

• 论 著 •

单纯性肥胖儿童骨密度、25(OH)D₃ 水平与炎症指标及代谢指标的相关性研究^{*}

谭 咏¹, 王玉洁^{2△}

1. 重庆市渝北区妇幼保健院儿保科, 重庆 401120; 2. 重庆市涪陵区妇幼保健院新生儿科, 重庆 408000

摘 要: **目的** 探讨单纯性肥胖儿童骨密度、25-羟基维生素 D₃ [25(OH)D₃] 水平与炎症指标及代谢指标的相关性。 **方法** 纳入 2018 年 1 月至 2020 年 1 月于重庆市渝北区妇幼保健院儿童保健门诊就诊的单纯性肥胖患儿 80 例作为肥胖组, 选取同期于重庆市渝北区妇幼保健院体检的健康儿童 65 例作为对照组。比较两组骨密度、血清 25(OH)D₃ 以及炎症指标[白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子-α(TNF-α)、C 反应蛋白(CRP)]、代谢指标[空腹血糖(FBG)、胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)]水平。分析单纯性肥胖患儿各指标与体质指数(BMI)的相关性, 并观察其骨密度、血清 25(OH)D₃ 与各炎症指标、代谢指标的相关性。 **结果** 肥胖组血清 25(OH)D₃、骨密度 T 值低于对照组 ($P < 0.05$), 而 FBG、HOMA-IR、TG 以及血清 IL-6、TNF-α、CRP 水平均高于对照组 ($P < 0.05$)。相关性分析显示, 单纯性肥胖儿童的血清 25(OH)D₃ 水平、骨密度 T 值与 BMI 呈负相关 ($r < 0, P < 0.05$), FBG、HOMA-IR、TG、IL-6、TNF-α、CRP 与 BMI 呈正相关 ($r > 0, P < 0.05$)。单纯性肥胖儿童的血清 TG、IL-6、TNF-α、CRP 与 25(OH)D₃ 呈负相关 ($r < 0, P < 0.05$)。 **结论** 单纯性肥胖患儿的血清 25(OH)D₃ 水平、骨密度明显下降, 且二者均与 BMI 呈负相关, 其中血清 25(OH)D₃ 与患儿的机体炎症指标(IL-6、TNF-α、CRP)及 TG 有相关性, 而骨密度与炎症指标(IL-6、TNF-α、CRP)、糖脂代谢指标(FBG、HOMA-IR、TC、TG)无相关性。

关键词: 单纯性肥胖; 骨密度; 25-羟基维生素 D₃; 炎症因子; 糖脂代谢

DOI: 10.3969/j.issn.1673-4130.2021.21.010

中图法分类号: R446.11

文章编号: 1673-4130(2021)21-2601-05

文献标志码: A

Study on correlation between bone mineral density and 25(OH)D₃ level with inflammatory and metabolic indicators in simple obese children^{*}

TAN Yong¹, WANG Yujie^{2△}

1. Department of Child Health Care, Yubei District Maternal and Child Health Care Hospital, Chongqing 401120, China; 2. Department of Neonatology, Fuling District Maternal and Child Health Care Hospital, Chongqing 408000, China

Abstract: **Objective** To explore the correlation between the bone mineral density and 25-dihydroxyvitamin D₃ [25(OH)D₃] level with the inflammation indexes and metabolic indexes in simple obese children. **Methods** A total of 80 children with simple obesity visited in the children's care health clinic of Chongqing Yubei District Maternal and Child Health Care Hospital from January 2018 to January 2020 were included as the obesity group, and 65 healthy children undergoing the physical examination in this hospital during the same period were selected as the control group. The bone density, serum 25(OH)D₃ and inflammatory indexes [interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor-α (TNF-α), C-reactive protein (CRP)] and metabolic indexes [fasting blood glucose (FBG), homeostasis model assessment of insulin resistance index (HOMA-IR), total cholesterol (TC), triglycerides (TG)] levels were compared between the two groups. The correlation between the various indexes and body mass index (BMI) in children with simple obesity was analyzed, and the correlation between BMD and serum 25(OH)D₃ with various inflammatory indexes and metabolic indexes was observed. **Results** The serum 25(OH)D₃ and bone mineral density T values of the obese group were lower than

