

子宫内膜癌患者血清镁离子水平与代谢综合征的相关性分析

刘泽斯¹, 赵祉淇², 杨红霞¹, 陈紫瑜¹, 孔繁斗¹

(1.大连医科大学附属第一医院妇产科, 辽宁 大连 116001; 2.中国医科大学临床一系, 辽宁 沈阳 110122)

[摘要]目的 探讨子宫内膜癌(EC)患者血清镁离子水平与代谢综合征(MetS)及其相关代谢指标之间的关系。方法 收集2016年6月至2021年5月在大连医科大学附属第一医院确诊的子宫内膜癌患者的一般临床资料、血清镁离子水平和相关的代谢指标。按不同血清镁离子水平将患者分为三组,包括低镁血症组($<0.7\text{mmol/L}$)(18例)、对照组($0.7\sim 1.1\text{mmol/L}$)(244例)、高镁血症组($>1.1\text{mmol/L}$)(29例)。比较并分析各组患者的血清镁离子水平及其与患者一般临床特点、各项代谢指标之间的关系。结果 EC患者合并2型糖尿病(是与否)、绝经(是与否)、腰围($\geq 80\text{cm}$ 与 $<80\text{cm}$)的血清镁离子水平比较差异均有统计学意义(t 值分别为3.544、1.358、1.652, $P<0.05$)。不同血清镁离子水平组的体质指数(BMI)、甘油三酯(TG)水平比较差异均有统计学意义(F 值分别为1.348、2.987, $P<0.05$);合并2型糖尿病、空腹血糖(FPG)异常、合并MetS的比例比较差异均有统计学意义(χ^2 值分别为0.376、1.196、1.850, $P<0.05$)。经Spearman相关分析显示,血清镁离子水平与EC患者符合MetS诊断指标数呈显著负相关($r=-0.201$, $P<0.001$)。经Pearson相关性分析和Spearman相关性分析显示,血清镁离子水平与EC患者MetS的发病率及腰围过大之间均呈负相关($r=-0.120$, $P=0.038$; $r=-0.151$, $P=0.009$);在控制混杂因素(是否绝经、是否合并2型糖尿病)后,血清镁离子水平与EC患者MetS的发病率及腰围过大之间的负相关关系仍具有统计学意义($r=-0.101$, $P=0.013$; $r=-0.133$, $P=0.023$);其中发现患者TG水平与血清镁离子水平之间存在负相关关系($r=-0.109$, $P=0.025$)。结论 血清镁离子水平可能是评估子宫内膜癌患者代谢综合征的敏感指标。

[关键词]子宫内膜癌;代谢综合征;镁离子;代谢指标

Doi:10.3969/j.issn.1673-5293.2024.08.004

[中图分类号]R173

[文献标识码]A

[文章编号]1673-5293(2024)08-0024-08

Correlation analysis of serum magnesium levels and metabolic syndrome in endometrial cancer patients

LIU Zesi, ZHAO Zhiqi, YANG Hongxia, CHEN Ziyu, KONG Fandou

(1. Department of Gynecology and Obstetrics, the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University,

Liaoning Dalian 116000, China; 2. Department I of Clinical Medicine, China Medical University,

Liaoning Shenyang 110122, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the relationship between serum magnesium levels and metabolic syndrome (MetS) and its related metabolic indicators in patients with endometrial cancer (EC). **Methods** General clinical data, serum magnesium levels and related metabolic indicators were collected from patients diagnosed with EC at the First Affiliated Hospital of Dalian Medical University from June 2016 to May 2021. Patients were divided into three groups based on different serum magnesium levels: hypomagnesemia group ($<0.7\text{mmol/L}$) (18 cases), control group ($0.7\sim 1.1\text{mmol/L}$) (244 cases) and hypermagnesemia group ($>1.1\text{mmol/L}$) (29 cases). The serum magnesium levels and their relationships with general clinical characteristics and various metabolic indicators were compared and analyzed among the groups. **Results** There were statistically significant differences in the levels of serum magnesium among EC patients with and without type 2 diabetes, with and without menopause, and with waist circumference $\geq 80\text{ cm}$ vs. $<80\text{ cm}$ ($t=3.544, 1.358$ and 1.652 , respectively, $P<0.05$). There were also statistically significant differences in body mass index (BMI) and triglyceride (TG) levels among the groups with different serum magnesium levels ($F=1.348$ and 2.987 , respectively, $P<0.05$). Significant differences were found in the proportions of patients with type 2 diabetes, abnormal fasting plasma glucose (FPG) and MetS ($\chi^2=0.376, 1.196$ and 1.850 , respectively, $P<0.05$). Spearman correlation analysis revealed a significant negative correlation between serum magnesium ion levels and the number of MetS diagnostic criteria in EC patients ($r=-0.201$, $P<0.001$). Pearson and Spearman correlation analyses showed that serum magnesium levels were negatively correlated with the incidence of MetS and excessive waist circumference of EC patients ($r=-0.120$, $P=0.038$; $r=-$

