

多囊卵巢综合征患者血清25-羟维生素D水平对代谢综合征的初筛价值

王卓斯, 何帆*

重庆医科大学附属第二医院妇产科, 重庆

收稿日期: 2025年4月14日; 录用日期: 2025年5月7日; 发布日期: 2025年5月14日

摘要

目的: 分析多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)患者血清25-羟维生素D水平与代谢综合征(metabolic syndrome, MS)的相关性及对MS的初筛价值。方法: 连续纳入2023年9月至2024年9月于重庆医科大学附属第二医院妇科就诊, 符合入组标准的PCOS患者161例, 按照血清25-羟维生素D水平分为严重缺乏组($n = 40$)、缺乏组($n = 96$)和不缺乏组($n = 25$), 收集所有患者的临床资料, 比较三组患者的腰围、血清甘油三酯及高密度脂蛋白胆固醇水平等MS相关指标。应用Logistic回归模型分析血清25-羟维生素D水平与MS的相关性。以漏诊率 $< 10\%$ 确定血清25-羟维生素D在PCOS患者中筛查MS的截断值, 并采用混淆矩阵评价其筛查效能。结果: 血清25-羟维生素D严重缺乏组的MS患病率(75.0%)显著高于缺乏组(15.6%)和不缺乏组(0.0%), 差异有统计学意义($P = 0.000$)。血清25-羟维生素D ($OR = 0.006$, 95% CI 0.001~0.045, $P = 0.000$)及血清黄体生成素($OR = 0.231$, 95% CI 0.084~0.635, $P = 0.004$)是PCOS患者发生MS的保护因素, 体质指数($OR = 3.619$, 95% CI 1.433~9.141, $P = 0.007$)是PCOS患者发生MS的危险因素。在PCOS患者中应用血清25-羟维生素D (< 32.25 nmol/L)初筛MS的召回率为91.11%, 准确率为73.91%。结论: 低血清25-羟维生素D水平可能增加PCOS患者合并MS的风险, 血清25-羟维生素D对MS具有良好的初筛价值。

关键词

多囊卵巢综合征, 25-羟维生素D, 代谢综合征, 相关性, 筛查

Preliminary Screening Value of 25-Hydroxyvitamin D Levels in Patients with Polycystic Ovary Syndrome for Metabolic Syndrome

Zhuosi Wang, Fan He*

*通讯作者。

文章引用: 王卓斯, 何帆. 多囊卵巢综合征患者血清 25-羟维生素 D 水平对代谢综合征的初筛价值[J]. 临床医学进展, 2025, 15(5): 514-522. DOI: 10.12677/acm.2025.1551401

Department of Gynaecology and Obstetrics, The Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: Apr. 14th, 2025; accepted: May 7th, 2025; published: May 14th, 2025

Abstract

Objective: To analyze the correlation between serum 25-hydroxyvitamin D level and metabolic syndrome (MS) in patients with polycystic ovary syndrome (PCOS) and its screening value for MS. **Methods:** A total of 161 patients with PCOS who met the inclusion criteria and were admitted to the Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University from September 2023 to September 2024 were enrolled. According to the degree of serum 25-hydroxyvitamin D deficiency, they were divided into severe deficiency group (n = 40), deficiency group (n = 96) and non-deficiency group (n = 25). Clinical data of all patients were collected and waist circumference, triglyceride and high density lipoprotein cholesterol were compared among the three groups. Logistic regression model was established to analyze the correlation between serum 25-hydroxyvitamin D level and MS. A missed diagnosis rate of <10% was used to determine the cut-off value of serum 25-hydroxyvitamin D for MS screening in patients with PCOS. Confounding matrix evaluation of screening efficacy of serum 25-hydroxyvitamin D for PCOS with MS. **Results:** Prevalence of MS in severe serum 25-hydroxyvitamin D deficiency group (75.0%) significantly higher than the deficiency group (15.6%) and non-deficiency group (0.0%), statistically significant difference (P = 0.000); Serum 25-hydroxyvitamin D (OR = 0.006, 95% CI 0.001~0.045, P = 0.000) and serum luteinizing hormone (OR = 0.231, 95% CI 0.084~0.635, P = 0.004) was a protective factor for MS in PCOS patients, body mass index (OR = 3.619, 95% CI 1.433~9.141, P = 0.007) was a risk factor for MS in PCOS patients. The recall rate and accuracy rate of MS screening in PCOS patients using serum 25-hydroxyvitamin D cut-off value of 32.25 nmol/L were 91.11% and 73.91%, respectively. **Conclusion:** Low serum 25-hydroxyvitamin D levels may increase the risk of MS in PCOS patients, and serum 25-hydroxyvitamin D may be of some screening value for MS.

