

〔妇幼营养研究〕

孕妇不同孕期血清维生素D的水平变化及影响因素:前瞻性队列研究

王丛丛,洪忠新,李程,丁冰杰

(首都医科大学附属北京友谊医院营养科,北京100050)

〔摘要〕目的 调查规范维生素D补充基础上,北京某三甲医院建档孕妇不同孕期维生素D的水平变化及其影响因素。方法 采用连续抽样法,选取2020年12月至2021年12月在首都医科大学附属北京友谊医院建立档案并规范保健的孕妇,根据孕早期维生素D水平推荐每日维生素D补充剂量。收集一般信息(包括身高、体重、年龄、孕周、孕产次)及孕早期、中期、晚期血清25-羟维生素D[25-(OH)D]检查结果,并采用单因素方差分析与多元线性回归分析对可能影响维生素D水平的因素进行分析。结果 本研究共纳入2 082名孕妇,孕早期平均维生素D水平(16.80 ± 5.94) ng/ml,维生素D缺乏比例74.6%,不足比例22.5%,充足比例仅为2.9%。多因素分析发现,年龄、体质指数(BMI)、季节是血清维生素D水平的影响因素($P < 0.001$);在规范维生素D补充基础上,孕妇血清维生素D水平随孕周增加而显著升高($F = 147.35, P < 0.001$),维生素D缺乏率显著下降(孕早期:77.2%,孕中期32.3%,孕晚期30.6%; $\chi^2 = 207.95, P < 0.001$);孕晚期维生素D缺乏率仍较高,进一步分析发现冬季可能是影响孕晚期补充效果的因素。结论 孕妇维生素D缺乏率高,超重/肥胖、冬季是维生素D缺乏的危险因素;经规范性补充后,维生素D水平随妊娠孕周增加而增加,但冬季可能需要更高剂量的补充以维持充足的维生素D水平。

〔关键词〕妊娠期;维生素D;动态变化;影响因素

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2025.10.011

〔中图分类号〕R173

〔文献标识码〕A

〔文章编号〕1673-5293(2025)10-0069-06

The changes in serum Vitamin D levels and influencing factors in different stages of pregnancy: a prospective cohort study

WANG Congcong, HONG Zhongxin, LI Cheng, DING Bingjie

(Department of Clinical Nutrition, Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

〔Abstract〕Objective To investigate the changes in serum vitamin D levels and its influencing factors in pregnant women during different stages of pregnancy at a tertiary hospital in Beijing, under standardized vitamin D supplementation. Methods A consecutive sampling method was used to select pregnant women who established their health records and followed standardized prenatal care at Beijing Friendship Hospital, Capital Medical University, between December 2020 and December 2021. Based on the vitamin D levels in early pregnancy, daily vitamin D supplementation doses were recommended. General information (including height, weight, age, gestational weeks, and pregnancy history) as well as serum 25-hydroxyvitamin D[25-(OH)D] test results in the first, second and third trimesters of pregnancy were collected. One-way analysis of variance (ANOVA) and multiple linear regression analysis were used to analyze the factors that might influence vitamin D levels. Results A total of 2 082 pregnant women were included in the study. The average vitamin D level in early pregnancy was (16.80 ± 5.94) ng/ml, with 74.6% of participants having vitamin D deficiency, 22.5% with insufficient levels, and only 2.9% with sufficient levels. Multivariate analysis showed that age, body mass index (BMI), and season were factors influencing serum vitamin D levels ($P < 0.001$). Under standardized vitamin D supplementation, serum vitamin D levels significantly increased as gestational weeks progressed ($F = 147.35, P < 0.001$), and the rate of vitamin D deficiency significantly decreased (77.2% in the first trimester, 32.3% in the second trimester, 30.6% in the third trimester; $\chi^2 = 207.95, P < 0.001$). However, the deficiency rate of vitamin D in late pregnancy remained high, and further analysis suggested that winter might be a factor affecting supplementation effectiveness in late pregnancy. Conclusion The deficiency rate of vitamin D is high in pregnant women. Overweight/obesity and winter are risk factors for vitamin D deficiency. After standardized supplementation, vitamin D levels increased with gestational weeks, but higher doses of supplementation may be required during

〔收稿日期〕2025-01-08

〔作者简介〕王丛丛(1990—),女,主治医师,主要从事孕期营养相关疾病预防与慢性病营养支持的研究。

〔通讯作者〕丁冰杰,副主任医师。

winter to maintain adequate vitamin D levels.