^{*} 基金项目: 重庆市涪陵区科技计划项目 (FLKW, 2017ABB1047)。

作者简介: 谭咏, 男, 副主任医师, 主要从事儿童保健方面的研究。 △ 通信作者, E-mail: 33792716@qq.com。

本文引用格式: 谭咏, 王玉洁. 单纯性肥胖儿童骨密度、25(OH)D₃ 水平与炎症指标及代谢指标的相关性研究[J]. 国际检验医学杂志, 2021, 42(21): 2601-2605.

those of the control group ($P<0.05$), while the levels of FBG, HOMA-IR, TG, and serum IL-6, TNF- α , and CRP were higher than those of the control group ($P<0.05$). The correlation analysis showed that serum 25 (OH)D₃ level and bone mineral density T value of children with simple obesity were negatively correlated with BMI ($r<0, P<0.05$), and FBG, HOMA-IR, TG, IL-6, TNF- α and CRP were positively correlated with BMI ($r>0, P<0.05$). The serum TG, IL-6, TNF- α and CRP levels of children with simple obesity were negatively correlated with 25(OH)D₃ ($r<0, P<0.05$). **Conclusion** Serum 25 (OH) D₃ level and bone mineral density of simple obese children are significantly decreased, and the both are negatively correlated with BMI, in which serum 25 (OH) D₃ is correlated with the body inflammation indexes (IL-6, TNF- α , CRP) and TG, but the bone mineral density has no significant correlation with the inflammation indicator (IL-6, TNF- α , CRP), glucose and lipid metabolism indexes (FBG, HOMA-IR, TC, TG).

Key words: simple obesity; bone density; 25-dihydroxyvitamin D₃; inflammatory factors; glycolipid metabolism

单纯性肥胖在儿童中较常见,既往在发达国家发生率较高,但近年来流行病学调查提示,发展中国家儿童单纯性肥胖患病率也逐年增高^[1]。肥胖对身体有较大危害,可诱发多种疾病,如动脉粥样硬化、高血压、糖尿病等,能致脂代谢紊乱,引起血脂异常、糖稳态失去平衡,此外,随着脂肪组织浸润,可能致肾组织受到压迫,诱发肾损伤^[2]。另有学者认为,肥胖患者的机体实际处于慢性微炎症状态,肥胖后导致脂多糖结合蛋白增高,能促进促炎因子释放^[3]。由此可见,单纯性肥胖与脂代谢紊乱、炎症密切相关。研究指出,肥胖者的破骨细胞、成骨细胞处于紊乱状态,成骨活性明显降低,可能影响骨强度,不利于骨骼健康发展^[4]。有学者发现,体脂含量与维生素 D 含量呈反比^[5]。25-羟基维生素 D₃ [25(OH)D₃]是维生素 D₃ 的活性形式,能反映维生素 D 水平变化^[6]。为了进一步了解单纯性肥胖患儿的机体特征,本研究观察其血清 25(OH)D₃ 水平、骨密度与炎症指标、代谢指标的

相关性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入 2018 年 1 月至 2020 年 1 月于重庆市渝北区妇幼保健院儿童保健门诊就诊的单纯性肥胖患儿 80 例作为肥胖组,选取同期于重庆市渝北区妇幼保健院体检的健康儿童 65 例作为对照组。两组性别、年龄、身高比较差异无统计学意义 ($P>0.05$),见表 1。本研究方案获重庆市渝北区妇幼保健院伦理委员会批准。儿童单纯性肥胖诊断:参考中国肥胖问题工作组^[7]制定的标准进行评估,即体质量指数(BMI)≥同龄、同性别者的第 95 百分位数,则可确诊肥胖,将病理性因素(如神经疾病、代谢性疾病等)排除。本研究通过参考相关研究^[8]分析 10 岁左右男童、女童的 BMI 变化,获得参与本次研究者同龄范围的男童、女童的 BMI 第 95 百分位数。BMI (kg/m^2)=体质量/身高²。