Keywords

Polycystic Ovary Syndrome, 25-Hydroxyvitamin D, Metabolic Syndrome, Association, Screening

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

多囊卵巢综合征(polycystic ovary syndrome, PCOS)是常见的生殖内分泌代谢性疾病,我国育龄期女性的PCOS患病率为7.8%[1]。PCOS的临床特征主要有月经稀发或闭经、高雄激素的临床或生化表现,以及卵巢多囊样改变,可伴有胰岛素抵抗、高脂血症等代谢异常[2]。30%~40%的PCOS患者发生代谢综合征(metabolic syndrome, MS)[3]。MS是一组以腹型肥胖、血糖异常、血压升高以及血脂异常为特征的临床综合征[4]。MS患者在远期发生2型糖尿病及心血管疾病的风险增加[5][6]。因此,在临床诊疗过程中,评估PCOS患者是否合并MS十分重要。

根据《多囊卵巢综合征诊治内分泌专家共识》[7],如PCOS患者符合以下5项中的3项,可诊断PCOS合并MS:(1)腹型肥胖(腰围>85 cm);(2)甘油三酯 ≥ 1.69 mmol/L;(3)高密度脂蛋白胆固醇<

1.0 mmol/L; (4) 血压 $\geq 130/85$ mmHg; (5) 空腹血糖 6.1~7.0 mmol/L, 和(或)葡萄糖负荷后 2 小时血浆葡萄糖 7.8~11.1 mmol/L。采用前述标准诊断 MS 需抽血两次及葡萄糖负荷, 部分患者拒绝行口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test, OGTT)。因此, 寻找简便、省时的能在 PCOS 患者中初步筛查 MS 的标志物, 有助于减轻患者的生理和心理负担, 并节约时间成本。

文献报道, 67%~85%的 PCOS 患者发生维生素 D 缺乏症[8]。维生素 D 是一种人类必需的脂溶性维生素, 其活性形式 25-(OH)D₃ 通过与维生素 D 受体特异性结合, 在胰腺、肾脏及脂肪等靶器官发挥效应, 可增加胰岛素的敏感性、调节钙磷代谢及抑制前脂肪细胞向脂肪细胞的分化。研究发现, 血清 25-羟维生素 D 水平与 MS 患病率呈负相关[9]。一项纳入 4164 例成年人的前瞻性队列研究发现血清 25-羟维生素 D < 18 ng/mL 和 18 ng/mL $\leq$ 25-羟维生素 D ≤ 23 ng/mL 组较血清 25-羟维生素 D ≥ 34 ng/mL 组发生 MS 的风险增高(OR = 1.41, 95% CI 1.02~1.95; OR = 1.74, 95% CI 1.28~2.37) [10]。在一项随机对照试验中, 维生素 D 缺乏的超重/肥胖 PCOS 患者保持平素的饮食和运动习惯, 规律服用维生素 D 和钙补充剂 3 个月后, 体重指数、腰围、甘油三酯、总胆固醇、体脂百分比均显著降低[11]。综上所述, 有望应用血清 25-羟维生素 D 在 PCOS 患者中初筛 MS。

