

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2024.06.017

❖ 临床研究 ❖

单纯肥胖患儿血清 25-(OH)-D 水平与营养代谢指标的相关性

夏汝杰, 范佳鑫, 陶蜀杭

(成都市第二人民医院检验科, 四川 成都 610000)

【摘要】目的: 探讨单纯肥胖患儿血清 25 羟维生素 D [25-(OH)-D] 水平与营养代谢指标的相关性。**方法:** 纳入 107 例单纯性肥胖的患儿为观察组; 同期 40 名健康儿童为对照组。收集两组对象一般资料, 检测并比较血清 25-(OH)-D、糖代谢 [空腹血糖 (FPG)、糖化血红蛋白 (HbA1c)]、脂代谢 [总胆固醇 (TC)、高/低密度脂蛋白胆固醇 (H/LDL-C)、甘油三酯 (TG)] 及营养代谢 [白蛋白 (ALB)、前白蛋白 (PA)、铁蛋白 (Fer)] 水平, 采用 Pearson 相关性分析血清 25-(OH)-D 与各指标间相关性。**结果:** 观察组患儿体质量、BMI、腰围、臀围、腰臀比、血清 FPG、TC、TG 及 ALB、PA、Fer 水平均明显高于对照组 ($P < 0.05$), 25-(OH)-D 低于对照组 ($P < 0.05$)。相关性分析显示, 单纯性肥胖儿童血清 25-(OH)-D 水平与体质量、BMI、腰围、臀围、腰臀比、FPG、ALB、PA、Fer 均呈负相关关系 ($P < 0.05$)。**结论:** 单纯性肥胖儿童血清 25-(OH)-D 水平显著低于正常体质量儿童, 其浓度与其体格、FPG 及 ALB、PA、Fer 密切相关, 临床应重视。

【关键词】 单纯性肥胖; 儿童; 25 羟维生素 D; 营养代谢

【中图分类号】 R473.32 **【文献标志码】** A

Correlation between serum 25-(OH)-D level and nutrition metabolism in children with simple obesity

XIA Ru-jie, FAN Jia-xin, TAO Shu-hang

(Department of Laboratory Medicine, Chengdu Second People's Hospital, Chengdu 610000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective: To explore the correlation between serum 25-hydroxyvitamin D [25-(OH)-D] level and nutrition metabolism in children with simple obesity. **Methods:** 107 children with simple obesity were selected as the observation group, and 40 healthy children during the same period were selected as the control group. Demographic data of the two groups were collected. The levels of serum 25-(OH)-D, glucose metabolism indicators [fasting plasma glucose (FPG), glycosylated hemoglobin (HbA1c)], lipid metabolism indicators [total cholesterol (TC), high/low density lipoprotein cholesterol (H/LDL-C), triglyceride (TG)], and nutrition metabolism indicators [albumin (ALB), prealbumin (PA), ferritin (Fer)] were measured and compared. The correlation between serum 25-(OH)-D and each indicator was analyzed by Pearson correlation analysis. **Results:** Compared with the control group, the observation group showed a increase in weight, BMI, waist circumference, hip circumference, waist and hip circumference, serum FPG, TC, TG, ALB, PA, Fer levels, and a decrease in 25-(OH)-D levels ($P < 0.05$). Correlation analysis showed that serum 25-(OH)-D level was negatively correlated with weight, BMI, waist circumference, hip circumference, waist-to-hip ratio, FPG, ALB, PA and Fer ($P < 0.05$). **Conclusion:** Serum 25-(OH)-D level in children with simple obesity is significantly lower than that in children with normal weight, and its concentration is closely related to the children's physique, FPG, ALB, PA and Fer.