表 1 两组基线资料比较

组别	<i>n</i>	性别(<i>n</i>)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,岁)	身高 ($\bar{x}\pm s$,cm)	体质量 ($\bar{x}\pm s$,kg)	BMI ($\bar{x}\pm s$,kg/m ²)
		男	女				
肥胖组	80	59	21	10.89±2.01	152.53±12.14	65.02±11.67	27.94±3.74
对照组	65	50	15	10.26±1.85	153.65±10.08	47.83±5.96	20.26±2.08
χ^2 或 <i>t</i>		0.194		1.945	0.595	10.784	14.795
<i>P</i>		0.660		0.054	0.553	<0.001	<0.001

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 (1)肥胖组:①满足上述关于单纯性肥胖的诊断标准;②年龄 6~14 岁;③近 3 个月内体质量未减轻,也未采取减肥措施;④监护人对研究内容知情同意。(2)对照组:①年龄、性别、身高与肥胖组匹配;②体质量、BMI 正常;③身体健康状况良好;④监护人对研究内容知情同意。

1.2.2 排除标准 (1)肥胖组:①病理性肥胖者,如因神经系统病、遗传代谢病等引起的肥胖;②药物性肥胖者;③近 3 个月内有手术治疗史者;④近期存在感染性疾病史者,出现胃肠道不适表现,如腹泻、腹胀等;⑤不明原因体质量减轻者。(2)对照组:①近 3 个月内有手术治疗史者;②近期存在感染性疾病者。

1.3 检测方法 两组分别于就诊、体检当日检测各

项目。(1)骨密度测量:利用以色列阳光 7000S 超声骨密度仪检测骨密度,选取左侧胫骨中段进行测定,确定骨密度 T 值。T 值正常范围为(−1~1)s,当 T 值为(−2.5~−1)s 时提示骨量减少,<−2.5s 时提示有骨质疏松症^[9]。(2)血清 25(OH)D₃ 及代谢、炎症指标检测:在采血前 10 h 保持空腹,采集静脉血 4 mL,行离心处理,时间为 10 min,转速为 3 500 r/min,离心半径 8 cm,分离血清,存放在低温冰箱待测。经全自动生化分析仪(AU5800 型,贝克曼库尔特)测定总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)水平。经血糖监测仪(CGM 型,上海同舸医疗)测定空腹血糖(FBG),计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR),HOMA-IR=FBG(mmol/L)×空腹胰岛素(mU/L)/22.5。经酶联免疫吸附试验(简称酶免)测定血清白细胞介素-6(IL-6)、肿瘤坏死因子-α(TNF-α)、C 反应蛋白(CRP)、25(OH)D₃ 水平。25(OH)D₃ 正常范围为 26~65 ng/L。主要试剂为人 IL-6 酶免试剂盒(ml-Bio,上海酶联生物)、人 TNF-α 酶免试剂盒(ZN2460,北京百奥莱博)、人 25(OH)D₃ 酶免试剂盒(JL12574-48T,上海江莱生物),主要仪器为高速离心机(XPN-100,贝克曼库尔特)、恒温培养箱(DHP-9012,上海一恒)、全自动酶标仪(JN-dr3518,上海纪宁生物)。

1.4 统计学处理 采用 SPSS21.0 软件行数据分析,计数资料用百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。利

用 Kolmogorov-Smirnov 检验数据资料的正态性,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,行独立样本 *t* 检验,非正态分布的计量资料以 *M*(*Q*1~*Q*3)表示,组间比较行 Mann-Whitey 检验。分析单纯性肥胖患儿骨密度、25(OH)D₃、炎症指标、代谢指标与 BMI 的相关性,并观察骨密度、25(OH)D₃ 与各炎症指标、代谢指标的相关性,其中符合正态分布的计量资料行 Pearson 相关分析,非正态分布的资料行 Spearman 相关分析。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组骨密度、血清 25(OH)D₃ 比较 肥胖组骨密度 T 值、血清 25(OH)D₃ 水平低于对照组(*P*<0.05)。见表 2。