本研究旨在探讨 PCOS 患者血清 25-羟维生素 D 水平与 MS 的相关性, 评估能否在 PCOS 患者中采用血清 25-羟维生素 D 来初步筛查 MS。

2. 研究对象与研究方法

2.1. 研究对象

本研究连续纳入 2023 年 9 月~2024 年 9 月在重庆医科大学附属第二医院妇科门诊就诊的 PCOS 患者。PCOS 的诊断根据鹿特丹标准[12], 符合以下 3 项中的任何 2 项: (1) 稀发排卵和(或)无排卵; (2) 高雄激素血症和(或)具有高雄激素血症的临床表现, 如多毛、痤疮等; (3) 超声提示卵巢多囊样改变: 单侧卵巢体积 ≥ 10 mL, 和(或)在同一切面上直径 2~9 mm 的卵泡数 ≥ 12 个。排除引起高雄激素、排卵障碍的其他疾病, 如先天性肾上腺增生、库欣综合征、分泌雄激素的肿瘤、高催乳素血症、甲状腺疾病等。纳入标准: 年龄 18~40 岁。排除标准: (1) 近 3 个月内使用过可能影响维生素 D 代谢、糖脂代谢、血压水平及性激素水平的药物; (2) 患有严重心、肝、肾、肺、甲状腺及胃肠道疾病者; (3) 患原发性高血压、继发性高血压、1 型糖尿病、自身免疫性疾病或恶性肿瘤者。本研究通过医院伦理委员会审核批准。

2.2. 研究方法

2.2.1. 资料收集

从重庆医科大学附属第二医院门诊电子病历系统收集如下数据: (1) 一般临床特征: 年龄、身高、体重、腰围、臀围、血压, 计算体质量指数、腰臀比; (2) 血清 25-羟维生素 D; (3) 糖代谢指标: 空腹血糖、葡萄糖负荷后 2 小时血浆葡萄糖; (4) 脂代谢指标: 甘油三酯、高密度脂蛋白胆固醇、总胆固醇、低密度脂蛋白胆固醇; (5) 性激素指标: 游离雄激素指数, 睾酮、硫酸脱氢表雄酮、性激素结合球蛋白, 黄体生成素、卵泡刺激素、雌二醇、孕酮、泌乳素。

2.2.2. 血清 25-羟维生素 D 缺乏的判断标准及分组

参照 2018 年发布的《维生素 D 及其类似物临床应用共识》[13], 根据血清 25-羟维生素 D 水平分为以下三组: (1) 严重缺乏组: 25-羟维生素 D < 25 nmol/L; (2) 缺乏组: 25 nmol/L $\leq$ 25-羟维生素 D < 50 nmol/L; (3) 不缺乏组: 25-羟维生素 D ≥ 50 nmol/L。

2.3. 统计学方法

采用 Shapiro-Wilk 检验对定量资料进行正态性检验, 如符合正态分布, 采用均数±标准差描述, 组间比较采用单因素方差分析; 如不符合正态分布, 采用中位数和四分位间距表示, 组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验。计数资料采用例数及百分比表示, 组间比较采用卡方检验。应用 Logistic 回归分析探索血清 25-羟维生素 D 水平与 MS 的相关性。以漏诊率 < 10%确定血清 25-羟维生素 D 在 PCOS 患者中筛查 MS 的截断值, 并采用混淆矩阵评价其筛查效能。应用 SPSS 27.0 进行统计学分析, P < 0.05 为差异具有统计学意义。

3. 结果

本研究共纳入 161 例 PCOS 患者, 根据血清 25-羟维生素 D 水平分为严重缺乏组 40 例、缺乏组 95 例和不缺乏组 25 例。

3.1. 基线特征比较

研究结果显示, 25-羟维生素 D 严重缺乏组的体重、体质量指数、腰围、臀围、收缩压及舒张压均显著高于缺乏组及不缺乏组, 差异有统计学差异(P < 0.05); 年龄、游离雄激素指数、睾酮、硫酸脱氢表雄酮、性激素结合球蛋白、黄体生成素、卵泡刺激素、雌二醇、孕酮及泌乳素在各组间的差异均无统计学意义(P > 0.05)。结果详见表 1。

Table 1. Characteristics of different 25-(OH) D levels
表 1. 不同 25-羟维生素 D 水平患者的基线特征