[Key words] pregnant; Vitamin D deficiency; dynamic change; influencing factor

近年来,随着对维生素 D(Vitamin D, VD)的研究不断深入,越来越多的研究发现维生素 D 不仅对骨骼健康产生影响,在慢性代谢性疾病、心血管疾病和肿瘤方面也发挥重要作用,使得维生素 D 补充剂被广泛用于预防和治疗多种疾病^[1-2]。同样,许多在孕妇群体中的研究也提示维生素 D 缺乏与各种妊娠并发症存在密切关系,包括妊娠期糖尿病、先兆子痫、低出生体重、小于胎龄儿、早产以及反复妊娠丢失等^[3-7]。母体维生素 D 缺乏可能是通过影响钙吸收,甲状旁腺表达,磷酸盐代谢,胎盘功能和胰岛素样生长因子轴的调节,以及免疫调节能力来影响孕妇妊娠并发症及胎儿的生长发育。

维生素 D 的来源主要有两种:食物或内源性合成。但食物中维生素 D 含量不高,通常通过膳食摄入难以满足人体需求。人体想要保持充足的维生素 D 水平需要增加日晒,利用紫外线 B 辐射将脱氢胆固醇转化为维生素 D₃。由于现代生活方式影响,人群普遍缺乏日晒,因此维生素 D 在普通人群和孕妇中缺乏情况普遍存在。我国维生素 D 缺乏和不足的总患病率分别为 20.7%(95%CI: 11.9~32.9)和 63.2%(95%CI: 53.5~72.3)^[8];中国居民营养与健康状况监测数据显示我国孕妇维生素 D 缺乏率(包括缺乏与严重缺乏)高达 74.3%^[9]。

目前关于孕妇人群维生素 D 的研究大多集中在某一阶段的维生素 D 水平,对整个孕期维生素 D 水平变化情况研究较少,更是缺乏规范检测并且补充维生素 D 后孕期维生素 D 水平变化及影响因素的研究。因此,本研究通过对全阶段孕妇的维生素 D 进行监测、规范补充,以评估首都医科大学附属北京友谊医院建档孕妇体内维生素 D 水平及其影响因素,为以后规范化管理维生素 D 补充提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2020 年 12 月至 2021 年 12 月于我院建档孕妇。纳入标准:①建档孕周<12 周;②规律产检;③自愿参加项目。排除标准:①孕早期未进行维生素 D 检测者;②双胞胎或者多胎妊娠;③流产/引产;④未在我院生产者。

1.2 研究方法

研究者于孕妇第一次产检(建立档案日),收集孕妇一般资料,包括身高、体重、年龄、孕产次、孕周。随访至分娩,根据入排标准筛选研究对象,其中 2 746 例孕妇中,排除双胞胎 10 例,348 例未在我院分娩,297 例流产/引产,早期维生素 D 水平缺失者 9 例,最后共纳入 2 082 例,其中 356 人在孕早、中、晚期分别进行了一次检测。纳入的研究对象于医院 HIS 系统收集孕期维生素 D 即血清 25-羟维生素 D [25-(OH)D]检测结果,依据 2023 年中国医药教育协会发布的《围产期维生素 D 管理规范》^[10]将维生素 D 水平诊断为缺乏(<20ng/mL),不足(20~30ng/mL),充足(≥30ng/mL)。针对孕早期不同维生素 D 水平的孕妇,按照缺乏、不足、充足分别推荐每日补充维生素 D 800~2 000IU、800IU、400IU。根据不同孕周分为孕早期(<14 周),孕中期(孕周为 14~27⁺6 周)和孕晚期(≥28 周)三个阶段;根据北京地区的天气特点,将四季时间节点分为:春季(3—5 月),夏季(6—8 月),秋季(9—10 月),冬季(11—次年 2 月)。所有筛查孕妇签署知情同意书,本研究通过首都医科大学附属北京友谊医院伦理委员会审查(伦理审查编号:2021-P2-128-01)。