表 2 两组骨密度、血清 25(OH)D ₃ 比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	骨密度 T 值(<i>s</i>)	25(OH)D ₃ (ng/mL)
肥胖组	80	−1.05±0.14	13.42±1.35
对照组	65	−0.84±0.09	25.78±4.02
<i>t</i>		10.461	25.786
<i>P</i>		<0.001	<0.001

2.2 两组代谢指标、炎症指标比较 肥胖组 FBG、HOMA-IR、TG 以及血清 IL-6、TNF-α、CRP 水平均高于对照组(*P*<0.05),两组 TC 水平比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表 3。

表 3 两组代谢指标、炎症指标比较[*M*(*Q*1~*Q*3)或 $\bar{x} \pm s$]

组别	<i>n</i>	代谢指标				炎症指标		
		FBG(mmol/L)	HOMA-IR	TC(mmol/L)	TG(mmol/L)	IL-6(pg/mL)	TNF-α(pg/mL)	CRP(mg/L)
肥胖组	80	5.12(4.65~7.23)	3.51(2.47~3.98)	4.43(3.45~5.28)	1.02±0.36	1.45±0.33	50.91±10.04	2.76(1.95~2.99)
对照组	65	4.89(3.87~6.13)	2.34(1.56~2.86)	4.41(3.38~4.89)	0.78±0.23	1.19±0.47	41.29±8.53	1.89(1.24~2.01)
<i>Z</i> 或 <i>t</i>		3.504	7.513	0.230	4.656	3.904	6.132	7.015
<i>P</i>		<0.001	<0.001	0.819	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 单纯性肥胖儿童骨密度、25(OH)D₃ 及炎症、代谢指标与 BMI 的相关性 经 Pearson 相关性分析提示,单纯性肥胖儿童的骨密度 T 值、血清 25(OH)D₃ 水平与 BMI 呈负相关(*r*<0,*P*<0.05),而 TG、IL-6、TNF-α 与 BMI 呈正相关(*r*>0,*P*<0.05)。经 Spearman 相关分析,单纯性肥胖儿童的 FBG、HOMA-IR、CRP 与 BMI 呈正相关(*r*>0,*P*<0.05)。见表 4。

2.4 单纯性肥胖儿童骨密度、25(OH)D₃ 与炎症、代谢指标的相关性 经相关性分析显示,单纯性肥胖儿童的血清 TG、IL-6、TNF-α、CRP 与 25(OH)D₃ 呈负相关(*r*<0,*P*<0.05),FBG、HOMA-IR、TC 与血清 25(OH)D₃ 无相关性(*P*>0.05),各项代谢指标及炎

症指标与骨密度 T 值无相关性(*P*>0.05)。见表 5。

表 4 单纯性肥胖儿童骨密度、25(OH)D₃ 及炎症、代谢指标与 BMI 的相关性

指标	<i>r</i>	<i>P</i>
骨密度 T 值	−0.652	<0.001
25(OH)D ₃	−0.719	<0.001
代谢指标		
FBG	0.614	<0.001
HOMA-IR	0.602	<0.001
TC	0.246	0.069
TG	0.596	0.034
炎症指标		
IL-6	0.587	0.039
TNF-α	0.712	<0.001
CRP	0.701	<0.001

表 5 单纯性肥胖儿童炎症、代谢指标与骨密度、25(OH)D₃ 的相关性

指标	骨密度 T 值		25(OH)D ₃	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
代谢指标				
FBG	−0.304	0.055	−0.161	0.118
HOMA-IR	−0.297	0.061	−0.189	0.105
TC	−0.211	0.087	−0.130	0.131
TG	0.234	0.081	−0.711	<0.001
炎症指标				
IL-6	0.202	0.094	−0.715	<0.001
TNF-α	0.312	0.052	−0.691	<0.001
CRP	0.203	0.093	−0.664	<0.001