指标	严重缺乏组(n = 40)	缺乏组(n = 96)	不缺乏组(n = 25)	P
Age (year)	24 (21, 27)	26 (22, 30)	27 (22, 29)	0.343
Height (cm)	161.4 ± 5.8	159.5 ± 5.3	162.4 ± 5.4	0.011
Weight (kg)	69.3 (62.5, 78.0)	60.0 (54.7, 70.0)	60.0 (56.9, 65.0)	0.000
BMI (kg/m ²)	26.50 (24.15, 30.03)	24.03 (21.12, 27.31)	22.31 (21.01, 23.99)	0.000
WC (cm)	91.9 ± 9.4	83.3 ± 10.1	79.9 ± 7.4	0.000
HC (cm)	100.3 (97.0, 106.0)	95.0 (91.0, 101.0)	95.0 (92.0, 96.8)	0.000
WHR	0.9 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.8 ± 0.1	0.000
SBP (mmHg)	119 (110, 129)	114 (105, 120)	110 (104, 114)	0.006
DBP (mmHg)	85 (79, 89)	78 (73, 85)	76 (73, 84)	0.002
FAI (%)	6.63 (3.45, 10.07)	5.56 (2.78, 8.31)	6.14 (3.17, 7.87)	0.636
T (ng/dl)	45.04 (36.24, 60.59)	52.58 (37.82, 65.97)	57.03 (36.48, 65.21)	0.409
DHEA-S (ug/dl)	276.25 (207.20, 396.03)	264.95 (202.08, 342.38)	316.50 (236.75, 389.20)	0.207
SHBG (nmol/L)	27.00 (15.91, 36.54)	31.83 (24.01, 45.59)	30.64 (24.14, 43.63)	0.108
LH (mIU/ml)	11.18 (7.91, 14.48)	11.34 (7.58, 15.71)	11.77 (7.99, 16.18)	0.911
FSH (mIU/ml)	6.18 (5.51, 6.89)	5.90 (5.30, 6.83)	6.32 (5.54, 7.02)	0.366
E2 (pg/ml)	49.43 (38.17, 55.71)	44.50 (35.67, 54.89)	48.81 (43.26, 63.19)	0.171
P (ng/ml)	0.18 (0.11, 0.30)	0.20 (0.11, 0.34)	0.27 (0.22, 0.36)	0.153
PRL (ug/L)	16.52 (12.49, 23.69)	14.99 (11.05, 21.45)	16.49 (10.80, 19.57)	0.589

(注: Age: 年龄; BMI: 体质量指数; DBP: 舒张压; DHEA-S: 硫酸脱氢表雄酮; E2: 雌二醇; FAI: 游离雄激素指数; FSH: 卵泡刺激素; Height: 身高; HC: 臀围; LH: 黄体生成素; P: 孕酮; PRL: 泌乳素; SBP: 收缩压; SHBG: 性激素结合球蛋白; T: 睾酮; Weight: 体重; WC: 腰围; WHR: 腰臀比)

3.2. 糖、脂代谢指标比较

25-羟维生素 D 严重缺乏组的空腹血糖、葡萄糖负荷后 2 小时血浆葡萄糖及甘油三酯水平均显著高于缺乏组和不缺乏组, 差异具有统计学意义($P < 0.05$); 高密度脂蛋白胆固醇水平显著低于缺乏组和不缺乏组, 差异具有统计学意义($P < 0.05$); 低密度脂蛋白胆固醇水平在三组间的差异无统计学意义($P > 0.05$)。结果详见表 2。

Table 2. Comparison of glucose and lipid metabolism indexes between different 25-(OH) D levels
表 2. 不同 25-羟维生素 D 水平患者的糖脂代谢指标比较

指标	严重缺乏组(n = 40)	缺乏组(n = 96)	不缺乏组(n = 25)	P
糖代谢指标				
FPG (mmol/L)	5.20 (4.71, 5.60)	4.87 (4.62, 5.16)	4.79 (4.57, 5.01)	0.009
2hPG (mmol/L)	7.66 (5.78, 9.37)	6.23 (5.43, 7.96)	5.62 (5.24, 6.48)	0.003
脂代谢指标				
TG (mmol/L)	1.53 (1.11, 2.17)	1.17 (0.80, 1.84)	1.00 (0.75, 1.22)	0.002
HDL-C (mmol/L)	1.18 (1.00, 1.34)	1.33 (1.15, 1.49)	1.29 (1.15, 1.52)	0.014
TC (mmol/L)	4.68 ± 0.69	4.72 ± 0.83	4.20 ± 0.95	0.019
LDL-C (mmol/L)	2.70 ± 0.57	2.66 ± 0.70	2.32 ± 0.62	0.055