1.3 孕血清 25-羟维生素 D 实验室检测

采集孕期不同阶段受试者空腹血清标本,应用电化学发光免疫分析仪(E170 Roche 公司,瑞士)测定 25-羟维生素 D,评估血清维生素 D 的水平。

1.4 统计方法

采用 SPSS 19 软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示;计数资料通过例数(n)和率/构成比(%)进行描述,组间比较采用卡方检验。采用单因素方差分析与多元线性回归分析研究影响维生素 D 水平的因素。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 研究人群基本资料与孕早期维生素 D 关系

本研究共纳入 2 082 人,平均年龄(32.15 ± 3.77)岁,平均体质指数(22.56 ± 3.53)kg/m²,建档孕周(9.1 ± 1.4)周,其中高龄产妇占比 25.2%,超重及肥

胖人群占比 29.8%，初产妇约占 72.0%。孕早期平均维生素 D 水平(16.80±5.94)ng/mL，维生素 D 缺乏比例 74.6%，不足比例 22.5%，充足比例仅为 2.9%。单因素分析发现，年龄、体质指数(body mass index,BMI)、产次、季节均是孕早期血清维生素 D 水平的影响因素(χ^2 介于 5.694 到 20.673 之间， $P<0.05$)，见表 1。

表 1 2 082 例孕妇孕早期 VD 水平单因素分析[$\bar{x}\pm s,n(\%)$]

Table 1 Univariate analysis of Vitamin D levels in 2 082 patients in the first trimester of pregnancy [$\bar{x}\pm s,n(\%)$]

一般特征	n(%)	VD(ng/mL)	χ^2	P
年龄(岁)			20.673	<0.001
≥35	525(25.2)	18.21±6.31		
25~35	1 529(73.4)	16.36±5.78		
<25	28(1.4)	14.79±4.58		
BMI(kg/m ²)			5.694	0.003
≥24	621(29.8)	16.34±5.42		
18.5~23.9	1 285(61.7)	17.15±6.10		
<18.5	176(8.5)	15.99±6.61		
产次(次)			14.572	<0.001
0	1 500(72.0)	16.50±5.87		
≥1	582(28.0)	17.60±6.13		
建档季节			9.860	<0.001
春	557(26.7)	17.19±5.90		
夏	523(25.1)	17.31±5.96		
秋	248(12.0)	17.68±6.13		
冬	754(36.2)	15.89±5.85		

2.2 孕早期维生素 D 水平的多因素分析

对孕早期的血清 25(OH)D 水平与年龄、BMI、产次及季节等相关因素进行多元线性回归分析，其中年龄与维生素 D 水平成正相关($\beta=0.184,P<0.001$)；与孕前 BMI 正常孕妇比较，孕前 BMI≥

24.0kg/m²人群体重指数与维生素 D 水平呈负相关($\beta=-0.080,P<0.001$)；与春季人群比较，冬季与维生素 D 水平呈负相关($\beta=-0.112,P<0.001$)，夏、秋季节与孕早期维生素 D 水平无关($P>0.05$)，见表 2。

表 2 孕早期维生素 D 水平的多元线性回归分析

Table 2 Multiple linear regression analysis of early Vitamin D levels

变量	B	S.E.	β	t	P
截距	8.256	1.171		7.051	<0.001
年龄	0.290	0.036	0.184	7.954	<0.001
产次	0.131	0.285	0.011	0.459	0.646
BMI(kg/m ²)					
18.5~23.9	Ref	—	—	—	—
<18.5	-0.756	0.469	-0.035	-1.612	0.107
≥24.0	-1.041	0.284	-0.080	-3.660	<0.001
建档季节					
春	Ref	—	—	—	—
夏	-0.016	0.353	-0.001	-0.046	0.963
秋	0.580	0.441	0.032	1.317	0.188
冬	-1.386	0.324	-0.112	-4.281	<0.001

注：F=16.989， $P<0.001$ ，调整 $R^2=0.051$ 。

2.3 孕期维生素 D 水平变化

对 356 名孕妇进行了孕早、中、晚期维生素 D 水平随访。由表 3 可见,随着孕周增加,维生素 D 平均水平逐渐增高,差异有统计学意义($F=147.35, P<0.001$);维生素 D 缺乏比例随着孕程下降,但在孕晚

期仍有 30.6% 孕妇处于维生素 D 缺乏状态,其中有 62 例(17.4%)孕妇整个孕期持续存在维生素 D 缺乏;孕晚期维生素 D 充足状态孕妇比例虽然较早期显著提高($\chi^2=207.95, P<0.001$),但也仅有 23.6% 的孕妇处于维生素 D 充足状态,见表 3。