[收稿日期]2023-04-11

[作者简介]刘泽斯(1998—),男,住院医师,临床医学硕士,主要从事妇科肿瘤的研究。

[通讯作者]孔繁斗,主任医师。

-0.151, $P=0.009$). After controlling for the confounding factors (menopause status and presence of type 2 diabetes), the negative correlations between serum magnesium levels and the incidence of MetS and excessive waist circumference of EC patients remained statistically significant ($r=-0.101, P=0.013$; $r=-0.133, P=0.023$). It was found that there was a negative correlation between the TG levels and serum magnesium levels ($r=-0.109, P=0.025$). **Conclusion** Serum magnesium concentration may be a sensitive indicator for assessing metabolic syndrome in patients with endometrial cancer.

[Key words] endometrial cancer; metabolic syndrome; magnesium; metabolic indicator

子宫内膜癌(endometrial cancer, EC)是女性中最常见的恶性肿瘤之一,其发病率位居全球女性恶性肿瘤第 6 位,并且呈逐年上升趋势^[1]。据统计,EC 每年可导致约 90 000 名女性死亡,这严重威胁了全球女性的健康^[2]。代谢综合征(metabolic syndrome, MetS)是一种复杂的机体能量代谢紊乱综合征,可导致高血压、高脂血症、中心性肥胖及降低体内的高密度脂蛋白(high-density lipoprotein, HDL)含量^[3]。近年来, MetS 已被普遍认为是心血管疾病的危险因素^[4],而最近的一些研究逐渐发现 MetS 与多种癌症的发生及预后相关^[5]。比如, Avgerinos 等^[6]发现, MetS 可通过诱发慢性系统性炎症来促进脂肪组织中雌二醇的释放。雌二醇在 EC 的发生发展中发挥着关键作用。此外,由于合并 MetS 的 EC 患者对于包括手术及化、放疗在内的传统治疗措施的敏感性较低,因此其预后结局往往较差^[7]。

镁离子(Mg^{2+})作为体内含量第 4、细胞内含量第 2 的金属离子,参与构成了人体内约 600 种酶,并在包括脂质及糖类的合成与代谢等多种生理活动中发挥重要作用^[8-9]。既往研究发现,低镁血症患者患肥胖及糖尿病的风险更高^[10-11]。此外,镁离子还可参与维生素 D 的合成与活化,而维生素 D 则被证明是 MetS 的独立风险因素^[12]。Al-Khalidi 等^[13]的一项包括了对 11 686 名女性的研究中发现,对育龄期女性每日增加镁离子的摄入可以显著降低 MetS 的发病率。镁离子可以通过多种方式参与炎症反应,其在包括 EC 在内的多种肿瘤的转移及进展发挥重要作用^[14-15]。因此,本研究将通过设计一项临床回顾性研究来探讨 EC 患者血清镁离子水平与 MetS 及相关代谢指标之间的关系。

1 资料与方法

1.1 一般资料

收集 2016 年 6 月至 2021 年 5 月在大连医科大学附属第一医院确诊的 370 名 EC 患者的一般临床

资料及与 MetS 相关的代谢指标。

患者的一般临床资料包括:年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、是否绝经、是否合并 2 型糖尿病、EC 的组织学亚型[子宫内膜样腺癌(endometrioid endometrial carcinomas, EEC);非子宫内膜样腺癌(non-endometrioid endometrial carcinomas, NEEC)]及国际妇产科联盟(International Federation of Gynecology and Obstetrics, FIGO)(2009 年)病理分期。