(注: FPG: 空腹血糖; 2hPG: 葡萄糖负荷后 2 小时血浆葡萄糖; HDL-C: 高密度脂蛋白胆固醇; LDL-C: 低密度脂蛋白胆固醇; TG: 甘油三酯; TC: 总胆固醇)

3.3. 三组患者的 MS 患病率比较

25-羟维生素 D 严重缺乏组的 MS 患病率(75.0%)显著高于 25-羟维生素 D 缺乏组(15.6%)及不缺乏组(0.0%), 差异有统计学意义($P = 0.000$)。结果详见表 3。

Table 3. Prevalence rate of MS in patients with different 25-(OH) D levels
表 3. 不同 25-羟维生素 D 水平患者的 MS 患病率比较

组别	严重缺乏组(n = 40)	缺乏组(n = 96)	不缺乏组(n = 20)
MS (n = 45)	30 (75.0%)	15 (15.6%) ^a	0 (0.0%) ^b
X ²		60.910	
P 值		0.000	

(注: a 与严重缺乏组比较 $P < 0.05$; b 与严重缺乏组比较 $P < 0.05$)

3.4. Logistic 回归分析

3.4.1. 单因素 Logistic 回归分析

应用单因素 Logistic 回归分析筛选影响 PCOS 患者发生 MS 的混杂因素。研究发现: 25-羟维生素 D (OR = 0.782, 95% CI 0.717~0.852, $P = 0.000$)、体质指数(OR = 1.371, 95% CI 1.220~1.541, $P = 0.000$)、总胆固醇(OR = 1.582, 95% CI 1.028~2.436, $P = 0.037$)、低密度脂蛋白胆固醇(OR = 2.285, 95% CI 1.326~3.939, $P = 0.003$)、黄体生成素(OR = 0.925, 95% CI 0.867~0.987, $P = 0.019$)、孕酮(OR = 0.073, 95% CI 0.006~0.922, $P = 0.043$)、性激素结合球蛋白(OR = 0.953, 95% CI 0.928~0.980, $P = 0.000$)及游离雄激素指数(OR = 1.127,

95% CI 1.046~1.215, P = 0.002)是 PCOS 患者 MS 发生的影响因素。将以上 $P \leq 0.20$ 的指标纳入多因素回归分析。结果详见表 4。

Table 4. Univariate Logistic regression analysis of MS
表 4. MS 的单因素 Logistic 回归分析

指标	OR	95% CI	P
25-(OH)D (nmol/L)	0.782	0.717~0.852	0.000
Age (year)	1.004	0.934~1.079	0.913
Height (cm)	1.014	0.953~1.079	0.663
BMI (kg/m ²)	1.371	1.220~1.541	0.000
TC (mmol/L)	1.582	1.028~2.436	0.037
LDL-C (mmol/L)	2.285	1.326~3.939	0.003
LH (mIU/ml)	0.925	0.867~0.987	0.019
FSH (mIU/ml)	1.027	0.804~1.312	0.831
E2 (pg/ml)	0.987	0.965~1.008	0.221
P (ng/ml)	0.073	0.006~0.922	0.043
PRL (ug/L)	0.996	0.972~1.019	0.712
T (ng/dl)	1.005	0.989~1.021	0.559
DHEA-S (ug/dl)	0.999	0.995~1.002	0.429
SHBG (nmol/L)	0.953	0.928~0.980	0.000
FAI (%)	1.127	1.046~1.215	0.002

3.4.2. 多因素 Logistic 回归分析

多因素 Logistic 回归分析提示，25-羟维生素 D (OR = 0.006, 95% CI 0.001~0.045, P = 0.000)及黄体生成素(OR = 0.231, 95% CI 0.084~0.635, P = 0.004)是 PCOS 患者发生 MS 的保护因素；体质量指数(OR = 3.619, 95% CI 1.433~9.141, P = 0.007)是 PCOS 患者发生 MS 的危险因素。结果详见表 5。

Table 5. Multivariate Logistic regression analysis of MS
表 5. MS 的多因素 Logistic 回归分析