【Key words】 Simple obesity; Children; 25-hydroxyvitamin D; Nutrition metabolism

单纯性肥胖指因长期营养摄入过量, 患儿体内脂肪过多, 体质量指数 (BMI) 超过同年龄段儿童的 95%, 其以学龄前儿童高发^[1]。近年来随着我国经济的迅猛发展和国民饮食习惯、结构的改变, 单纯性肥胖患儿不断增多, 关于儿童单纯性肥胖的防治问题备受瞩目^[2]。单纯性肥胖在一定程度上限制了

儿童的发育潜能, 而肥胖的危害可能会蔓延至成人期, 增加高胆固醇、高血压、糖尿病、早发性心脏病等心血管疾病的发生风险^[3]。及早的介入治疗对保障儿童正常生长发育、控制其发展成为成人肥胖有重要意义。相关研究^[4]表明, 与 BMI 正常儿童相比, 肥胖儿童体内维生素 D 水平往往偏低。血清 25

基金项目: 四川省医学会课题项目 (Q22084)

作者简介: 夏汝杰 (1983 -), 男, 主管技师。E-mail: 15928571002@163.com

通讯作者: 范佳鑫, 博士。E-mail: 453816058@qq.com

羟维生素 D[25-hydroxyvitamin D, 25-(OH)-D] 是维生素 D 代谢过程的中间产物, 其在维持机体钙磷代谢、调节骨代谢、抑制炎症反应等领域均发挥着重要作用^[5-6]。目前 25-(OH)-D 与单纯性肥胖儿童营养代谢的关系仍有待进一步探索。因此, 本研究拟通过对比单纯性肥胖儿童和体质量正常儿童的体格、糖脂代谢及营养水平差异。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2021 年 1 月至 2023 年 1 月就诊于成都市第二人民医院的 107 例单纯性肥胖儿童为观察组; 同期 40 名健康儿童为对照组。纳入标准: (1) 观察组符合单纯性肥胖的诊断^[7], BMI \geq P95; (2) 对照组 BMI $<$ 25 kg/m²; (3) 年龄 8 ~ 14 岁, 可正常语言沟通; (4) 无心、肝、肾等基础疾病; (5) 资料齐全。排除标准: (1) 继发性肥胖; (2) 合并先天性疾病、自身免疫性疾病、感染性疾病、肿瘤疾病者; (3) 不能按要求完成各项检查者; (4) 心脑血管家族病史; (5) 入组前 3 个月内有服用维生素 D 或激素治疗记录; (6) 生长发育迟缓。本研究经成都市第二人民医院伦理委员会审批通过。

1.2 方法

1.2.1 临床资料收集 年龄、性别、有无病史、身高、体质量、臀围、腰围等资料, 并计算 BMI 和腰臀比。

1.2.2 生化指标测量 采集观察组入院次日及对照组体检当天静脉血 5 mL, 测定血清 25-(OH)-D (化学发光法)、空腹血糖 (FPG)、糖化血红蛋白 (HbA1c, 高效液相色谱法), 采用全自动生化分析仪 (型号: Lst 008 as, 日本日立公司) 测定总胆固醇 (TC, 酶比色法)、高/低密度脂蛋白胆固醇 (H/LDL-C, 直接清除法)、甘油三酯 (TG, 酶比色法)、白蛋白 (ALB)、前白蛋白 (PA)、铁蛋白 (Fer) 水平。

1.3 统计学分析

采用 SPSS 20.0 对数据进行统计学分析。计量资料符合正态分布采用 ($\bar{x} \pm s$) 进行描述, 组间比较行独立样本 *t* 检验; 计数资料采用 [*n*(%)] 进行描述, 组间比较行独立样本 χ^2 检验; 血清 25-(OH)-D 与各指标的相关性采用 Pearson 相关性分析。 *P* $<$ 0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

两组对象性别、年龄和身高均无统计学差异 (*P* $>$ 0.05)。观察组体质量、BMI、腰围、臀围及腰臀比均高于对照组 (*P* $<$ 0.05)。见表 1。

表 1 两组一般资料比较 ($\bar{x} \pm s, n(\%)$)

