

· 论著 · 骨骼肌肉 ·

# 经期肥胖女性糖代谢、骨代谢检测及其与骨折风险的关系探讨

赵庆飞\* 于兴贵 刘志强

九江学院附属医院急诊创伤中心(江西九江 274000)

**【摘要】目的** 探究经期肥胖女性糖代谢、骨代谢检测以及其与骨折风险的关系。**方法** 临床研究对象选取2019年11月至2022年11月本院接收进行健康检查的正常女性70例为对照组, 70例经期肥胖女性为观察2组以及70例合并患有骨折的经期肥胖女性为观察1组, 对所有研究对象的临床资料进行收集, 并对糖代谢、骨代谢等指标进行检测对比。**结果** 三组患者空腹血糖(FPG)、空腹胰岛素(FINS)、糖化血红蛋白(HbA1c)指标对比为观察1组>观察2组>对照组, 三组患者胰岛素敏感指数(HOMA-IS)指标对比为观察1组<观察2组<对照组( $P<0.05$ ); 三组患者骨钙素(BGP)、碱性磷酸酶(ALP)指标对比为观察1组<观察2组<对照组, 三组患者甲状旁腺素(PTH)指标对比为观察1组>观察2组>对照组( $P<0.05$ ); FPG、FINS及HbA1c指标与BGP( $r=-0.767$ 、 $-0.774$ 、 $-0.753$ )、ALP( $r=-0.745$ 、 $-0.667$ 、 $-0.772$ )呈现负相关性( $P<0.05$ ), 与PTH呈正相关性( $r=0.765$ 、 $0.792$ 、 $0.710$ ,  $P<0.05$ ); HOMA-IS指标与BGP( $r=0.784$ )、ALP( $r=0.711$ )呈正相关性( $P<0.05$ ), 与PTH呈现负相关性( $r=-0.802$ ,  $P<0.05$ )。**结论** 经期肥胖女性骨折患者临床表现为糖代谢及骨代谢指标异常, 并且此类型患者糖代谢指标、骨代谢指标存在相关性。

**【关键词】** 经期肥胖; 糖代谢; 骨代谢; 骨折

**【中图分类号】** R683

**【文献标识码】** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2026.1.046

## Detection of Glucose Metabolism and Bone Metabolism in Menstruating Obese Women and Its Relationship with Fracture Risk

ZHAO Qing-fei\*, YU Xing-gui, LIU Zhi-qiang.

Emergency Trauma Center, Jiujiang University Affiliated Hospital, Jiujiang 274000, Jiangxi Province, China

**Abstract: Objective** To explore the relationship between glucose metabolism, bone metabolism and fracture risk in menstrual obese women. **Methods** 70 cases of normal women who received health examination in our hospital from November 2019 to November 2022 were selected as the control group, 70 cases of menstrual obese women were selected as the observation group 2, and 70 cases of menstrual obese women with fracture were selected as the observation group 1. The clinical data of all research objects were collected, and the indexes of glucose metabolism, bone metabolism and so on were detected and compared. **Results** The indexes of fasting blood glucose (FPG), fasting insulin (fins) and glycosylated hemoglobin (HbA1c) in the three groups were observation group 1>observation group 2>control group, and the indexes of insulin sensitivity index (homa-is) in the three groups were observation group 1<observation group 2<control group ( $P<0.05$ ); the indexes of BGP and ALP in the three groups were compared as observation group 1<observation group 2<control group, and the indexes of PTH in the three groups were compared as observation group 1>observation group 2>control group ( $P<0.05$ ); FPG, fins and HbA1c were negatively correlated with BGP ( $r=-0.767$ ,  $-0.774$ ,  $-0.753$ ), ALP ( $r=-0.745$ ,  $-0.667$ ,  $-0.772$ ) ( $P<0.05$ ), and positively correlated with PTH ( $r=0.765$ ,  $0.792$ ,  $0.710$ ,  $P<0.05$ ); Homa-is was positively correlated with BGP ( $r=0.784$ ) and ALP ( $r=0.711$ ) ( $P<0.05$ ), and negatively correlated with PTH ( $r=-0.802$ ,  $P<0.05$ ). **Conclusion** The clinical manifestations of obese women with fracture during menstruation are abnormal glucose metabolism and bone metabolism indexes, and there is a correlation between glucose metabolism indexes and bone metabolism indexes in this type of patients.