指标	Adjusted OR	95% CI	P
25-(OH)D (nmol/L)	0.006	0.001~0.045	0.000
BMI (kg/m ²)	3.619	1.433~9.141	0.007
TC (mmol/L)	2.161	0.722~6.462	0.168
LDL-C (mmol/L)	1.096	0.421~2.851	0.851
LH (mIU/ml)	0.231	0.084~0.635	0.004
P (ng/ml)	0.013	0.000~1.738	0.082
SHBG (nmol/L)	1.014	0.451~2.276	0.974
FAI (%)	1.890	0.729~4.904	0.191

3.5. 血清 25-羟维生素 D 对 PCOS 合并 MS 的初筛效能评价

以漏诊率 < 10%确定血清 25-羟维生素 D 在 PCOS 患者中筛查 MS 的截断值为 32.25 nmol/L。血清 25-羟维生素 D 对 PCOS 合并 MS 正确初筛的例数为 119 例, 结果见表 6。血清 25-羟维生素 D 的截断值 32.25 nmol/L 对 PCOS 患者 MS 初筛的召回率为 91.11%, 准确率为 73.91%。前述数据表明血清 25-羟维生素 D 对 PCOS 患者 MS 的初筛性能较好。结果见表 7。

Table 6. Primary screening results of metabolic syndrome
表 6. MS 初筛结果

混淆矩阵		预测值		例数
		0	1	
实际值	0	78	38	116
	1	4	41	45

(注: 1 代表 MS; 0 代表非 MS)

Table 7. Evaluation of primary screening performance of metabolic syndrome
表 7. MS 初筛性能评价

	召回率(%)	准确率(%)
MS	91.11%	73.91%

(注: 召回率是指在实际 PCOS 合并 MS 患者的例数中, 筛查正确的比重; 准确率是指所有筛查正确的例数占总例数的比重)

4. 讨论

本研究明确了 PCOS 患者血清 25-羟维生素 D 水平与 MS 的相关性, 以及在 PCOS 患者中应用血清 25-羟维生素 D 来初步筛查 MS 的临床价值。在本研究中, PCOS 患者 MS 的患病率为 27.95%; 25-羟维生素 D 严重缺乏组的 MS 患病率(75.0%)显著高于缺乏组(15.6%)及不缺乏组(0.0%); 多因素 Logistic 回归分析提示, 血清 25-羟维生素 D 水平是 PCOS 患者发生 MS 的保护因素($OR = 0.006$, 95% CI 0.001~0.045, $P = 0.000$); 在 PCOS 患者中应用血清 25-羟维生素 D 截断值 32.25 nmol/L 初筛 MS 的召回率为 91.11%, 准确率为 73.91%。

本研究发现, 25-羟维生素 D 严重缺乏组的空腹血糖、葡萄糖负荷后 2 小时血浆葡萄糖、甘油三酯均显著高于缺乏组和不缺乏组。维生素 D 缺乏可能通过以下途径导致糖脂代谢异常。维生素 D 与胰腺 β 细胞膜上的维生素 D 受体结合后, R 型电压门控钙通道激活, 促进胰岛 β 细胞分泌胰岛素, 另维生素 D 可刺激胰岛素受体的表达, 故低血清维生素 D 水平导致胰岛素分泌和胰岛素受体的表达降低, 从而发生糖代谢异常[14] [15]。维生素 D 通过与脂肪组织中的维生素 D 受体结合, 可抑制前脂肪细胞向成熟脂肪细胞分化, 并促进瘦素的分泌, 瘦素可起到增加饱腹感及抑制脂肪生成的作用。当血清 25-羟维生素 D 水平降低时, 前脂肪细胞向成熟脂肪细胞分化过程异常加速, 脂肪细胞数量异常增多或体积增大, 进而导致内脏脂肪堆积, 释放大量游离脂肪酸, 致使肝脏合成甘油三酯及低密度脂蛋白胆固醇增多, 从而发生脂代谢紊乱[16] [17]。PCOS 患者补充维生素 D 后, 空腹血糖、空腹胰岛素、血清甘油三酯、血清总胆固醇和血清低密度脂蛋白胆固醇的水平显著改善[18] [19]。此外, 25-羟维生素 D 严重缺乏组患者的血压水平明显高于其他三组。文献报道, 低血清维生素 D 水平增加高血压的患病风险[20]。维生素 D 通过上调内皮型一氧化氮合酶活性促进一氧化氮生成, 维持血管舒张功能, 故血清维生素 D 水平降低时, 血管阻