3 讨 论

儿童单纯性肥胖非常不利于机体发育,随着脂肪细胞增加,患儿的体质量将越来越难控制,患各种慢性病的风险也相应增加。有学者认为,维生素 D 缺乏与肥胖存在潜在关联,低维生素 D 含量可能导致体脂上调风险增加^[10]。维生素 D 是机体不可缺少的一种重要维生素,对钙、磷代谢有调节作用,可影响骨密度以及骨骼发育^[11]。因此,临床有理由推测,单纯性肥胖患儿可能因缺乏维生素 D 而影响钙磷代谢,导致骨密度改变。近年来研究发现,单纯性肥胖儿童伴有脂代谢紊乱,且机体呈微炎症状态^[12]。但临床关于这类患儿骨密度、维生素 D 与机体炎症、代谢指标的相关性尚未完全明确,仍需大量研究对此进行论证。

本结果显示,与健康儿童相比,肥胖患儿的骨密度以及血清 25(OH)D₃ 水平下降,提示肥胖患儿存在骨量减少及维生素 D 缺乏。成骨细胞对骨密度影响较大,而该细胞与脂肪细胞均源自骨髓间充质干细胞,因此,脂肪细胞数量可对成骨细胞分化造成影响^[13]。研究表明,肥胖者因脂肪含量增高,对骨量存在负面影响,可导致骨骼面积下降,骨量减少,分析原因,可能在于这类患儿成骨细胞活性下降,不利于骨形成,导致骨吸收明显增加,骨密度降低^[14]。笔者推测,这可能是肥胖患儿骨密度下降的重要原因。25(OH)D₃ 能反映机体维生素 D 水平,其对脂肪细胞分化有抑制作用,能使脂肪生成减少,达到抑制肥胖的目的^[15]。肥胖致血清 25(OH)D₃ 下降可能与以下原因有关:(1)脂肪含量过高,导致维生素 D 大量存储于脂肪内,其释放入血减少;(2)脂肪细胞增加不利于维生素 D 活化,导致其含量下降^[16]。而维生素 D 缺乏也会影响脂肪细胞生成,如维生素 D 摄入不足,会削弱其抑制脂肪细胞分化的功能与作用,从而为脂肪生成提供有利条件^[17]。由此可见,维生素 D 含量与单

纯性肥胖儿童的脂肪细胞相互影响、相互作用。

研究认为,肥胖与血糖、血脂异常密切相关,但对于其各成分的变化情况并未形成统一定论^[18]。本研究显示,与健康儿童相比,肥胖患儿的 FBG、HOMA-IR、TG 及血清 IL-6、TNF-α、CRP 水平明显增高($P<0.05$),提示肥胖患儿存在糖脂代谢异常与机体炎症。本研究发现肥胖患儿存在胰岛素抵抗,原因可能在于其血脂在胰岛 β 细胞内大量沉积,致胰岛素分泌受抑制,促使血糖增高,而机体为了下调血糖,会代偿性分泌胰岛素,但游离脂肪酸摄取作用可导致胰岛素在肝脏、骨骼肌内发挥的效应受抑制,引起胰岛素抵抗。胰岛素抵抗可能通过降低脂蛋白代谢活性,或引起脂肪细胞代谢障碍等作用,导致糖脂代谢紊乱^[19]。这是肥胖患儿出现糖脂代谢异常的重要原因。研究表明,脂肪组织作为内分泌器官,能分泌多种炎症因子,如 IL-6、TNF-α、CRP 等,随着脂肪组织增加,其所分泌的炎症因子越多,则会诱发或加重机体炎症^[18]。因此,单纯性肥胖儿童的机体处于炎症状态。