**Keywords:** Menstrual Obesity; Glucose Metabolism; Bone Metabolism; Fracture

骨折是指骨的完整性破坏或连续性遭受中断, 当人体骨骼承受力量超过自身能承受的最大强度时, 就会导致骨折的发生<sup>[1]</sup>。通常临床表现为外伤后, 局部发生疼痛、肿胀、活动障碍等, 骨的畸形、反常活动、骨擦音均为骨折专有体征, 严重时甚至造成休克, 以及危害患者生命<sup>[2]</sup>。骨折使患者机体骨量下降, 骨组织微结构遭到破坏、骨强度降低, 致使骨质疏松性风险增加, 从而造成骨折发生<sup>[3]</sup>。经期女性由于机体激素水平发生变化, 代谢功能遭受影响, 机体水分上升, 导致体重增加, 而通常人们认知认为, 肥胖为骨折保护因素, 肥胖患者软组织更多, 能够有效保护骨组织<sup>[4]</sup>。但学者研究发现<sup>[5]</sup>, 经期肥胖女性体内激素水平异常, 内分泌系统及激素发生失衡, 造成肾上腺皮质功能亢进, 甲状腺等功能受到影响, 致使胰岛素及胰岛素样生长因子活性, 从而影响胰岛素受体发生磷酸化, 降低葡萄糖摄入, 加

重糖代谢指标紊乱异常。骨代谢为骨的细胞在不停地进行着细胞代谢, 不仅骨的细胞之间会相互作用, 还存在骨髓中的红细胞生成细胞、基质细胞相互作用, 以进行骨的改建和重建, 为肌肉收缩提供附着处及保护内脏等重要的生命器官<sup>[6]</sup>。而经期肥胖女性机体骨髓及骨干大量脂质发生沉积, 患者骨骼血管床发生变化, 血流量下降, 造成骨组织及神经吸收营养物质受阻, 骨量下降, 骨代谢状态异常<sup>[7]</sup>。经期肥胖女性、经期肥胖骨折女性及健康人群存在不同程度糖代谢、骨代谢异常, 若糖代谢、骨代谢存在相关性, 尽早对经期肥胖女性的糖代谢及骨代谢进行有效控制对于预防经期肥胖女性发生骨折的情况具有重要意义<sup>[8]</sup>。但针对此项研究的临床资料较少, 因此, 本研究选取210例研究对象展开探讨, 旨在探究经期肥胖女性糖代谢、骨代谢检测以及其与骨折风险的关系, 现报道如下。

**【第一作者】** 赵庆飞, 男, 主治医师, 主要研究方向: 骨外科。E-mail: paihu35533@163.com

**【通讯作者】** 赵庆飞

1 资料与方法

1.1 一般资料 临床研究对象选取2019年11月至2022年11月本院接收进行健康检查的正常女性70例为对照组，70例经期肥胖女性为观察2组以及70例合并患有骨折的经期肥胖女性为观察1组。三组研究对象平均年龄、月经初潮、孕次、生育史及文化程度基本相同(P>0.05)，具有可比性，见表1。

纳入标准：年龄14~45岁；本研究上报至本院病理委员会并通过批准；患者符合骨折临床诊断标准并确诊；研究对象均为经期；参与研究者知情同意并签订同意书。排除标准：临床资料不完整；甲状腺功能障碍者；长期使用糖皮质激素类药物、免疫抑制剂；合并肝、肾等功能损害者；合并精神类系统性疾病或认知障碍者；无法全程参与本研究者。