力增加,另低血清维生素 D 水平可能激活肾素-血管紧张素-醛固酮系统,造成水钠潴留及血管收缩[21][22]。

PCOS 患者诊断 MS 涉及检测 OGTT,需抽血两次及葡萄糖负荷,部分患者不愿行该检查,致使疾病漏诊,患病期间糖代谢异常可能进行性加重,错过最佳治疗时机,远期甚至发生 2 型糖尿病等。因此,需要一个简便的筛查指标帮助临床医生进行初步筛查。本研究发现,在 PCOS 患者中,25-羟维生素 D 截断值为 32.25 nmol/L 时筛查 MS 的漏诊率为 8.89%,召回率为 91.11%,提示筛查效能较好。在临床诊疗过程中,可将 25-羟维生素 D 作为 MS 的初筛指标,血清 25-羟维生素 D 水平 ≤ 32.25 nmol/L 的 PCOS 患者,进一步完善 OGTT 试验,而对于血清 25-羟维生素 D 水平 > 32.25 nmol/L 且不愿行 OGTT 试验的 PCOS 患者,可适当放宽检测要求,这将有助于减轻患者的生理和心理负担,节约时间成本。

5. 总结

PCOS 患者的血清 25-羟维生素 D 是 MS 的保护因素。在 PCOS 患者中,血清 25-羟维生素 D 对于 MS 具有良好的筛查价值,临床上可考虑将血清 25-羟维生素 D 作为 MS 的初筛指标,特别是对于血清 25-羟维生素 D 水平 > 32.25 nmol/L 且不愿行 OGTT 试验的 PCOS 患者,可适当放宽检测要求,将极大减轻患者的生理及心理负担,节约时间成本。本研究尚有不足之处,如样本量小,未能充分控制饮食及运动等潜在混杂因素,可能导致结果具有一定偏差,后续研究需扩大样本量及进行前瞻性研究来进一步验证本研究结果。

参考文献

- [1] Yang, R., Li, Q., Zhou, Z., Qian, W., Zhang, J., Wu, Z., *et al.* (2022) Changes in the Prevalence of Polycystic Ovary Syndrome in China over the Past Decade. *The Lancet Regional Health—Western Pacific*, **25**, Article ID: 100494. <https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2022.100494>
- [2] Glinborg, D., Rubin, K.H., Nybo, M., Abrahamsen, B. and Andersen, M. (2018) Cardiovascular Disease in a Nationwide Population of Danish Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Cardiovascular Diabetology*, **17**, Article No. 37. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0680-5>
- [3] Chen, W. and Pang, Y. (2021) Metabolic Syndrome and PCOS: Pathogenesis and the Role of Metabolites. *Metabolites*, **11**, Article 869. <https://doi.org/10.3390/metabo11120869>
- [4] 中国医师协会中西医结合医师分会内分泌与代谢病学专业委员会, 倪青. 代谢综合征病证结合诊疗指南[J]. 世界中医药, 2023, 18(22): 3157-3166.
- [5] Benjamin, E.J., *et al.* (2017) Heart Disease and Stroke Statistics-2017 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*, **135**, e146-e603.
- [6] Alberti, K.G.M.M., Eckel, R.H., Grundy, S.M., Zimmet, P.Z., Cleeman, J.I., Donato, K.A., *et al.* (2009) 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. *Circulation*, **120**, 1640-1645. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.109.192644>
- [7] 中国医师协会内分泌代谢科医师分会. 多囊卵巢综合征诊治内分泌专家共识[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2018, 34(1): 1-7.
- [8] 王红梅, 王芳. 维生素 D 与多囊卵巢综合征相关性研究进展[J]. 中国生育健康杂志, 2019, 30(3): 291-293.
- [9] Lee, S.J., Lee, E.Y., Lee, J.H., Kim, J.E., Kim, K.J., Rhee, Y., *et al.* (2019) Associations of Serum 25-Hydroxyvitamin D with Metabolic Syndrome and Its Components in Elderly Men and Women: The Korean Urban Rural Elderly Cohort Study. *BMC Geriatrics*, **19**, Article No. 102. <https://doi.org/10.1186/s12877-019-1118-y>
- [10] Gagnon, C., Lu, Z.X., Magliano, D.J., Dunstan, D.W., Shaw, J.E., Zimmet, P.Z., *et al.* (2012) Low Serum 25-Hydroxyvitamin D Is Associated with Increased Risk of the Development of the Metabolic Syndrome at Five Years: Results from a National, Population-Based Prospective Study (the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study: Ausdiab). *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, **97**, 1953-1961. <https://doi.org/10.1210/jc.2011-3187>
- [11] Asemi, Z., Foroozanfard, F., Hashemi, T., Bahmani, F., Jamilian, M. and Esmailzadeh, A. (2015) Calcium Plus Vitamin