资料	观察组 (<i>n</i> = 107)	对照组 (<i>n</i> = 40)	χ^2/t 值	<i>P</i> 值
男/女	64(59.81)/43(40.19)	25(62.50)/15(37.50)	0.088	0.767
年龄 (岁)	10.24 \pm 2.03	10.54 \pm 2.10	0.790	0.431
身高 (m)	1.45 \pm 0.13	1.46 \pm 0.12	0.424	0.673
体质量 (kg)	45.12 \pm 10.13	36.71 \pm 8.56	4.663	$<$ 0.001
BMI (kg/m ²)	27.16 \pm 2.10	18.89 \pm 3.98	16.311	$<$ 0.001
腰围 (cm)	80.12 \pm 9.35	63.29 \pm 8.47	9.956	$<$ 0.001
臀围 (cm)	92.15 \pm 9.07	78.64 \pm 8.58	8.153	$<$ 0.001
腰臀比	0.94 \pm 0.07	0.85 \pm 0.03	7.853	$<$ 0.001

2.2 两组血清 25-(OH)-D 及糖脂代谢指标比较

两组 HbA1c、HDL-C 和 LDL-C 差异均无统计学意义 (*P* $>$ 0.05)。观察组对象血清 25-(OH)-D 低于对照组 (*P* $<$ 0.05); FPG、TC、TG 均高于对照组 (*P* $<$ 0.05)。见表 2。

表 2 两组血清 25-(OH)-D 及糖代谢指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	观察组 (<i>n</i> = 107)	对照组 (<i>n</i> = 40)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
25-(OH)-D (mmol/L)	45.93 \pm 10.24	60.10 \pm 12.59	7.001	$<$ 0.001
FPG (mmol/L)	4.85 \pm 0.34	4.71 \pm 0.42	2.080	0.039
HbA1c (%)	5.40 \pm 0.42	5.37 \pm 0.35	0.402	0.688
TC (mmol/L)	4.45 \pm 0.47	4.37 \pm 0.41	2.134	0.034
HDL-C (mmol/L)	1.38 \pm 0.20	1.32 \pm 0.18	1.662	0.099
LDL-C (mmol/L)	2.36 \pm 0.61	2.41 \pm 0.73	0.419	0.676
TG (mmol/L)	1.51 \pm 0.32	1.37 \pm 0.29	2.420	0.017

2.3 两组营养状况比较

观察组血清 ALB、PA、Fer 水平均明显高于对照组 (*P* $<$ 0.05)。见表 3。

表 3 观察组和对照组营养水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

指标	观察组 (<i>n</i> = 107)	对照组 (<i>n</i> = 40)	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
ALB (g/L)	61.39 \pm 5.59	53.71 \pm 6.54	7.071	$<$ 0.001
PA (g/L)	47.24 \pm 4.35	41.60 \pm 5.02	6.870	$<$ 0.001
Fer (ng/mL)	146.37 \pm 28.24	129.67 \pm 39.46	2.847	0.005

2.4 血清 25-(OH)-D 与各指标的相关性分析

血清 25-(OH)-D 与体质量、BMI、腰围、臀围、腰臀比、FPG、ALB、PA、Fer 均呈负相关关系 (*P* $<$ 0.05); 血清 25-(OH)-D 与 TC、TG 均无显著相关性 (*P* $>$ 0.05)。见表 4。

表 4 观察组血清 25-(OH)-D 与营养代谢指标的相关性

指标	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
体质量	-0.247	0.003
BMI	-0.442	$<$ 0.001
腰围	-0.445	$<$ 0.001
臀围	-0.325	$<$ 0.001
腰臀比	-0.244	0.003
FPG	-0.204	0.013
TC	0.088	0.291
TG	-0.112	0.178
ALB	-0.167	0.044
PA	-0.313	$<$ 0.001
Fer	-0.304	$<$ 0.001

3 讨论

肥胖是遗传、环境、内分泌调节异常等多种原因共同作用的结果,而由单纯的不良生活、饮食方式所致的肥胖即为单纯性肥胖。儿童单纯性肥胖多因体内能量消耗与摄入失衡,导致能量/营养过剩,无法代谢,转化为脂肪组织在体内存储,进而出现肥胖、食欲旺盛等临床表现^[8]。大量研究^[9-10]证实,儿童单纯性肥胖的危害可能蔓延至成人期,促进动脉硬化疾病、骨质疏松、慢性肾病、糖尿病、慢性贫血等的发生和发展,影响儿童的远期结局。因此,重视儿童单纯性肥胖的早期干预和治疗十分有必要。