与 MetS 相关的代谢指标包括:空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、甘油三酯(triglyceride, TG)、HDL、腰围及合并高血压情况。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:①经病理确诊为 EC 且此前未行相关治疗,可行满意的 FIGO 病理分期;②病案资料完整,无相关研究数据缺失,能满足本次研究需要。

排除标准:①合并有其他恶性肿瘤;②合并消化道或肾脏疾病;③合并 1 型糖尿病;④近期服用过影响镁离子代谢的药物,如:质子泵抑制剂和表皮生长因子抑制剂;⑤近期合并急性炎症。

本研究已经通过大连医科大学医学伦理委员会审批(编号:2024DM-159-03)。

1.3 方法

1.3.1 血清镁离子和相关代谢指标及血压的测定

患者入院后于次日晨采集空腹外周静脉血 10 mL(采集血样本期间未行 EC 相关治疗),应用日立全自动生化分析仪检测血清镁离子水平和相关代谢指标。血清镁离子水平 $<0.7\text{ mmol/L}$ 定义为低镁血症,血清镁离子水平 $>1.1\text{ mmol/L}$ 定义为高镁血症。对既往未确诊为高血压的患者行 24h 血压监测,以判断其是否合并高血压。

1.3.2 EC 的分型及 FIGO 的分期

按照 EC 对雌激素的敏感性将 EC 分为 EEC 与 NEEC 两种亚型;查阅术后病理诊断资料及围术期的影像学资料,按照 FIGO(2009)中手术-病理标准

对每位患者进行全面分期,其中Ⅰ~Ⅱ期为早期、Ⅲ~Ⅳ期为晚期。

1.3.3 MetS 的诊断

在五项诊断标准中,符合或超过三项即可诊断为 MetS^[3]:①血压升高(收缩压 ≥ 130 mmHg 和/或舒张压 ≥ 85 mmHg);②TG ≥ 1.7 mmol/L;③HDL < 1.3 mmol/L;④FPG ≥ 5.56 mmol/L;⑤腰围 ≥ 80 cm。

1.4 统计学方法

应用 R v 4.2.0 统计学软件对资料进行分析。计数资料以例数(百分率)[$n(\%)$]展现,组间比较采用 χ^2 检验;计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)展现,两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析;使用 Pearson 相关性分析法分析连续性变量之间的相关性,Spearman 相关分析用于探究分类变量与连续性变量之间的相关性;偏相关分析用于去除混杂因素对实验结果的影响。检验水准 $\alpha = 0.05$,以

$P < 0.05$ 为差异存在统计学意义。

2 结果

2.1 研究对象的一般临床资料

通过检索本院患者病案数据库,初步筛选出 370 名确诊为 EC 的患者。基于上述的排除标准,对患者行进一步的筛选,最后获得 291 例 EC 患者的一般临床资料及与 MetS 相关的指标。

患者年龄为 28~87 岁,平均(57.61 ± 11.18)岁;肥胖患者(BMI ≥ 30 kg/m²)占 17.87%(52/291);合并 2 型糖尿病的患者占 24.40%(71/291),合并高血压的患者占 39.18%(114/291),绝经的患者占 66.32%(193/291);大部分患者在术后病理确诊时尚处于早期(80.76%,235/291),且有 89.00%(259/291)患者的病理分型为 EEC,有 27.15%(79/291)的患者合并有 MetS,见表 1。

表 1 研究对象的一般临床资料 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

Table 1 General clinical data of study subjects [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

因素	范围	平均值	例数(n=291)	因素	范围	平均值	例数(n=291)
年龄(岁)	28~87	57.61 $\pm$ 11.18		FIGO 分期			
<60			177(60.82)	Ⅰ~Ⅱ期			235(80.76)
≥ 60			114(39.18)	Ⅲ~Ⅳ期			56(19.24)
BMI(kg/m ²)	18.40~38.10	24.93 $\pm$ 3.36		组织学亚型			
<30			239(82.13)	EEC			259(89.00)
≥ 30			52(17.87)	NEEC			32(11.00)
合并 2 型糖尿病				代谢指标			
是			71(24.40)	FPG(mmol/L)	3.67~20.55	5.96 $\pm$ 2.05	
否			220(75.60)	TG(mmol/L)	0.43~12.93	1.64 $\pm$ 1.12	
合并高血压				HDL(mmol/L)	0.58~2.53	1.23 $\pm$ 0.09	
是			114(39.18)	腰围(cm)	53~130	75.41 $\pm$ 1.67	
否			177(60.82)	≥ 80			54(18.56)
绝经				<80			237(81.44)
是			193(66.32)	合并 MetS			
否			98(33.68)	是			79(27.15)
				否			212(72.85)
				血清镁离子水平(mmol/L)	0.66~1.26	0.93 $\pm$ 0.08	