本结果显示,单纯性肥胖儿童的骨密度 T 值、血清 25(OH)D₃ 水平与 BMI 呈负相关($r<0, P<0.05$),而 FBG、HOMA-IR、TG、IL-6、TNF-α、CRP 与 BMI 呈正相关($r>0, P<0.05$),表明这类患儿的 BMI 对骨密度、血清 25(OH)D₃ 以及糖脂代谢、机体炎症有影响。BMI 越高,提示患儿的肥胖症状越明显,意味着脂肪细胞、脂肪组织明显增加,不利于维生素 D 活化,或致维生素 D 释放入血减少,导致其含量下降,且可致骨量减少。除此之外,脂肪含量增加会进一步引起胰岛素抵抗以及血糖、血脂代谢紊乱,促进炎症因子释放,导致机体功能紊乱,临床需引起重视。

本研究发现,单纯性肥胖儿童的血清 TG、IL-6、TNF-α、CRP 与 25(OH)D₃ 呈负相关($r<0, P<0.05$)。有研究指出,25(OH)D₃ 对 IL-6、TNF-α 等炎症因子释放有抑制作用,其机制在于,维生素 D 能将脂肪细胞释放炎症因子的途径从源头阻断,从而阻止炎症因子聚集^[20]。因此,25(OH)D₃ 水平越高,则 IL-6、TNF-α、CRP 水平越低,反之亦然。本研究提示, TG 水平与 25(OH)D₃ 呈负相关($r<0, P<0.05$)。这可能的机制在于,维生素 D 下降后,削弱了脂肪细胞存脂能力,导致脂质进入血液内,增加了血清 TG 水平^[21]。故临床需注重观察单纯性肥胖患儿糖脂代谢指标、炎症指标水平以及骨密度、血清 25(OH)D₃ 水平的变化,及时补充维生素 D,纠正病情。本结果提示,单纯性肥胖患儿的骨密度与糖脂代谢指标(FBG、HOMA-IR、TC、TG)、炎症指标(IL-6、TNF-α、CRP)均未见相关性,表明肥胖儿童骨密度的变化可能与二者关系不大。有学者认为,骨密度变化受多种

因素影响,包括营养水平、日照情况、遗传、活动强度等^[22]。因此,临床需考虑上述因素对患儿骨密度的影响,为纠正骨密度异常提供依据。

综上所述,单纯性肥胖患儿存在维生素 D 缺失以及骨密度下降,其中 25(OH)D₃ 与患儿的炎症指标(IL-6、TNF-α、CRP)及 TG 存在不同程度相关性,但骨密度与其炎症指标(IL-6、TNF-α、CRP)、糖脂代谢指标(FBG、HOMA-IR、TC、TG)无相关性。本研究局限性在于,仅选择 80 例单纯性肥胖病例,且仅以儿童为研究对象,未来还需扩大样本量与受试者的年龄范围对此进行探讨。

参考文献

[1] NEELAND I J, POIRIER P, DESPRÉS J P. Cardiovascular and metabolic heterogeneity of obesity: clinical challenges and implications for management[J]. *Circulation*, 2018, 137(13): 1391-1406.

[2] ZHANG R Q, TAN J, LI F Y, et al. Acupuncture for the treatment of obesity in adults: a systematic review and meta-analysis[J]. *Postgrad Med J*, 2017, 93(1106): 743-751.

[3] CHANDLER M, CUNNINGHAM S, LUND E M, et al. Obesity and associated comorbidities in people and companion animals: a one health perspective[J]. *J Comp Pathol*, 2017, 156(4): 296-309.

[4] 黄蕾, 南楠, 岳莉, 等. 儿童骨密度及相关因素的研究进展[J]. *中国妇幼保健*, 2018, 33(17): 4070-4073.

[5] 魏祺, 李卓, 郭蔚莹. 维生素 D 与肥胖的关系[J]. *临床与病理杂志*, 2018, 38(10): 182-187.

[6] 葛秋霞, 蒋理, 唐未名, 等. 血清 25-羟维生素 D₃ 水平与肥胖的相关性研究[J]. *国际免疫学杂志*, 2019, 42(1): 32-37.

[7] 中国肥胖问题工作组. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准[J]. *中华流行病学杂志*, 2004, 25(2): 97-102.

[8] 翟屹, 沈冲, 李伟荣, 等. 我国 26558 名学龄儿童体重指数及肥胖调查[J]. *中华内分泌代谢杂志*, 2013, 29(8): 669-673.

