季	6 224	15(11,20)	4 569(73.41)	2 042	16(12,22)	1 358(66.50)	4 182	14(11,19) ^a	3 211(76.78) ^a
H/ χ^2		1 479.956	1 635.210		551.621	410.870		982.450	666.630
P		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001		<0.001	<0.001

^a: $P < 0.05$, 与同季节男性比较。

表 5 维生素 D 缺乏的多因素二元 logistic 分析

因素	B	Wald	P	OR	95%CI	
					下限	上限
是否住院(是)	0.793	683.113	<0.001	2.210	2.082	2.345
春季		1 085.860	<0.001			
夏季	-0.660	370.335	<0.001	0.517	0.483	0.553
秋季	-0.519	212.242	<0.001	0.595	0.555	0.638
冬季	0.469	147.159	<0.001	1.598	1.481	1.724
性别(女)	0.714	638.886	<0.001	2.042	1.932	2.158
年龄(≥80 岁)		1 244.512	<0.001			
年龄(<30 岁)	0.892	139.267	0.001	2.439	2.104	2.829
年龄(30~<40 岁)	0.733	106.991	<0.001	2.082	1.812	2.393
年龄(40~<50 岁)	0.493	47.121	<0.001	1.637	1.422	1.885
年龄(50~<60 岁)	-0.160	5.414	0.020	0.852	0.745	0.975
年龄(60~<70 岁)	-0.402	35.468	<0.001	0.669	0.586	0.763
年龄(70~<80 岁)	-0.415	34.986	<0.001	0.660	0.576	0.758
常量	0.503	99.836	<0.001	1.654		

3 讨 论

维生素 D 是一种脂溶性维生素,除了维持人体的钙磷平衡及肌骨稳态,还具有调节免疫系统、保护神经功能、抗肿瘤等作用。人体的维生素 D 水平受多种因素影响,如种族、年龄、性别、季节、饮食、光照、活动等^[9]。老年人皮肤合成维生素 D 的能力仅为年轻人的 1/3,且老年女性维生素 D 缺乏风险更高^[10]。黑色素能够吸收紫外线,影响皮肤合成维生素 D,因此肤色黑的人维生素 D 缺乏风险更高^[11]。穿着习惯、户外活动、是否使用防晒霜也会影响维生素 D 的合成^[12-13]。城市上空臭氧量高于农村,城市空气污染较农村严重,导致城市居民维生素 D 水平低于农村^[14-15]。过量的脂肪组织一方面抑制 25 羟化酶和 1 α 羟化酶的表达,另一方面脂肪组织大量储存维生素 D,影响循环中的维生素 D 水平,因此超重及肥胖人群与维生素 D 缺乏风险有关^[16]。长期使用一些药物,如苯妥英钠、利福平等,可加快体内维生素 D 分解

代谢,进而致维生素 D 缺乏风险增加^[17]。另外,遗传因素也是影响维生素 D 代谢的一个重要原因,研究发现,血清 25(OH)D 水平的差异与维生素 D 结合蛋白、7 脱羟胆固醇还原酶及 25 羟化酶编码基因的遗传变异具有显著相关性^[18]。

全球范围内,维生素 D 缺乏普遍存在,各研究报道的维生素 D 缺乏率不尽相同。昆明市社区人群中,女性维生素 D 缺乏患病率为 33.26%,高于男性的 21.77%^[19]。贵阳市社区中老年人维生素 D 缺乏患病率为 45.75%^[20]。中国台湾地区某社区维生素 D 缺乏患病率为 22.4%^[21]。上海第六人民医院体检人群中维生素 D 缺乏患病率为 51.66%^[22]。江苏省中医院门诊及住院患者维生素 D 缺乏患病率为 63.3%^[23]。北京市朝阳区体检人群的维生素 D 缺乏率高达 77.03%。方慧玲等^[24]对北京、乌鲁木齐、大连的调查发现,3 个地区的维生素 D 缺乏率分别为 73.76%、65.0%、41.51%。各地区维生素 D 缺乏率差距较大,可能是研究人群、种族、地理位置、研究方法不同所致。本研究中,共纳入患者 28 194 例,维生素 D 缺乏患病率为 59.15%;其中住院患者维生素 D 缺乏患病率为 61.72%,高于门诊患者的 57.08%。二元 logistic 回归分析表明,住院患者维生素 D 缺乏风险是门诊患者的 2.21 倍,表明相比于社区及健康体检人群,医院就诊患者,特别是住院患者的维生素 D 缺乏率更高。