1.2 方法 对所有研究对象均进行糖代谢指标及骨代谢指标进行检测，具体操作如下：(1)收集所有研究对象年龄、月经初潮、孕次、生育史及文化程度等基本临床信息进行收集登记；(2)对所有研究对象进行糖代谢指标检测：采用葡萄糖氧化酶法测定检测患者空腹血糖(FPG)；采用放射性同位素免疫标记法测定空腹胰岛素(FINS)；采用阳离子交换色谱法测定糖化血红蛋白(HbA1c)；胰岛素敏感指数(HOMA-IS)=22.5/(FPG×FINS)，使用试剂盒均来自武汉博士德生物工程有限公司，糖代谢各检测指标正常范围为FPG(3.90~6.35mmol)、FINS(3.00~24.91mIU/L)、HbA1c(6.11%~7.92%)、HOMA-IS(1)。(3)对所有研究对象进行骨代谢指标检测：采用气相色谱法测定骨钙素(BGP)；采用双抗体夹心酶联免疫法测定甲状旁腺素(PTH)；采取酶联免疫吸附试验法测定碱性磷酸

酶(ALP)，骨代谢各检测指标正常范围为BGP(11~43ng/L)、PTH(15~65pmol/L)、ALP(50~150U/L)。

1.3 观察指标 (1)对比三组患者各糖代谢指标，包括：FPG、FINS、HbA1c及HOMA-IS。(2)对比三组患者各骨代谢指标，包括BGP、ALP、PTH。(3)对观察1组患者的骨代谢及糖代谢相关性进行研究。

1.4 统计学方法 统计学分析，使用SPSS 21.0统计软件进行数据分析，计数资料，以[n(%)]表示，使用 $\chi^2$ 检验进行比较；计量资料，以( $\bar{x} \pm s$ )表示，两组间比较采用t检验。以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 糖代谢指标对比 三组患者FPG、FINS、HbA1c指标对比为观察1组>观察2组>对照组，三组患者HOMA-IS指标对比为观察1组<观察2组<对照组(P<0.05)，见表2。

2.2 骨代谢指标对比 三组患者BGP、ALP指标对比为观察1组<观察2组<对照组，三组患者PTH指标对比为观察1组>观察2组>对照组(P<0.05)，见表3。

2.3 糖代谢与骨代谢指标相关性分析 FPG、FINS及HbA1c指标与BGP(r=-0.767、-0.774、-0.753)、ALP(r=-0.745、-0.667、-0.772)呈现负相关性(P<0.05)，与PTH呈正相关性(r=0.765、0.792、0.710，P<0.05)；HOMA-IS指标与BGP(r=0.784)、ALP(r=0.711)呈正相关性(P<0.05)，与PTH呈现负相关性(r=-0.802，P<0.05)，见表4。

表1 病人一般资料对比

组别	n	平均年龄(岁)	月经初潮(岁)	孕次(n, %)		生育史(n, %)		文化程度(n, %)		
				<3次	≥3次	有	无	初中及以下	高中	大专及以上学历
观察1组	70	35.21±3.25	12.32±1.04	46(65.71)	24(34.29)	68(97.14)	2(2.86)	11(15.71)	32(45.71)	27(38.57)
观察2组	70	35.85±3.58	12.41±1.11	47(67.14)	23(32.86)	68(97.14)	2(2.86)	12(17.14)	34(48.57)	24(34.29)
对照组	70	35.72±3.57	12.33±1.07	45(64.29)	25(35.71)	69(98.57)	1(1.43)	10(14.29)	35(50.00)	25(35.71)
$\chi^2/t$	-	0.670	0.150	0.127		0.410		0.505		
P	-	0.515	0.863	0.939		0.815		0.973		