2.2 患者各因素不同状况间血清镁离子水平的对比

EC 患者合并 2 型糖尿病(是与否)、绝经(是与否)、腰围(≥ 80 cm 与 < 80 cm)的血清镁离子水平比较差异均有统计学意义($P < 0.05$);而年龄(< 60 岁

与 ≥ 60 岁)、BMI(< 30 kg/m² 与 ≥ 30 kg/m²)、合并高血压(是与否)、FIGO 分期(Ⅰ~Ⅱ期与Ⅲ~Ⅳ期)、组织学亚型(EEC 与 NEEC)、合并 MetS(是与否)的血清镁离子水平比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 EC 患者各因素不同状况间血清镁离子水平的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of serum magnesium levels among EC patients with different conditions of various factors ($\bar{x} \pm s$)

因素	血清镁离子浓度(mmol/L)	<i>t</i>	<i>P</i>	因素	血清镁离子浓度(mmol/L)	<i>t</i>	<i>P</i>
年龄(岁)		2.154	0.155	FIGO 分期		1.348	0.110
<60	0.92±0.07			I~II 期	0.94±0.08		
≥60	0.93±0.08			III~IV 期	0.91±0.08		
BMI(kg/m ²)		2.295	0.823	组织学亚型		3.639	0.460
<30	0.93±0.08			EEC	0.93±0.08		
≥30	0.93±0.08			NEEC	0.92±0.09		
合并 2 型糖尿病		3.544	0.005	腰围(cm)		1.652	0.022
是	0.90±0.09			≥80	0.91±0.08		
否	0.93±0.07			<80	0.94±0.08		
合并高血压		0.371	0.821	合并 MetS		1.376	0.813
是	0.93±0.08			是	0.91±0.08		
否	0.93±0.08			否	0.93±0.08		
绝经		1.358	0.018				
是	0.91±0.07						
否	0.94±0.08						

2.3 不同血清镁离子水平间临床资料及代谢相关指标的对比

按不同血清镁离子水平将患者分为三组,包括低镁血症组(<0.7mmol/L)(18 例)、对照组(0.7~1.1mmol/L)组(244 例)、高镁血症组(>1.1mmol/L)(29 例)。

不同血清镁离子水平组的 BMI、TG 水平比较

差异均有统计学意义(*F* 值分别为 1.348、2.987, *P*<0.05);合并 2 型糖尿病、FPG 异常、合并 MetS 的比例比较差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 0.376、1.196、1.850, *P*<0.05);但各组的年龄、FPG、HDL,以及绝经、FIGO 分期、组织学亚型、合并高血压、TG 水平过高、腰围的比例比较差异均有统计学意义(*P*>0.05),见表 3。

表 3 不同血清镁离子水平组一般临床资料及代谢相关指标的比较 [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

Table 3 Comparison of general clinical data and metabolic related indicators among different serum magnesium levels groups [$\bar{x} \pm s, n(\%)$]

因素	低镁血症组(n=18)	对照组(n=244)	高镁血症组(n=29)	<i>F</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	58.56±7.82	56.98±11.63	57.62±8.01	1.569	0.822
BMI(kg/m ²)	25.10±4.31	24.41±3.93	24.33±3.12	1.348	0.014
合并 2 型糖尿病				0.376	0.006
是	10(55.56)	55(22.54)	6(20.69)		
否	8(44.44)	189(77.46)	23(79.31)		
绝经				0.563	0.421
是	13(72.22)	158(64.75)	22(75.86)		
否	5(27.78)	86(35.25)	7(24.14)		
FIGO 分期				1.645	0.722
I~II 期	14(77.78)	199(81.56)	22(75.86)		
III~IV 期	4(22.22)	45(18.44)	7(24.14)		

(转下表)

(续上表)