人体内的维生素 D 大部分由皮下 7-脱氢胆固醇通过阳光紫外线照射后合成,因此不同季节的光照强弱对维生素 D 水平变化有着明显影响。高杲等^[22]针对上海体检人群的研究发现,夏秋季的 25(OH)D 水平高于冬春季。包金晶等^[23]的研究发现,南京地区夏季 25(OH)D 水平最高,其次为秋季及春季,最低为冬季。昆山位于上海及南京之间,四季分明。本研究中,血清 25(OH)D 水平在冬春季低于夏秋季,维生素 D 缺乏患病率在冬季最高,夏季最低。以春季作为基线,夏季维生素 D 患病率风险是春季的 0.517 倍,而冬季是 1.598 倍。夏季紫外线强烈,秋季天气舒适,户外活动时间延长,因此夏秋季血清 25(OH)D 水平高,维生素 D 缺乏率低。

年龄对于 25(OH)D 水平的影响较大,且不同的研究结果差异较大。FANG 等^[25]对天津市常住人口的维生素 D 水平进行调查,发现随着年龄的增加,25(OH)D 水平逐渐增加,至 40~49 岁人群达到峰值,随后下降,最低为 18~29 岁人群。WEI 等^[26]研究广州市社区人群的维生素 D 水平,发现中年人群组(40~59 岁)最高,其次为老年人群组(≥ 60 岁),最低为青年人群组(17~39 岁)。GRIFFIN 等^[27]开展针对爱尔兰人的研究,发现 25(OH)D 浓度从 18~39 岁年龄组到 60~69 岁年龄组依次增加,而在 70 岁以后

开始下降。本研究中, <60 岁以下各年龄组,血清 25(OH)D 水平随着年龄的增加逐渐上升,至 60~ <70 岁达到最高峰,随后呈逐渐下降趋势; <30 岁 25(OH)D 水平最低。25(OH)D 水平随着年龄的增加,大致呈先升后降趋势。分析其原因可能是,中青年人工作繁忙,户外运动及光照不足,中老年人在退休后户外活动及光照时间延长,维生素 D 合成增加;但随着年龄的进一步增加,机体运动能力下降,户外活动时间逐渐减少,皮肤 7-脱氢胆固醇的浓度逐渐下降,导致维生素 D 合成减少。而各研究 25(OH)D 水平峰值的年龄段不同,这可能受研究的人群、地区差异影响。

性别与维生素 D 缺乏具有相关性。一项针对 136 个国家单中心分析显示,女性维生素 D 缺乏率高于男性(61.4% vs. 58.3%)^[28]。RAI 等^[29]调查了尼泊尔一家医院患者的维生素 D 缺乏率,结果表明,女性患者维生素 D 缺乏率远高于男性(52.61% vs. 21.08%)。郎爱强等^[30]针对云南省某医院骨科门诊患者血清维生素 D 水平进行研究,发现女性 25(OH)D 水平低于男性。本研究中,不论门诊/住院、季节、年龄段,女性的血清 25(OH)D 水平均低于男性,维生素 D 缺乏患病率均高于男性。其原因可能是:(1)女性运动能力通常弱于男性,户外活动的需求低于男性,户外活动时间常少于男性;(2)女性在户外常使用防晒霜及遮阳伞,这会严重影响维生素 D 的合成^[31];(3)血清 25(OH)D 水平可能与性激素有关^[32-33]。

本研究存在一定的不足:(1)本研究是单中心的横断面研究,血清维生素 D 水平及维生素 D 缺乏与性别、年龄、季节等因素最终的因果关系仍有待于大样本、多中心研究;(2)本研究未剔除可能影响血清维生素 D 水平的相关疾病;(3)研究未调查饮食习惯、运动方式等生活习惯对 25(OH)D 水平的影响。

综上所述,昆山地区门诊及住院患者维生素 D 缺乏的情况普遍存在,门诊/住院,性别、年龄、季节显著影响血清 25(OH)D 水平及维生素 D 缺乏患病率。鉴于维生素 D 缺乏与许多疾病的发生发展及治疗预后有关,医生应特别注意对高危人群进行筛查,如在冬春季住院的低年龄段女性患者,对于维生素 D 缺乏应尽早干预,可能对于疾病的预后具有一定的正向作用。

参考文献

- [1] CHRISTIDES T. Vitamin D and risk of type 2 diabetes[J]. BMJ, 2022, 377: o1166.
- [2] AL-SUMAIH I, JOHNSTON B, DONNELLY M, et al. The relationship between obesity, diabetes, hypertension and vitamin D deficiency a-