- D Supplementation Affects Glucose Metabolism and Lipid Concentrations in Overweight and Obese Vitamin D Deficient Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Clinical Nutrition*, **34**, 586-592.
<https://doi.org/10.1016/j.clnu.2014.09.015>
- [12] Eshre, T.R. and ASRM-Sponsored PCOS Consensus Workshop Group (2004) Revised 2003 Consensus on Diagnostic Criteria and Long-Term Health Risks Related to Polycystic Ovary Syndrome. *Fertility and Sterility*, **81**, 19-25.
- [13] 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]. 协和医学杂志, 2018, 9(2): 127-143.
- [14] Contreras-Bolivar, V., García-Fontana, B., García-Fontana, C. and Muñoz-Torres, M. (2021) Mechanisms Involved in the Relationship between Vitamin D and Insulin Resistance: Impact on Clinical Practice. *Nutrients*, **13**, Article 3491.
<https://doi.org/10.3390/nu13103491>
- [15] Chun, R.F., Liu, P.T., Modlin, R.L., Adams, J.S. and Hewison, M. (2014) Impact of Vitamin D on Immune Function: Lessons Learned from Genome-Wide Analysis. *Frontiers in Physiology*, **5**, Article 151.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00151>
- [16] 汤娟, 王若光. 多囊卵巢综合征的病因病理[J]. 中国现代医生, 2014, 52(4): 151-153.
- [17] Thomson, R.L., Spedding, S. and Buckley, J.D. (2012) Vitamin d in the Aetiology and Management of Polycystic Ovary Syndrome. *Clinical Endocrinology*, **77**, 343-350. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2265.2012.04434.x>
- [18] Guo, S., Tal, R., Jiang, H., Yuan, T. and Liu, Y. (2020) Vitamin D Supplementation Ameliorates Metabolic Dysfunction in Patients with PCOS: A Systematicreview of RCTs and Insight into the Underlying Mechanism. *International Journal of Endocrinology*, **2020**, Article ID: 7850816. <https://doi.org/10.1155/2020/7850816>
- [19] Hahn, S., Haselhorst, U., Tan, S., Quadbeck, B., Schmidt, M., Roesler, S., *et al.* (2006) Low Serum 25-Hydroxyvitamin D Concentrations Are Associated with Insulin Resistance and Obesity in Women with Polycystic Ovary Syndrome. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, **114**, 577-583. <https://doi.org/10.1055/s-2006-948308>
- [20] Del Pinto, R., Wright, J.T., Monaco, A., Pietropaoli, D. and Ferri, C. (2020) Vitamin D and Blood Pressure Control among Hypertensive Adults: Results from NHANES 2001-2014. *Journal of Hypertension*, **38**, 150-158.
<https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000002231>
- [21] 李信昱, 杨宁. 血压的季节性变化研究进展[J]. 中华高血压杂志, 2022, 30(9): 826-829.
- [22] Zhang, Y., Kong, J., Deb, D.K., Chang, A. and Li, Y.C. (2010) Vitamin D Receptor Attenuates Renal Fibrosis by Suppressing the Renin-Angiotensin System. *Journal of the American Society of Nephrology*, **21**, 966-973.
<https://doi.org/10.1681/asn.2009080872>