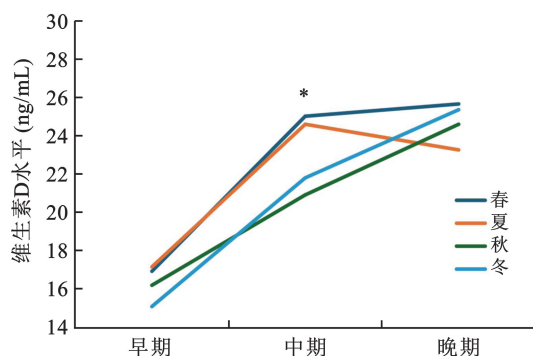
表 3 356 名孕妇孕期维生素 D 水平变化 $[\bar{x}\pm s, n(\%)]$

Table 3 The changes in Vitamin D levels during pregnancy in 356 pregnant women $[\bar{x}\pm s, n(\%)]$

项目	孕早期	孕中期	孕晚期	F/χ^2	P
VD(ng/mL)	16.46 $\pm$ 5.95	23.54 $\pm$ 7.20	24.54 $\pm$ 7.30	147.35	<0.001
VD 水平诊断分组				207.95	<0.001
缺乏	275(77.2)	115(32.3)	109(30.6)		
不足	69(19.4)	174(48.9)	163(45.8)		
充足	12(3.4)	67(18.8)	84(23.6)		

2.4 季节对孕早、中、晚期维生素 D 水平的影响

356 名孕妇按照建档时季节分为春、夏、秋、冬四组,由图 1 可见,不同建档季节孕妇孕早期维生素 D 水平无统计学差异($F=2.319, P=0.075$)。由于进行了规范补充,随孕周增加,孕中期维生素 D 水平均呈上升趋势,但秋冬两季节建档孕妇维生素 D 水平显著低于春夏建档孕妇维生素 D 水平,组间差异有统计学意义($F=6.298, P<0.001$)。孕晚期,四组维生素 D 水平之间无统计学差异($F=2.449, P=0.063$);从孕中期到孕晚期,春秋两季建档孕妇维生素 D 水平均仍呈上升趋势,而在夏天建档的孕妇,孕晚期的维生素 D 水平较孕中期下降,其中测定时间大多是在冬季(96.9%),见图 1。



注: * 代表中期维生素 D 水平,在春夏建档和秋冬建档组别之间有统计学差异。

图 1 建档季节与孕期维生素 D 水平变化的关系

Fig.1 Effect of seasons on changes in Vitamin D levels during pregnancy

3 讨论

本研究显示,维生素 D 缺乏在北方孕妇中的患病率很高,其中年龄、BMI、季节是影响维生素 D 水平的因素。在孕早期诊断维生素 D 缺乏/不足后,经过规范性补充,血浆 25(OH)D 的浓度随孕周增加而增加,并在孕中期迅速升高,维生素 D 缺乏率明显下降,但维生素 D 缺乏和不足现象仍有很高比例。

3.1 孕早期维生素 D 水平及其影响因素分析

在 2 082 例孕妇中,观察到建档早期维生素 D 水平普遍偏低 $[(16.80\pm 5.96)\text{ng/mL}]$,其中年龄、孕前 BMI 以及季节均是孕早期维生素 D 的影响因素(见表 2)。年龄与维生素 D 水平呈正相关,35 岁以上的孕妇人群维生素 D 水平较低年龄组相对偏高,这与 BEN^[11]的研究显示的由于表观基因组老化、端粒丢失或维生素 D 代谢物的抗氧化作用,维生素 D 水平与年龄呈负相关不一致,可能与部分高龄孕妇因为辅助生殖或高龄孕前检查,提前发现维生素 D 缺乏而对症补充有关,也可能与此部分人群对健康更加重视而平时具有服用补充剂的习惯有关。对这一现象原因的探讨需要对孕前补充剂进行更详细的调查才能明确。而超重/肥胖孕妇中,维生素 D 水平较正常 BMI 组孕妇更低,这与既往研究一致,可能机制之一是肥胖增加了循环中维生素 D 功能不全的风险,与维生素 D 储存在脂肪组织中,生物利用度降低有关^[12]。2019 年 Jeffrey^[13]指出,与血清 25(OH)D 水