- mong Saudi Arabians aged 15 and over; results from the Saudi health interview survey [J]. *BMC Endocr Disord*, 2020, 20(1):81.
- [3] AKTAS B Y, OZTURK A O. Vitamin D supplementation and prevention of type 2 diabetes [J]. *N Engl J Med*, 2019, 381(18):1784.
- [4] ZITTERMANN A, ERNST J B, PROKOP S, et al. Effect of vitamin D on all-cause mortality in heart failure (EVITA): a 3-year randomized clinical trial with 4 000 IU vitamin D daily [J]. *Eur Heart J*, 2017, 38(29):2279-2286.
- [5] RADUJKOVIC A, KORDELAS L, KRZYKALLA J, et al. Pretransplant vitamin D deficiency is associated with higher relapse rates in patients allografted for myeloid malignancies [J]. *J Clin Oncol*, 2017, 35(27):3143-3152.
- [6] KELLY J L, SALLES G, GOLDMAN B, et al. Low serum vitamin D levels are associated with inferior survival in follicular lymphoma: a prospective evaluation in SWOG and LYSA studies [J]. *J Clin Oncol*, 2015, 33(13):1482-1490.
- [7] BOUILLON R, MANOUSAKI D, ROSEN C, et al. The health effects of vitamin D supplementation: evidence from human studies [J]. *Nat Rev Endocrinol*, 2022, 18(2):96-110.
- [8] 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.
- [9] HOLICK M F. Vitamin D deficiency [J]. *N Engl J Med*, 2007, 357(3):266-281.
- [10] TOUVIER M, DESCHASAUX M, MONTOURCY M, et al. Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors [J]. *J Invest Dermatol*, 2015, 135(2):378-388.
- [11] CLEMENS T L, ADAMS J S, HENDERSON S L, et al. Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesise vitamin D3 [J]. *Lancet*, 1982, 1(8263):74-76.
- [12] BUYUKUSLU N, ESIN K, HIZLI H, et al. Clothing preference affects vitamin D status of young women [J]. *Nutr Res*, 2014, 34(8):688-693.
- [13] PASSERON T, BOUILLON R, CALLENDER V, et al. Sunscreen photoprotection and vitamin D status [J]. *Br J Dermatol*, 2019, 181(5):916-931.
- [14] CHEN J, YUN C, HE Y, et al. Vitamin D status among the elderly Chinese population: a cross-sectional analysis of the 2010-2013 China national nutrition and health survey (CNNHS) [J]. *Nutr J*, 2017, 16(1):3-7.
- [15] KIM B, HWANG J, LEE H, et al. Associations between ambient air pollution, obesity, and serum vitamin D status in the general population of Korean adults [J]. *BMC Public Health*, 2022, 22(1):1766.
- [16] PLESNER J L, DAHL M, FONVIG C E, et al. Obesity is associated with vitamin D deficiency in Danish children and adolescents [J]. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2018, 31(1):53-61.
- [17] LEUNG C, WARNER J, HARRIS M, et al. Symptomatic hypocalcemia secondary to rifampicin-induced hypovitaminosis D [J]. *Pediatr Infect Dis J*, 2016, 35(7):822-823.
- [18] WANG T J, ZHANG F, RICHARDS J B, et al. Common genetic determinants of vitamin D insufficiency: a genome-wide association study [J]. *Lancet*, 2010, 376(9736):180-188.
- [19] 郭瑞金, 张虹. 昆明社区人群血清 25-羟维生素 D3 状况的调查研究 [J]. *中国社区医师*, 2017, 33(33):114-115.
- [20] 王睿, 彭年春, 时立新, 等. 贵阳市社区中老年人血压和血清 25-羟维生素 D 水平的相关性研究 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2013, 15(7):714-717.
- [21] LEE M J, HSU H J, WU I W, et al. Vitamin D deficiency in the Taiwan region: a community-based cohort study [J]. *BMC Public Health*, 2019, 19(1):337.
- [22] 高杲, 陈晓. 上海地区成人维生素 D 水平与性别、年龄、季节的关系 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(2):280-284.
- [23] 包金晶, 戴芳芳. 3 326 例南京地区人群维生素 D 水平与季节关系调查 [J]. *中国骨质疏松杂志*, 2019, 25(2):259-262.
- [24] 方慧玲, 禹松林, 韩建华, 等. 中国北方健康人群血清 25 羟维生素 D3 和 25 羟维生素 D2 水平 [J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2014, 15(3):199-205.
- [25] FANG F, WEI H, WANG K, et al. High prevalence of vitamin D deficiency and influencing factors among urban and rural residents in Tianjin, China [J]. *Arch Osteoporos*, 2018, 13(1):64-66.
- [26] WEI Q S, CHEN Z Q, TAN(下转第 2314 页)