Fiamenghi 等^[11] 在一项系统回顾中对 24 600 名 0~18 岁的儿童和青少年进行荟萃分析,发现维生素 D 缺乏可作为儿童肥胖的独立危险因素,其相对风险为 1.41 (95% CI: 1.26~1.59)。而近些年随着经济的发展和生活方式的转变,儿童维生素不足或缺乏的情况更为普遍^[12]。25-(OH)-D 是维生素 D 的活性形式,属于维生素 D 的中间代谢产物,目前国内外已有多项研究^[13-14] 结果支持 25-(OH)-D 可能通过与受体结合,影响血糖、血脂、体质量等,促进肥胖的发生和发展。本研究显示,观察组血清 25-(OH)-D 为 (45.93 ± 10.24) mmol/L,显著低于对照组的 (60.10 ± 12.59) mmol/L,表明肥胖患儿维生素 D 不足或缺乏情况堪忧,临床应重视。相关研究^[15] 表明,随着体质量的增加,儿童伴维生素 D 缺乏的风险也随之增加。本研究中,观察组体质量、BMI、腰围、臀围及腰臀比均高于对照组,且相关性分析显示血清 25-(OH)-D 与体质量、BMI、腰围、臀围、腰臀比均呈负相关关系。其原因可能是:25-(OH)-D 在体内可转化为 1,25-二羟维生素 D₃ [1,25-dihydroxy vitamin D₃, 1,25-(OH)₂D₃], 抑制脂肪细胞分化,血清 25-(OH)-D 表达降低可影响上述功能,造成脂肪细胞分化、成熟增强,脂肪细胞基础代谢减少,最终导致体质量、BMI、腰围、臀围、腰臀比升高,促使单纯性肥胖发生,而且随着肥胖患儿体格指标的增加,血清 25-(OH)-D 浓度也会随之降低,形成恶性循环^[16]。Tang 等^[17] 收集我国华南广州 2 680 名 7~18 岁儿童青少年的人体测量学及血清 25-(OH)-D 等数据,发现肥胖儿童血清 25-(OH)-D 与其体质量、脂肪含量呈明显相关性,表现为腰围及腰臀比越高,儿童血清 25-(OH)-D 含量越低,与本研究结果基本相符。

目前认为,儿童单纯性肥胖的发生可能与饮食结构不合理,长期摄入过多能量,造成皮下、内脏脂肪过分蓄积,机体糖脂代谢负担增加,而肝脏调节血

脂的作用下降,产生胰岛素抵抗,进一步导致血糖失控有关^[18-19]。本研究显示,与对照组相比,观察组儿童血清 FPG、TC、TG 水平均显著高于对照组,且相关性分析发现血清 25-(OH)-D 与 FPG 负相关。证实儿童单纯性肥胖的发生与血糖水平密切相关。一项关于老年人群血清 25-(OH)-D 与血脂异常关系的报道^[20] 发现,血清 25-(OH)-D 与 TG、TC、LDL-C、血脂异常均呈负相关关系。但本研究中单纯性肥胖儿童血清 25-(OH)-D 与 TC、TG 未见明显相关性,推测其原因可能是维生素 D 通过激活其受体诱导细胞色素 P450 超家族 A1 表达,促进肠道钙吸收的同时抑制脂肪酸吸收,调节体内脂质代谢,从而降低 TC、TG 水平。ALB、PA、Fer 是现阶段临床常用的营养代谢监测指标,可反映机体蛋白质营养状况^[21]。本研究中观察组儿童血清 ALB、PA、Fer 水平均明显高于对照组,且相关性分析显示血清 25-(OH)-D 与 ALB、PA、Fer 均呈负相关关系。提示单纯性肥胖儿童血清 25-(OH)-D 浓度越低,其 ALB、PA、Fer 水平越高,推测原因可能与低浓度的血清 25-(OH)-D 水平可削弱肠粘膜上皮细胞的转运功能,减少胃肠道对蛋白质分子的吸收有关^[22],但其具体机制仍需探究。