因素	低镁血症组(n=18)	对照组(n=244)	高镁血症组(n=29)	F/χ^2	P
组织学亚型				1.916	0.618
EEC	15(83.33)	219(89.75)	25(86.21)		
NEEC	3(16.67)	25(10.25)	4(13.79)	1.862	0.904
SAC	2(66.67)	9(36.00)	3(75.00)		
MAC	0	11(44.00)	0	1.561	0.885
CCC	1(33.33)	5(20.00)	1(25.00)		
合并高血压				1.732	0.378
是	8(44.44)	98(40.16)	8(27.59)		
否	10(55.56)	146(59.84)	21(72.41)		
TG(mmol/L)	2.29±2.95	1.62±0.91	1.47±0.60	2.987	0.046
≥1.7	6(33.33)	81(33.20)	7(24.14)	0.658	0.612
<1.7	12(66.67)	163(66.80)	22(75.86)		
FPG	6.54±2.46	5.95±1.89	5.82±2.90	1.466	0.476
正常	13(72.22)	98(40.16)	8(27.59)	1.196	0.026
异常	5(27.78)	146(59.84)	21(72.41)		
HDL(mmol/L)	1.19±0.36	1.23±0.31	1.20±0.28	0.854	0.877
<1.3	13(72.22)	169(69.26)	20(68.97)	0.034	0.815
≥1.3	5(27.78)	75(30.74)	9(31.03)		
腰围(cm)				1.993	0.287
≥80	4(22.22)	45(18.44)	3(10.34)		
<80	14(77.78)	199(81.56)	26(89.66)		
合并 MetS				1.850	0.040
是	7(38.89)	68(27.87)	4(13.79)		
否	11(61.11)	176(72.13)	25(86.21)		

注:子宫内膜浆液性腺癌(endometrioid serous adenocarcinoma, SAC),子宫内膜粘液形成腺癌(endometrioid mucinous adenocarcinoma, MAC);子宫内膜透明细胞腺癌(endometrioid clear-cell adenocarcinoma, CCC)。

2.4 血清镁离子水平与 MetS 及其相关指标的关系

经 Spearman 相关分析显示,血清镁离子水平与 EC 患者符合 MetS 诊断指标数呈显著负相关($r = -0.201, P < 0.001$),见表 4。

经 Pearson 相关性分析和 Spearman 相关性分析显示,血清镁离子水平与 EC 患者 MetS 发病率及腰围过大之间均呈负相关($r = -0.120, P = 0.038$; $r = -0.151, P = 0.009$);在控制混杂因素(是否绝经、是否合并 2 型糖尿病)后,血清镁离子水平与 EC 患者 MetS 发病率及腰围过大之间的负相关关系仍具有统计学意义($r = -0.101, P = 0.013$; $r = -0.133, P = 0.023$);其中发现患者 TG 水平与血清镁离子水

平之间存在负相关关系($r = -0.109, P = 0.025$),见表 5。

表 4 血清镁离子水平与 MetS 诊断指标数之间的相关性
Table 4 Correlation between serum magnesium levels and the number of MetS diagnostic indicators

MetS 诊断 指标数	血清镁离子水平 (mmol/L)	r	P
0	1.01±0.05	-0.201	<0.001
1	0.94±0.08		
2	0.92±0.08		
3	0.92±0.07		
4	0.88±0.12		
5	0.89±0.09		

注:Spearman 相关性分析。

表 5 血清镁离子水平与 MetS 发病率及其
相关代谢指标之间的相关性

Table 5 Correlation between serum magnesium levels and
MetS incidence rate and the related metabolic indicators

指标	血清镁离子水平 (mmol/L)			
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
FPG	-0.078 [*]	0.181	-0.075 [#]	0.202
TG	-0.109 [*]	0.066	-0.147 [#]	0.025
HDL	0.079 [*]	0.143	0.076 [#]	0.200
腰围过大	-0.151 [△]	0.009	-0.133 [#]	0.023
合并高血压	-0.028 [△]	0.627	0.003 [#]	0.960
MetS	-0.120 [△]	0.038	-0.101 [#]	0.013

注：* 为 Pearson 相关性分析；△ 为 Spearman 相关性分析；# 为偏
相关分析（控制混杂因素：绝经、合并 2 型糖尿病）。

3 讨论

MetS 已被证明与 EC 患者的肿瘤特异性生存率(cancer-specific survival, CSS) 相关^[16]。而在另一项研究中显示,合并 MetS 的 EC 患者肿瘤特异性致死率(cancer-specific mortality, CSM) 约为未合并 MetS 患者的 1.56 倍^[17]。在我国,合并 MetS 的 EC 患者死亡率约为未合并 MetS 患者的 6.65 倍^[18]。因此,降低患者 MetS 的发病率对于改善 EC 的预后结局可能有积极作用。