表2 糖代谢指标对比

组别	n	FPG(mmol/L)	FINS(mIU/L)	HbA1c(%)	HOMA-IS
观察1组	70	9.12±0.91 <sup>bc</sup>	11.39±1.13 <sup>bc</sup>	10.13±2.02 <sup>bc</sup>	0.22±0.02 <sup>bc</sup>
观察2组	70	8.17±0.85 <sup>ac</sup>	8.93±0.89 <sup>ac</sup>	8.96±1.85 <sup>ac</sup>	0.31±0.03 <sup>ac</sup>
对照组	70	6.25±0.72 <sup>ab</sup>	6.71±0.67 <sup>ab</sup>	6.88±1.64 <sup>ab</sup>	0.46±0.04 <sup>ab</sup>
t	-	166.540	457.080	55.830	1064.480
P	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
组别	n	FPG升高	FINS升高	HbA1c升高	HOMA-IS升高
观察1组	70	68(97.14) <sup>bc</sup>	69(98.57) <sup>bc</sup>	61(87.14) <sup>bc</sup>	60(85.71) <sup>bc</sup>
观察2组	70	59(84.29) <sup>ac</sup>	60(85.71) <sup>ac</sup>	50(71.43) <sup>ac</sup>	50(71.43) <sup>ac</sup>
对照组	70	10(14.29) <sup>ab</sup>	11(15.71) <sup>ab</sup>	9(12.86) <sup>ab</sup>	7(10.00) <sup>ab</sup>
$\chi^2$	-	122.754	125.271	87.617	91.828
P	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注：与观察1组相比，<sup>a</sup>P<0.05，与观察2组相比，<sup>b</sup>P<0.05，与对照组相比，<sup>c</sup>P<0.05；FPG为空腹血糖，FINS为空腹胰岛素，HbA1c为糖化血红蛋白，HOMA-IS为胰岛素敏感指数。

**表3 骨代谢指标对比**

组别	n	BGP(ng/L)	ALP(U/L)	PTH(pmol/L)
观察1组	70	11.02±1.11 <sup>bc</sup>	68.12±4.32 <sup>bc</sup>	46.32±4.03 <sup>bc</sup>
观察2组	70	13.20±1.32 <sup>ac</sup>	74.81±5.42 <sup>ac</sup>	36.28±3.52 <sup>ac</sup>
对照组	70	19.86±1.89 <sup>ab</sup>	80.09±6.08 <sup>ab</sup>	29.71±2.84 <sup>ab</sup>
t	-	680.330	88.900	400.440
P	-	<0.001	<0.001	<0.001

  

组别	n	BGP降低	ALP降低	PTH升高
观察1组	70	55(78.57) <sup>bc</sup>	60(85.71) <sup>bc</sup>	58(82.86) <sup>bc</sup>
观察2组	70	43(61.43) <sup>ac</sup>	49(70.00) <sup>ac</sup>	46(65.71) <sup>ac</sup>
对照组	70	7(10.00) <sup>ab</sup>	10(14.29) <sup>ab</sup>	8(11.43) <sup>ab</sup>
$\chi^2$	-	71.314	80.3232	78.2143
P	-	<0.001	<0.001	<0.001

注：与观察1组相比，<sup>a</sup>P<0.05，与观察2组相比，<sup>b</sup>P<0.05，与对照组相比，<sup>c</sup>P<0.05；BGP为骨钙素，ALP为碱性磷酸酶，PTH为甲状旁腺素。

**表4 糖代谢与骨代谢指标相关性分析**

糖代谢/骨代谢	BGP		ALP		PTH	
	r	P	r	P	r	P
FPG	-0.767	0.001	-0.745	0.012	0.765	0.017
FINS	-0.774	0.017	-0.667	0.015	0.792	0.016
HbA1c	-0.753	0.034	-0.772	0.017	0.710	0.032
HOMA-IS	0.784	0.005	0.711	0.007	-0.802	0.011