综上,单纯性肥胖儿童普遍存在血清 25-(OH)-D 缺乏及营养代谢异常情况,且其血清 25-(OH)-D 浓度与儿童体格、FPG 及 ALB、PA、Fer 密切相关。因此,对于存在维生素 D 缺乏或不足的单纯性肥胖儿童适当补充维生素 D,同时提供饮食及营养指导十分必要。

参考文献

- [1] 刘元茹,徐佩茹. 新疆地区单纯性肥胖儿童血清指标与肾素-血管紧张素-醛固酮系统的关系[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(11): 851-854.
- [2] Rhee EJ. The influence of obesity and metabolic health on vascular health[J]. *Endocrinology and Metabolism (Seoul, Korea)*, 2022, 37(1): 1-8.
- [3] Zhong YM, Luo XC, Chen Y, et al. Acupuncture versus sham acupuncture for simple obesity: a systematic review and meta-analysis [J]. *Postgraduate Medical Journal*, 2020, 96(1134): 221-227.
- [4] O'Sullivan BP, James L, Majure JM, et al. Obesity-related asthma in children: a role for vitamin D[J]. *Pediatric Pulmonology*, 2021, 56(2): 354-361.
- [5] 董志萍,宋振强,丛毓,等. 成人肥胖患者血清 25 羟维生素 D₃ 水平及其与糖脂代谢指标相关性研究[J]. *军事医学*, 2020, 44(10): 762-766.
- [6] Fu Z, Xu C, Shu Y, et al. Serum 25-hydroxyvitamin D is associated with obesity and metabolic parameters in US children[J]. *Public Health Nutrition*, 2020, 23(7): 1214-1222.
- [7] 杨锡强,易著文. 儿科学[M]. 第 6 版. 北京:人民卫生出版社,

- 2004.
- [8] Toaima NN, El-Owaidy RH, Zaki DL, *et al.* Infections in children with simple obesity: the relation to phagocytic function and serum leptin [J]. *Journal of Infection and Public Health*, 2019, 12 (1): 57 - 61.
- [9] Bonsembiante L, Targher G, Maffei C. Non-alcoholic fatty liver disease in obese children and adolescents: a role for nutrition? [J]. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2022, 76(1): 28 - 39.
- [10] 吕晓江, 皮光环, 刘崇海, 等. 单纯性肥胖伴哮喘患儿自身 BMI 变化对哮喘发作的影响 [J]. *重庆医学*, 2017, 46 (26): 3698 - 3700.
- [11] Fiamenghi VI, Mello ED. Vitamin D deficiency in children and adolescents with obesity: a meta-analysis [J]. *Jornal De Pediatria*, 2021, 97 (3): 273 - 279.
- [12] 程红, 肖培, 侯冬青, 等. 儿童青少年身体脂肪分布与维生素 D 营养状况的关联研究 [J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42 (3): 469 - 474.
- [13] 陈京蓉, 赵怡楠, 张洁, 等. 重庆市部分区县 6 ~ 17 岁儿童青少年维生素 D 营养状况及相关因素分析 [J]. *现代预防医学*, 2021, 48 (1): 50 - 54.
- [14] Seo YG, Kim Y, Lim H, *et al.* Relationship between bone mineral density and body composition according to obesity status in children [J]. *Endocrine Practice: Official Journal of the American College of Endocrinology and the American Association of Clinical Endocrinologists*, 2021, 27 (10): 983 - 991.
- [15] Amrein K, Scherkl M, Hoffmann M, *et al.* Vitamin D deficiency 2. 0: an update on the current status worldwide [J]. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2020, 74 (11): 1498 - 1513.
- [16] 黄圆美, 王娟. 单纯性肥胖儿童血清 25-(OH) D3 水平与 BMI 的关系研究 [J]. *中国妇幼健康研究*, 2021, 32 (6): 804 - 809.
- [17] Tang Z, Huang S, Ma R, *et al.* Low vitamin D status is associated with obesity but no other cardiovascular risk factors in Chinese children and adolescents [J]. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 2020, 30 (9): 1573 - 1581.
- [18] 于连龙, 张坚, 李素云, 等. 山东省 6 ~ 17 岁儿童青少年超重肥胖对血清维生素 D 与空腹血糖的影响 [J]. *卫生研究*, 2021, 50 (4): 547 - 551.
- [19] Guo A, Li K, Tian HC, *et al.* FGF19 protects skeletal muscle against obesity-induced muscle atrophy, metabolic derangement and abnormal irisin levels via the AMPK/SIRT-1/PGC- α pathway [J]. *Journal of Cellular and Molecular Medicine*, 2021, 25 (7): 3585 - 3600.
- [20] 邹小方, 袁良, 王晓丽. 老年原发性高血压患者血清 25-羟维生素 D 水平与血脂异常的关系 [J]. *重庆医科大学学报*, 2020, 45 (4): 556 - 560.
- [21] Kuvibidila SR, Gardner R, Velez MC, *et al.* In vitro lymphocyte functions in undernourished children with sickle cell Anemia [J]. *Ochsner Journal*, 2020, 20 (2): 151 - 160.
- [22] 张静, 王凯旋, 盛放, 等. 维生素 D 对孤独症谱系障碍儿童血清 25(OH)D 水平 肠道症状及肠道菌群失调的影响 [J]. *中国妇幼保健*, 2020, 35 (23): 4493 - 4495.