3.1 血清镁离子水平与子宫内膜癌患者血糖浓度的关系

镁离子为人体最重要的微量元素之一。已有多项研究表明,在多种疾病中提高镁离子的摄入量可以显著降低 MetS 的发病率,并改善预后结局^[19-21]。镁离子在血糖调控中发挥重要作用。流行病学研究提示,在糖尿病患者中,尤其是 2 型糖尿病患者,合并有低镁血症的比例明显升高^[22]。镁离子可以调控胰岛素的分泌、胰岛素靶组织对胰岛素的敏感性及体内的糖代谢,其具体机制为:作为钙离子的拮抗剂,镁离子可以阻止钙离子内流,从而降低了体内胰岛素的分泌量^[23]。有研究发现,镁离子的缺乏可以调节胰岛素受体(insulin receptor, INSR) 上的酪氨酸激酶活性,从而降低细胞对于胰岛素的敏感性,导致胰岛素抵抗及胰岛素的利用率下降^[24]。尽管目前尚未见镁离子直接参与调控胰岛素分泌的研究报道,但是,基于上述文献研究结论仍有理由认为,要

消耗等量的葡萄糖,缺乏镁离子的患者可能需要更多的胰岛素。INSR 下游的磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B (phosphatidylinositol 3-kinase/protein kinase B, PI3K/Akt) 信号通路可以动员骨骼肌与脂肪组织中葡萄糖转运蛋白 4 (glucose transporter type 4, GLUT4) 对葡萄糖的摄取,并且促进糖原的合成,由于镁腺苷三磷酸 (magnesium adenosine triphosphate, Mg-ATP) 复合物是其关键的调控因子,因此镁离子的缺乏往往会导致体内糖代谢的异常^[25]。本研究显示,低镁血症组合并 2 型糖尿病的比例均明显高于高镁血症组和对照组,这与上述的研究结论相符^[22]。然而,本研究中未观察到 FPG 水平在三组中存在显著性差异,考虑到雌激素可以通过多种途径调节血糖水平,因此认为其可能是由于 EC 患者体内高雌激素水平对 FPG 的测定有一定的干扰所致。

3.2 血清镁离子水平与子宫内膜癌患者代谢相关指标的关系

Santos 等^[26]和 Fang 等^[27]的研究均表明,血清镁离子的缺乏与脂代谢紊乱和肥胖的发病率相关。本研究发现,低镁血症组的 BMI 更高且腰围过大与血清镁离子水平呈负相关关系,这与上述研究结论相符。镁离子可以通过多种途径参与到脂质的合成与消耗中。比如,镁离子可以通过离子或者 Mg-ATP 复合物的形式调节 3-羟基-3-甲基戊二酰辅酶 A (3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA, HMG-CoA) 还原酶、卵磷脂胆固醇酰基转移酶 (lecithin-cholesterol acyltransferase, LCAT)、β-6 去饱和酶及葡萄糖-6-磷酸脱氢酶 (glucose-6-phosphate dehydrogenase, G-6-PD) 的活性来减少脂质的合成^[28]。此外,碳水化合物作为肥胖人群的主要能量来源,其消耗主要依赖于机体的氧化代谢,而镁离子的缺乏会减少活化的维生素 B1 进入硫胺素二磷酸 (thiamine-diphosphate, TDP),从而导致氧化代谢受阻,并为脂质的合成提供了大量的烟酰胺腺嘌呤二核苷酸磷酸 (nicotinamide adenine dinucleotide phosphate, NADPH)^[2]。此外,有研究发现镁离子与 TG 的合成有关^[26-27]。Fang 等^[27]的研究表明,镁离子参与调控了脂肪组织中甘油三酯脂肪酶 (triglyceride lipase, TGL) mRNA 的表达。此外, Santos 等^[26]研究发现,镁离子对维持存在于肌肉组

织中的脂蛋白脂肪酶(lipoprotein lipase, LPL)的活性上发挥重要作用,而 TGL 及 LPL 在 TG 的降解过程中均发挥重要作用。本研究发现,在控制混杂因素(包括绝经、合并 2 型糖尿病)后, TG 与血清镁离子水平呈负相关关系,这似乎也支持了上述研究中镁离子参与 TG 代谢的结论。