平相关的基因 CYP 2 R1,主要编码肝脏维生素 D 25-羟化酶,在肥胖患者体内表达减少,这可能是肥胖患者维生素 D 水平低的另一机制。此外,不同建档季节的孕妇其维生素 D 水平也是有差别的。本研究发现,冬季建档孕妇早期维生素 D 平均水平为 (15.89 ± 5.85) ng/mL,显著低于其他三个季节建档孕妇(见表1)。这是由于冬季日照时间短,紫外线强度低以及皮肤暴露面积少等因素,导致自身皮肤合成维生素 D 效率低。

3.2 孕期维生素 D 的动态变化情况及其影响因素分析

孕期不同阶段的维生素 D 水平比较显示(见表3),孕期维生素 D 缺乏和不足的患病率非常高,尤其是在孕早期,77.2%的妇女存在维生素 D 缺乏,19.4%处于不足状态。孕中、晚期的维生素 D 浓度明显增高,但在孕晚期仍有 30.6%的孕妇存在维生素 D 缺乏情况。这与既往的研究一致。在上海地区^[14](纬度 31.2N)、浙江舟山^[15](纬度 29.3~31.0N)的横断面研究显示,上海地区孕早期维生素 D 的缺乏率在 72.5%,舟山 3 268 名孕妇中,早、中、晚期维生素 D 缺乏率分别为 65.3%、33.6%、32.1%,相对应的维生素 D 平均水平分别是 (18.94 ± 8.74) 、 (23.05 ± 11.15) 、 (24.65 ± 11.59) ng/mL。血清维生素 D 浓度在孕中期迅速升高,在孕晚期趋于平稳,维生素 D 缺乏率显著下降(早期 77.2%,中期 32.3%,晚期 30.6%),这与本研究在孕早期诊断维生素 D 缺乏后,及时给予规范性的补充有关。

但同时,孕晚期仍有 30.6%的维生素 D 缺乏率。在早、中、晚期均测定维生素 D 的 356 人孕妇中发现,经过规范的维生素 D 补充后,整个孕期持续存在维生素 D 缺乏率仍为 17.4%。这样的现象需要引起我们思考,为何补充维生素 D 补充没有纠正孕妇的维生素 D 缺乏呢?美国临床内分泌学会发布的指南指出^[2],每天 600IU 维生素 D 补充以预防孕妇的维生素 D 缺乏,对于处于维生素 D 缺乏风险的孕妇可能需要 1 500~2 000IU/d 的维生素 D 才能维持血液中 25(OH)D 水平高于 30ng/mL。结合本研究结果,提示孕期给与的维生素 D 补充剂量可能不足。《围产期维生素 D 管理规范》中建议:维生素 D 缺乏孕妇补充 800~2 000IU/d,临床医生可能会考虑维

生素 D 属于脂溶性维生素惧怕补充过量而给予最低标准的补充。另外,日照时间也可能是影响补充效果的因素之一。在早、中、晚期持续监测维生素 D 的 356 名孕妇中也发现,夏季建档的孕妇,在孕晚期由于处于北方的冬季,即便补充维生素 D,也出现维生素 D 水平下降的情况(见图1)。这与 Richard C^[16]研究中提到的纬度 40 度以上的地区维生素 D 水平季节性循环说法一致。在其他研究中也发现同样的结论,日光照射不足的其它影响因素,包括长期室内工作,戴面纱,经常使用防晒霜等也是引起自身合成维生素 D 不足的原因。除以上原因之外,维生素 D 补充还存在较多的不确定性因素,如服用时间是否足够、患者依从性高低、肤色、饮食来源维生素 D 含量及维生素 D 基因多态性等^[17-19]。因此,针对不同的维生素 D 水平给予多少补充剂量、是否需要根据季节调整,以及更及时地监测需要后续进一步研究。

3.3 小结

本研究关注规范补充维生素 D 后,妊娠三个阶段血清 25(OH)D 水平的动态变化,这与其他横断面研究不同,为更加精准营养支持提供了临床依据。本研究也有其局限性,第一,由于部分孕妇失访或医生未足够重视,孕中期和孕晚期随访样本较少;其次,未收集到完整的维生素 D 补充情况以及未评估患者的补充依从性,导致无法对孕中晚期维生素 D 水平的影响因素进行全面评估。