[9] 杨玺. 强健骨骼拒绝骨质疏松[M]. 北京: 人民军医出版

社, 2008: 102.

[10] 孙薇. 肥胖儿童维生素 D 缺乏与糖脂代谢、胰岛素抵抗的关系研究[J]. *海南医学院学报*, 2016, 22(13): 1438-1441.

[11] KIM H, CHANDLER P, NG K, et al. Obesity and efficacy of vitamin D₃ supplementation in healthy black adults[J]. *Cancer Cause Control*, 2020, 31(4): 303-307.

[12] 蒋秀琳. 肥胖儿童血清上皮型脂肪酸结合蛋白与体内糖脂代谢、微炎症反应的相关性研究[J]. *海南医学院学报*, 2019, 25(3): 233-236.

[13] 刘媛, 李世昌, 徐帅. 成骨细胞分泌的新型厌食因子: 脂质运载蛋白 2[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2019, 12(2): 184-190.

[14] 董虹宇, 闫银坤, 米杰. 儿童肥胖与骨量的双重性关系[J]. *中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志*, 2019, 12(4): 406-412.

[15] 刘晓静, 潘道香, 王佩琪, 等. 超重或肥胖儿童维生素 D 水平与静息代谢率的相关性分析[J]. *安徽医学*, 2020, 41(3): 269-272.

[16] AL-KHALIDI B, KIMBALL S M, KUK J L, et al. Metabolically healthy obesity, vitamin D, and all-cause and cardiometabolic mortality risk in NHANES III[J]. *Clin Nutr*, 2018, 38(2): 820-828.

[17] BOTELLA-CARRETERO J I, LAFUENTE C, MONTES-NIETO R, et al. Serum bioavailable vitamin D concentrations and bone mineral density in women after obesity surgery[J]. *Obes Surg*, 2016, 26(11): 1-6.

[18] 周玲丽, 杨浩瑾, 沈雯, 等. 青少年肥胖与糖代谢异常发生的关系[J]. *中国卫生检验杂志*, 2018, 28(5): 626-628.

[19] 赵筱汐, 麻微微. 肥胖、炎症与认知功能的相关性研究进展[J]. *生理科学进展*, 2018, 49(4): 61-66.

[20] 李源渊, 刘莉, 钟勇. 学龄期肥胖与体质量正常儿童血清 25 羟维生素 D 水平及其与儿童肥胖程度及糖脂代谢的关系[J]. *安徽医药*, 2018, 22(1): 88-91.

[21] 黄慧, 毕颖薇. 儿童血清中 25 羟-维生素 D₃ 水平与骨密度及脂代谢异常发生的关系[J]. *中华保健医学杂志*, 2018, 20(6): 513-515.

[22] 黄蕾, 南楠, 岳莉, 等. 儿童骨密度及相关因素的研究进展[J]. *中国妇幼保健*, 2018, 33(17): 4070-4073.

(收稿日期: 2020-12-21 修回日期: 2021-08-16)

(上接第 2600 页)

in prostate cancer cells is mediated via TRPM7 expression; TRPM7 and cell migration[J]. *Mol Carcinog*, 2018, 57(6): 752-761.

[17] LIU H, DU F, SUN L, et al. GATA6 suppresses migration and metastasis by regulating the miR-520b/CREB1 axis in gastric cancer[J]. *Cell Death Dis*, 2019, 10(2): 7-30.

[18] LUANPITPONG S, RODBOON N, SAMART P, et al. A

novel TRPM7/O-GlcNAc axis mediates tumour cell motility and metastasis by stabilising c-Myc and caveolin-1 in lung carcinoma[J]. *Br J Cancer*, 2020, 123(8): 1289-1301.

[19] 郝登荣, 张宇祥. GATA6 和 TPM1 在非小细胞肺癌中的表达及临床意义[J]. *中国医药生物技术*, 2019, 14(1): 52-57.

(收稿日期: 2020-12-28 修回日期: 2021-08-13)