综上所述,本研究中低镁血症组的 BMI、TG 水平过高及合并 2 型糖尿病和合并 MetS 的比例均明显高于其他两组。EC 患者符合 MetS 诊断指标数与血清镁离子水平呈显著负相关关系。相关性分析发现,腰围、TG 和 MetS 发病率均与血清镁离子水平之间呈负相关关系。因此认为血清镁离子水平可能是评估 EC 患者 MetS 的敏感指标,并且为改善 EC 患者预后提供了新的思路。

[参考文献]

- [1] Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries[J]. *CA Cancer J Clin*, 2018, 68(6): 394-424.
- [2] Lu L, Chen C, Yang K, et al. Magnesium intake is inversely associated with risk of obesity in a 30-year prospective follow-up study among American young adults [J]. *Eur J Nutr*, 2020, 59(8): 3745-3753.
- [3] Piuri G, Zocchi M, Della Porta M, et al. Magnesium in Obesity, Metabolic Syndrome, and Type 2 Diabetes[J]. *Nutrients*, 2021, 13(2): 320.
- [4] Castro-Barquero S, Ruiz-León A M, Sierra-Pérez M, et al. Dietary strategies for metabolic syndrome: a comprehensive review[J]. *Nutrients*, 2020, 12(10): 2983.
- [5] Kokts-Porietis R L, McNeil J, Nelson G, et al. Prospective cohort study of metabolic syndrome and endometrial cancer survival[J]. *Gynecol Oncol*, 2020, 158(3): 727-733.
- [6] Avgerinos K I, Spyrou N, Mantzoros C S, et al. Obesity and cancer risk: emerging biological mechanisms and perspectives[J]. *Metabolism*, 2019, 92: 121-135.
- [7] Kase N G, Gretz Friedman E G, Brodman M, et al. The midlife transition and the risk of cardiovascular disease and cancer Part I: magnitude and mechanisms[J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2020, 223(6): 820-833.
- [8] Wallace C, Sinopoulou V, Gordon M, et al. Probiotics for treatment of chronic constipation in children [J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2022, 3(3): CD014257.
- [9] Muñoz-Castañeda J R, Pendón-Ruiz de Mier M V, Rodríguez M, et al. Magnesium replacement to protect cardiovascular and kidney damage? Lack of prospective clinical trials[J]. *Int J Mol Sci*, 2018, 19(3): 664.
- [10] Zhao B, Zeng L, Zhao J, et al. Association of magnesium intake with type 2 diabetes and total stroke: an updated systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2020, 10(3): e032240.
- [11] Maguire D, Talwar D, Shiels P G, et al. The role of thiamine dependent enzymes in obesity and obesity related chronic disease states: a systematic review[J]. *Clin Nutr ESPEN*, 2018, 25: 8-17.
- [12] Uwitonze A M, Razzaque M S. Role of magnesium in vitamin d activation and function[J]. *J Am Osteopath Assoc*, 2018, 118(3): 181-189.
- [13] Al-Khalidi B, Kimball S M, Rotondi M A, et al. Standardized serum 25-hydroxyvitamin D concentrations are inversely associated with cardiometabolic disease in U.S. adults: a cross-sectional analysis of NHANES, 2001-2010 [J]. *Nutr J*, 2017, 16(1): 16.
- [14] Nielsen F H. Magnesium deficiency and increased inflammation: current perspectives[J]. *J Inflamm Res*, 2018, 11: 25-34.
- [15] Lobionda S, Sittipo P, Kwon H Y, et al. The role of gut microbiota in intestinal inflammation with respect to diet and extrinsic stressors[J]. *Microorganisms*, 2019, 7(8): 271.
- [16] Van Laecke S. Hypomagnesemia and hypermagnesemia [J]. *Acta Clin Belg*, 2019, 74(1): 41-47.
- [17] Huang P, Fan X, Yu H, et al. Glucose metabolic reprogramming and its therapeutic potential in obesity-associated endometrial cancer[J]. *J Transl Med*, 2023, 21(1): 94.
- [18] Pérez-Martín A R, Castro-Eguiluz D, Cetina-Pérez L, et al. Impact of metabolic syndrome on the risk of endometrial cancer and the role of lifestyle in prevention[J]. *Bosn J Basic Med Sci*, 2022, 22(4): 499-510.
- [19] Mori H, Tack J, Suzuki H. Magnesium oxide in constipation[J]. *Nutrients*, 2021, 13(2): 421.
- [20] Rondanelli M, Faliva M A, Tartara A, et al. An update on magnesium and bone health[J]. *Biomaterials*, 2021, 34(4): 715-736.
- [21] Yang N, He L, Li Y, et al. Reduced insulin resistance partly mediated the association of high dietary magnesium intake with less metabolic syndrome in a large Chinese Population[J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2020, 13: 2541-2550.