注：FPG为空腹血糖，FINS为空腹胰岛素，HbA1c为糖化血红蛋白，HOMA-IS为胰岛素敏感指数，BGP为骨钙素，ALP为碱性磷酸酶，PTH为甲状旁腺素。

### 3 讨论

经期女性由于体内的激素水平会产生改变，导致身体代谢功能遭到影响，造成患者水分增加，导致体重增加，经期女性体内内分泌失调、雌激素水平下降，骨吸收增加，导致骨折概率增加<sup>[9]</sup>。学者研究表明<sup>[10-11]</sup>，骨折是由于创伤或骨骼疾病导致，大部分骨折由于直接暴力造成，直接作用部位发生骨折，如小腿受到重物撞击等；间接暴力，通过传导、杠杆、旋转等作用或肌收缩导致肢体受力部位的远处发生骨折，如手掌撑地、走路滑倒；长期反复的应力作用于骨骼一处，造成积累性损伤；骨髓炎、骨质疏松等骨骼疾病患者，当受到轻微暴力即可造成病理性骨折等。骨折特有特征为急性、异常活动等，一般会造患者局部疼痛、肿胀、瘀斑、功能障碍、急性，严重者甚至发热、休克，对患者身心健康以及生命安全均造成严重影响。针对骨折严重危害，因此进行有效、直接、明确的方式来检测并预测骨折发生的风险十分必要，能够有限为临床骨折诊断及预防等提供临床支持<sup>[12]</sup>。糖代谢指葡萄糖、糖原等在机体内发生的一系列复杂化学反应，通过对摄入食物中糖吸收之后，通过血液运输至机体各组织当中进行合成代谢及分解代谢<sup>[13]</sup>。经期肥胖女性，体内的激素水平变化，身体代谢功能遭到影响，致使体内胰岛素显著下降，身体处于高糖状态，患者在排尿时，体内糖、钙、磷等物质同时排出体外，身体出现低血磷症、低血钙等现象，导致骨密度明显下降，一旦不注意护理或运动幅度过大，极易造成骨折发生<sup>[14-15]</sup>。骨代谢是一

个骨细胞的生长、分化和再生，骨细胞包括成骨细胞、破骨细胞和骨质细胞的过程，对骨骼组织的稳定性及生理功能进行维持。在机体进行骨代谢的过程中，成骨细胞通过分泌胶原蛋白和无机盐等物质致使骨骼组织发生增生及再生，但破骨细胞则通过吸收骨骼组织，有效推动患者骨骼组织的重塑和修复<sup>[16]</sup>。并且骨质细胞对骨骼组织的代谢具有影响，有利于骨骼组织的基本结构和功能维持，当骨代谢异常时，骨量发生减少、骨组织结构恶化，从而影响骨折风险指数<sup>[17]</sup>。

研究表明，三组患者FPG、FINS、HbA1c指标对比为观察1组>观察2组>对照组，三组患者HOMA-IS指标对比为观察1组<观察2组<对照组(P<0.05)。FPG为早餐前采集的血浆检测出的血糖值，能够有效反映胰岛B细胞功能，为基础胰岛素分泌功能；HbA1c为人体血液中血糖及血红蛋白结合的产物，为反映血糖控制状况的金标准，将其作为血糖指标的首要指标；FINS反映人体基础胰岛素的分泌，有利于了解机体内胰岛素水平；HOMA-IS是描述胰岛素的抵抗程度，指标越低表明机体单位胰岛素效果越低，由于各种原因造成机体无法有效利用胰岛素，FPG、FINS、HbA1c及HOMA-IS糖代谢的重要指标<sup>[18]</sup>。通过本研究数据显示，经期肥胖女性骨折患者各糖代谢指标均显著异常，而经期女性紊乱程度更严重，且相对于健康女性更为严重。说明经期肥胖女性由于内分泌紊乱，肾上腺皮质功能亢进，造成糖代谢指标紊乱，而经期肥胖骨折患者会导致胰岛素

及胰岛素样生长因子活性,从而影响胰岛素受体发生磷酸化,降低患者机体葡萄糖摄入,致使葡萄糖遭受损伤,患者激素水平及甲状腺激素紊乱,引发患者机体内分泌紊乱,加重患者糖代谢指标紊乱异常。