综上所述,应加强孕期维生素 D 管理,进行早诊断早补充,规范化补充维生素 D 并针对缺乏患者补充后效果进行及时评估。对存在维生素 D 缺乏高危因素的孕妇,如肥胖、长期室内办公、处于冬季,以及规范化补充后维生素 D 改善效果不佳的患者,可能需要增加补充剂量以提高血清维生素 D 水平。

【参考文献】

- [1]Rosen C J, Adams J S, Bikle D D, et al. The nonskeletal effects of vitamin D: an Endocrine Society scientific statement[J]. Endocr Rev, 2012, 33(3): 456-492.
- [2]Holick M F, Binkley N C, Bischoff-Ferrari H A, et al. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2011, 96(7): 1911-1930.

- [3]Durú-Travé T, Gallinas-Victoriano F. Pregnancy, breast-feeding, and Vitamin D[J]. *Int J Mol Sci*, 2023, 24(15): 11881.
- [4]Dovnik A, Mujezinovic F. The association of Vitamin D levels with common pregnancy complications[J]. *Nutrients*, 2018, 10(7): 867.
- [5]Curtis E M, Moon R J, Harvey N C, et al. Maternal vitamin D supplementation during pregnancy[J]. *Br Med Bull*, 2018, 126(1): 57-77.
- [6]Lewis S, Lucas R M, Halliday J, et al. Vitamin D deficiency and pregnancy: from preconception to birth[J]. *Mol Nutr Food Res*, 2010, 54(8): 1092-1102.
- [7]Agarwal S, Kovilam O, Agrawal D K. Vitamin D and its impact on maternal-fetal outcomes in pregnancy: a critical review[J]. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 2018, 58(5): 755-769.
- [8]Liu W, Hu J, Fang Y, et al. Vitamin D status in mainland of China: a systematic review and meta-analysis[J]. *E Clinical Medicine*, 2021, 38: 101017.
- [9]胡貽椿, 陈竞, 李敏, 等. 2010—2012 年中国城市孕妇贫血及维生素 A、维生素 D 营养状况[J]. *中华预防医学杂志*, 2017, 51(2): 125-131.
- [10]中国医药教育协会.《围孕期维生素 D 管理规范》: T/CMEAS 007-2023[S]. 2023.
- [11]Schöttker B, Hagen L, Zhang Y, et al. Serum 25-hydroxy vitamin D levels as an aging marker: strong associations with age and all-cause mortality independent from telomere length, epigenetic age acceleration, and 8-Isoprostane levels[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2019, 74(1): 121-128.
- [12]Earthman C P, Beckman L M, Masodkar K, et al. The link between obesity and low circulating 25-hydroxyvitamin D concentrations: considerations and implications[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2012, 36(3): 387-396.
- [13]Roizen J D, Long C, Casella A, et al. Obesity decreases hepatic 25-hydroxylase activity causing low serum 25-hydroxyvitamin D[J]. *J Bone Miner Res*, 2019, 34(6): 1068-1073.
- [14]Yang C, Jing W, Ge S, et al. Vitamin D status and vitamin D deficiency risk factors among pregnancy of Shanghai in China[J]. *BMC Pregnancy Childbirth*, 2021, 21(1): 431.
- [15]Shen Y, Pu L, Si S, et al. Vitamin D nutrient status during pregnancy and its influencing factors[J]. *Clin Nutr*, 2020, 39(5): 1432-1439.
- [16]Kift R C, Webb A R. Globally estimated UVB exposure times required to maintain sufficiency in Vitamin D levels[J]. *Nutrients*, 2024, 16(10): 1489.
- [17]Llopis M, Ventura P S, Brachowicz N, et al. Sociodemographic, lifestyle, and environmental determinants of vitamin D levels in pregnant women in Spain[J]. *Environ Int*, 2023, 182: 108293.
- [18]Díaz-López A, Jardí C, Villalobos M, et al. Prevalence and risk factors of hypovitaminosis D in pregnant Spanish women[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 15757.
- [19]Xiang F, Jiang J, Li H, et al. High prevalence of vitamin D insufficiency in pregnant women working indoors and residing in Guiyang, China[J]. *J Endocrinol Invest*, 2013, 36(7): 503-507.

[专业责任编辑: 于学文]

[中文编辑: 刘昕田; 英文编辑: 方 柳]