- [22] Feng J, Wang H, Jing Z, et al. Role of magnesium in type 2 diabetes mellitus[J]. Biol Trace Elem Res, 2020, 196(1):74-85.
- [23] Hruby A, Guasch-Ferré M, Bhupathiraju S N, et al. Magnesium intake, quality of carbohydrates, and risk of type 2 diabetes: results from three U.S. cohorts[J]. Diabetes Care, 2017, 40(12):1695-1702.
- [24] Kostov K. Effects of magnesium deficiency on mechanisms of insulin resistance in type 2 diabetes: focusing on the processes of insulin secretion and signaling[J]. Int J Mol Sci, 2019, 20(6):1351.
- [25] Gommers L M, Hoenderop J G, Bindels R J, et al. Hypomagnesemia in type 2 diabetes: a vicious circle? [J]. Diabetes, 2016, 65(1):3-13.
- [26] Santos H O, Price J C, Bueno A A. Beyond fish oil supplementation: the effects of alternative plant sources of omega-3 polyunsaturated fatty acids upon lipid indexes and cardiometabolic biomarkers—an overview[J]. Nutrients, 2020, 12(10):3159.
- [27] Fang X, Miao R, Wei J, et al. Advances in multi-omics study of biomarkers of glycolipid metabolism disorder [J]. Comput Struct Biotechnol J, 2022, 20:5935-5951.
- [28] Handgraaf S, Dusauley R, Visentin F, et al. 17- β Estradiol regulates proglucagon-derived peptide secretion in mouse and human α - and L cells[J]. JCI Insight, 2018, 3(7):e98569.
- [专业责任编辑:薛 艳]
[中文编辑:王 懿;英文编辑:冯佳圆]

《中国妇幼健康研究》杂志简介

《中国妇幼健康研究》杂志是妇幼卫生专业学术性刊物,主要以专家论坛、专题研究、临床研究、妇幼营养研究、妇幼卫生服务研究、出生缺陷预防、妇幼卫生教学研究等栏目形式,向读者介绍国内外妇幼卫生专业方面的新进展,妇女及儿童各阶段疾病预防的新经验,妇幼心理行为及健康指导、围产医学、优生、遗传等方面的新理论和实验研究新动向的原创性文章。《中国妇幼健康研究》是国家级期刊,国际标准连续出版物号:ISSN 1673-5293;国内统一连续出版物号:CN 61-1448/R。现为月刊,每月下旬出版(年定价:360 元)。2007 年已被评为中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊),已取得《中国期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》全文收录,并作为“中国学术期刊综合评价数据库”“中国科学引文数据库”来源期刊。同时被《中文医学科学核心期刊要目总览》、《中国生物医学文献光盘数据库》(CBMdisc)、《中文生物医学期刊目次数据库》(CMCC)、《中国科技期刊篇名数据库》及两种书本式检索刊《中国科技资料目录》(医药卫生)、《中国医药文献》进行目次、文摘或全文的收录,现已在微信平台发布,并被中国知网及万方数据——数字化期刊群全文收录。2009 年以来多次获中国高校科技期刊质量奖、优秀奖及省科协“学会创新和服务能力提升”项目优秀科技期刊奖,2020 年又获中国高校科技期刊优秀奖和省科技期刊优秀奖。

主管单位:中华人民共和国教育部

主办单位:西安交通大学、中国妇幼健康研究会

地 址:西安市雁塔西路 76 号(西安交通大学医学部)009 号信箱

电 话:(029)82655049

邮政编码:710061

国内邮发代号:52-135

海外发行代号:BM6616

在线投稿网址:mchchina.xjtu.edu.cn

电子信箱:bjblm@mail.xjtu.edu.cn