通过本次研究发现,三组患者BGP、ALP指标对比为观察1组<观察2组<对照组,三组患者PTH指标对比为观察1组>观察2组>对照组( $P<0.05$ )。BGP为成骨细胞合成及分泌的一种活性多肽,是骨中含量十分丰富的非胶原蛋白,维持机体骨的正常矿化速度,反映成骨细胞活性及骨形成情况,了解骨状态;ALP广泛分布人体肝脏、骨骼、肠、肾等组织并经肝脏向胆外排出的一种酶,为骨骼、肝胆系统疾病诊断的重要指标;PTH为甲状旁腺主细胞分泌的碱性单链多肽类激素,调节机体钙、磷的代谢,促进血钙水平上升及血磷水平下降,三者均为骨代谢重要指标<sup>[19]</sup>。通过本研究数据显示,经期肥胖女性骨折患者各骨代谢指标异常紊乱程度相对于经期肥胖女性更严重,且经期肥胖女性相对于健康女性骨代谢指标更紊乱。经期肥胖女性患者由于糖代谢水平紊乱,致使脂代谢受影响,从而机体骨髓及骨干大量脂质发生沉积,患者骨骼血管床发生变化,血流量下降,造成骨组织及神经吸收营养物质受阻,骨量下降,骨代谢状态异常。并且血糖指标会影响骨细胞活性,致使微循环障碍,造成骨代谢异常。

研究数据发现, FPG、FINS及HbA1c指标与BGP( $r=-0.767$ 、 $-0.774$ 、 $-0.753$ )、ALP( $r=-0.745$ 、 $-0.667$ 、 $-0.772$ )呈现负相关性( $P<0.05$ ),与PTH呈正相关性( $r=0.765$ 、 $0.792$ 、 $0.710$ ,  $P<0.05$ );HOMA-IS指标与BGP( $r=0.784$ )、ALP( $r=0.711$ )呈正相关性( $P<0.05$ ),与PTH呈现负相关性( $r=-0.802$ ,  $P<0.05$ )。经期肥胖女性机体过多脂质沉积,导致骨髓内血管受到压力,血窦积减小,骨髓为循环产生改变,活性降低,对骨代谢指标产生影响;糖代谢异常造成氧化应激反应的产生,抑制骨细胞活性,影响骨代谢<sup>[20]</sup>。因此,当患者机体糖代谢异常时,也会导致骨代谢发生影响两者之间存在相关性。

综上所述,经期肥胖女性骨折患者中,大多数患者糖代谢指标FPG、FINS、HbAlc、HOMA-IS及骨代谢指标BGP、ALP、PTH指标均存在异常情况,其糖代谢及骨代谢指标紊乱程度相对于单纯经期肥胖女性更高,并且糖代谢指标与骨代谢指标存在相关性。本研究能够有效为如何规范、有效地控制糖代谢及骨代谢指标提供临床依据,并通过糖代谢、骨代谢及骨折的关系进行研究,能够有效从糖代谢及骨代谢检测中有效预测及诊断骨折发生,具有研究应用价值。

## 参考文献

[1]Blonde L,Umpierrez GE,Reddy SS,et al.Obesity,menstrual irregularity and polycystic ovary syndrome in young women with type 1 diabetes:a population-based study[J].Endocr Pract,2020,93(5):564-571.  
[2]Perazzolo S,Shireman LM,McConnachie LA,et al.Obesity and oocyte quality:significant implications for ART and emerging mechanistic insights[J]J Pharm Sci,2022,106(2):338-350.