- prehypertension in normoglycemic subjects[J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2019, 17 (7): 374-379.
- [10] BELLO-CHAVOLLA O, ANTONIO-VILLA N, VARGAS-VAZQUEZ A, et al. Prediction of incident hypertension and arterial stiffness using the non-insulin-based metabolic score for insulin resistance(METS-IR) index[J]. *J Clin Hypertens*, 2019, 21(8):1063-1070.
- [11] NURDIANTAMI Y, WATANABE K, TANAKA E, et al. Association of general and central obesity with hypertension[J]. *Clin Nutr*, 2018, 37(4):1259-1263.
- [12] HAN K, GU J, WANG Z, et al. Association between METS-IR and prehypertension or hypertension among normoglycemia subjects in Japan: a retrospective study[J]. *Front Endocrinol*, 2022, 13:851338.
- [13] PAOLI M, ZAKHARIA A, WERSTUCK G. The role of estrogen in insulin resistance: a review of clinical and preclinical data[J]. *Am J Pathol*, 2021, 191(9):1490-1498.
- [14] AL-DAGHRI N, AL-ATTAS O, JOHNSTON H, et al. Whole serum 3D LC-nESI-FTMS quantitative proteomics reveals sexual dimorphism in the milieu interieur of overweight and obese adults[J]. *J Proteome Res*, 2014, 13(11): 5094-5105.
- [15] MARKUS M, ROSPLESZCZ S, ITTERMANN T, et al. Glucose and insulin levels are associated with arterial stiffness and concentric remodeling of the heart [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18(1):145.
- [16] YARIBEYGI H, MALEKI M, BUTLER A, et al. Molecular mechanisms linking stress and insulin resistance [J]. *EXCLI J*, 2022, 21: 317-334.
- [17] SOLEIMANI M. Insulin resistance and hypertension: new insights[J]. *Kidney Int*, 2015, 87 (3):497-499.
- [18] PRONIEWSKI B, BAR A, KIERONSKA-RUDEK A, et al. Systemic administration of insulin receptor antagonist results in endothelial and perivascular adipose tissue dysfunction in mice[J]. *Cells*, 2021, 10(6):1448.

(收稿日期:2022-07-20 修回日期:2023-01-04)

(编辑:张芃捷)

(上接第 2309 页)

- X, et al. Relation of age, sex and bone mineral density to serum 25-hydroxyvitamin D levels in Chinese women and men [J]. *Orthop Surg*, 2015, 7(4):343-349.
- [27] GRIFFIN T P, WALL D, BLAKE L, et al. Higher risk of vitamin D insufficiency/deficiency for rural than urban dwellers[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2020, 197:105547.
- [28] HAQ A, SVOBODOVA J, IMRAN S, et al. Vitamin D deficiency: a single centre analysis of patients from 136 countries[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, 164:209-213.
- [29] RAI C K, SHRESTHA B, SAPKOTA J, et al. Prevalence of vitamin D deficiency among adult patients in a tertiary care hospital[J]. *J Nepal Med Assoc*, 2019, 57(218):226-228.
- [30] 郎爱强, 孙启增, 何伟, 等. 云南省某医院骨科门诊患者血清维生素 D 水平检测与分析[J]. *中国骨质疏松杂志*, 2022, 28(1):66-69.
- [31] LIBON F, COURTOIS J, GOFF C, et al. Sunscreens block cutaneous vitamin D production with only a minimal effect on circulating 25-hydroxyvitamin D[J]. *Arch Osteoporos*, 2017, 12(1):66-69.
- [32] RAFIQ R, VAN SCHOOR N M, SOHL E, et al. Associations of vitamin D status and vitamin D-related polymorphisms with sex hormones in older men[J]. *J Steroid Biochem Mol Biol*, 2016, 164:11-17.
- [33] CHIN K Y, IMA-NIRWANA S, WAN N W. Vitamin D is significantly associated with total testosterone and sex hormone-binding globulin in Malaysian men [J]. *Aging Male*, 2015, 18 (3):175-179.

(收稿日期:2022-12-21 修回日期:2023-04-11)

(编辑:张芃捷)