(收稿日期: 2023 - 12 - 12

修回日期: 2024 - 02 - 18)

(上接第 786 页)

- [7] 陈子江, 田秦杰, 乔杰, 等. 早发性卵巢功能不全的临床诊疗中国专家共识 [J]. *中华妇产科杂志*, 2017, 52 (9): 577 - 581.
- [8] 黄迎春, 何扬子. 雌孕激素序贯疗法联合温针灸治疗脾肾阳虚证早发性卵巢功能不全的疗效观察 [J]. *世界中西医结合杂志*, 2020, 15 (12): 2302 - 2305, 2310.
- [9] Park D, Yoon JE, Choi B, *et al.* Complex extract of Polygonatum sibiricum and Nelumbinis semen improves menopause symptoms via regulation of estrogen receptor beta in an ovariectomized rat model [J]. *Nutrients*, 2023, 15 (11): 2443.
- [10] Craciunas L, Zdoukopoulos N, Vinayagam S, *et al.* Hormone therapy for uterine and endometrial development in women with premature ovarian insufficiency [J]. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2022, 10 (10): CD008209.
- [11] 王桂云. 仿生物电刺激辅助治疗对卵巢储备功能下降患者卵巢功能与性激素水平的影响 [J]. *大医生*, 2021, 7 (7): 47 - 49.
- [12] Piva G, Crepaldi A, Zenunaj G, *et al.* The value of infrared thermography to assess foot and limb perfusion in relation to medical, surgical, exercise or pharmacological interventions in peripheral artery disease: a systematic review [J]. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, 2022, 12 (12): 3007.
- [13] Childs C, Soltani H. Abdominal cutaneous thermography and perfusion mapping after Caesarean section: a scoping review [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020, 17 (22): 8693.
- [14] Dlesk A, Vach K, Pavelka K. Photogrammetric co-processing of thermal infrared images and RGB images [J]. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2022, 22 (4): 1655.
- [15] 卫义兰, 覃利院, 李雪瑾, 等. 基于红外热成像技术的烧山火法治疗卵巢早衰临床研究 [J]. *河南中医*, 2022, 42 (5): 753 - 757.
- [16] 李美红, 许巧莹, 陈广进, 等. 基于红外热成像技术评价温针灸治疗肾阳虚型早发性卵巢功能不全的疗效 [J]. *黑龙江医药科学*, 2022, 45 (2): 22 - 24.
- [17] 李雅丹. 仿生物电刺激对卵巢储备功能下降患者的短期治疗作用 [J]. *中外医学研究*, 2019, 17 (35): 42 - 44.
- [18] 郭霜花. 仿生物电刺激辅助雌孕激素序贯疗法治疗卵巢早衰的效果 [J]. *河南医学研究*, 2020, 29 (27): 5048 - 5050.

(收稿日期: 2023 - 12 - 17

修回日期: 2024 - 02 - 03)