[3]陈小妹,吴小芳,赵娜,等.术前合理准备对老年下肢骨折全麻手术患者营养状态、糖代谢、应激反应及机体免疫功能的影响[J].现代生物医学进展,2021,21(16):3175-3179.  
[4]Sbidian E,Chaimani A,Garcia-Doval I,et al.Liraglutide 3 mg on weight,body composition,and hormonal and metabolic parameters in women with obesity and polycystic ovary syndrome:a randomized placebo-controlled-phase 3 study[J]Cochrane Database Syst Rev,2022,118(2):371-381.  
[5]黄剑吟,杨焱平,黄冠东,等.骨折后血清骨钙素N端中分子片段与糖代谢指标的相关性分析[J].实用临床医药杂志,2022,26(1):80-84.  
[6]王卢凤,张凯迪,郭艳英.抗骨质疏松药物对骨质疏松症患者糖代谢、脂代谢的影响[J].中国骨质疏松杂志,2023,29(6):886-889,896.  
[7]Elabd MA,González-Guzmán R,Weber B,et al.Miocene long-runout debris-avalanche deposits in the Eastern Pamir foreland basin record cataclasis and fragmentation mechanisms[J].Data Brief,2020,407:107105.  
[8]Moyer RA,McGarry KG Jr,Babin MC,et al.Fenoxycarb and methoxyfenozide(RH-2485)affected development and chitin synthesis through disturbing glycometabolism in *Lymantria dispar* larvae[J].Pestic Biochem Physiol,2020,163(Feb.):64-75.  
[9]Santibáñez P,Romalde J,Fuentes D.Effects of different chromium sources on growth performance,serum biochemical,hepatopancreas glycometabolism enzymes activities,IR,GLUT2 and SGLT1 gene expression of common carp(*Cyprinus carpio*) [J].Pathogens,2022,53(4):1573-1581.  
[10]Goodarzi MO.Bone marrow metabolism is impaired in insulin resistance and improves after exercise training[J].J Clin Endocrinol Metab,2020,105(12).  
[11]Iglesias Pastrana C,Delgado Bermejo JV,Sgobba MN,et al.A review on biomarkers of bone metabolism in camels(*Camelus dromedarius*) [J].Int J Mol Sci,2020,27(1):23-29.  
[12]王振虎,崔焱,林思恩,等.糖代谢对骨骼细胞的影响[J].中国骨质疏松杂志,2022,28(11):1625-1628.  
[13]李青,朱亦堃,焦玉睿.应激时多种调节因子对骨代谢及糖代谢的影响[J].新医学,2020,51(2):103-107.  
[14]Zhang YW,Cao MM,Li YJ,et al.Adult lactose intolerance,calcium intake,bone metabolism and bone density in German-Turkish immigrants[J]J Bone Miner Metab,2020,38(3):378-384.  
[15]黎小花,王佩,张晓赞.甲状腺功能亢进伴骨代谢异常患者糖代谢和胰岛素抵抗分析[J].山西医药杂志,2021,50(20):2940-2942.  
[16]孙佳佳,朱海迪,卢赞,等.髋部骨折合并2型糖尿病和非2型糖尿病患者骨代谢标志物的比较[J].中国组织工程研究,2023,27(8):1156-1160.  
[17]Salvio G,Gianfelice C,Firmani F,et al.Bone metabolism in SARS-CoV-2 disease:possible osteoimmunology and gender implications[J].Clin Rev Bone Miner Metab,2020,18(4):51-57.  
[18]Schorn A,Neubauer F.The critical control of arkosic sandstone porosity on deformation band formation:Insights from the Shulu across-fault borehole in the Bohai Bay Basin,China[J].J Struct Geol,2021,143(Feb.):104258.1-104258.22.  
[19]封燕琴,吴丹,刘梦瑶,等.围绝经期女性骨密度、骨代谢水平变化及对骨折发生率的影响[J].中国妇幼保健,2020,35(11):2050-2052.  
[20]Bolotov IN,Kondakov AV,Konopleva ES.Migration and sorption of uranium in various redox conditions on the example of volcanic-related deposits in the streltsovka caldera,SE transbaikalia[J]Sci Rep.2021,63(Suppl.1):S29-S61.

(收稿日期:2024-01-07)

(校对编辑:翁佳鸿)