

血清铁蛋白、鸢尾素、性激素结合球蛋白对围绝经期女性 2 型糖尿病并发肌少症的预测价值

马立¹, 李天华^{2*}, 肖爽¹

基金项目: 河北省 2022 年度医学科研课题 (项目编号: 20221660)

作者单位: 050000 河北 石家庄, 石家庄市妇幼保健院, 1. 妇科; 2. 更年期保健科

作者简介: 马立, 毕业于河北医科大学, 硕士研究生, 主治医师, 主要研究方向为妇科肿瘤

* 通信作者, E-mail: 1321396859@qq.com

【摘要】目的 评估血清铁蛋白 (ferritin, Fer)、鸢尾素、性激素结合球蛋白 (sex hormone binding globulin, SHBG) 水平对围绝经期女性 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 患者并发肌少症的预测价值。**方法** 随机选取石家庄市妇幼保健院 2023 年 1 月至 2024 年 3 月就诊的围绝经期女性 T2DM 患者 128 例为研究对象, 根据是否患肌少症分为观察组 (27 例) 和对照组 (101 例)。比较两组一般资料以及血清检测指标, Spearman 分析观察组各指标与围绝经期 T2DM 并发肌少症的相关性, Logistic 回归分析围绝经期女性 T2DM 患者发生肌少症的影响因素, ROC 曲线检测血清 Fer、鸢尾素、SHBG 对围绝经期女性 T2DM 患者肌少症的预测效能。**结果** 发生肌少症患者 27 例, 发生率 21.09%。相关性分析表明, 围绝经期 T2DM 并发肌少症患者的血清 Fer 水平与骨骼肌质量 (skeletal muscle mass, SMM) 呈负相关, 与年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、体脂肪质量 (body fat mass, BFM)、内脏脂肪面积 (visceral fat area, VFA)、腰臀比 (waist-hip ratio, WHR) 呈正相关 ($P < 0.05$); 鸢尾素水平与年龄呈负相关, 与 BMI、SMM 呈正相关 ($P < 0.05$); SHBG 水平与 WHR、SMM 呈正相关, 与年龄、BMI 呈负相关 ($P < 0.05$)。经 Logistic 回归分析显示, Fer、鸢尾素、SHBG、BMI、SMM、年龄、BFM、VFA 均可能是围绝经期 T2DM 患者合并肌少症的影响因素 ($P < 0.05$)。ROC 曲线分析表明, 围绝经期 T2DM 患者血清 Fer、鸢尾素、SHBG 水平以及三者联合对于发生肌少症的 AUC 分别为 0.876、0.821、0.780、0.931, 均大于 0.7, 其中三者联合预测并发肌少症的价值最高 ($P < 0.05$)。**结论** Fer、鸢尾素、SHBG 水平对围绝经期女性 T2DM 患者并发肌少症具有较高的预测价值, 三者联合检测预测价值最高。

【关键词】 血清铁蛋白; 鸢尾素; SHBG; T2DM; 肌少症

【中图分类号】 R 587.1; R 681 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1674-4020 (2025) 02-098-05

doi: 10.3969/j.issn.1674-4020.2025.02.28

Predictive value of serum ferritin, irisin and SHBG expression levels on sarcopenia in perimenopausal women with T2DM

Ma Li¹, Li Tianhua^{2*}, Xiao Shuang¹

1. Department of Gynaecology; 2. Department of Menopausal Health Care, Shijiazhuang Maternal and Child Health Hospital, Shijiazhuang Hebei 050000, P. R. China

* Corresponding author, E-mail: 1321396859@qq.com

【Abstract】Objective To evaluate the predictive value of serum ferritin (Fer), irisin and sex hormone binding globulin (SHBG) levels for sarcopenia in perimenopausal women with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** A total of 128 perimenopausal female T2DM patients treated in Shijiazhuang Maternal and Child Health Hospital from January 2023 to March 2024 were randomly selected as the study objects, and were divided into observation group (27 cases) and control group (101 cases) according to whether they had sarcopenia. The general data and serum detection indicators of the two groups were compared, Spearman correlation analysis was used to analyze the correlation between indicators of the observation group and perimenopausal T2DM

complicated with sarcopenia, and Logistic regression was used to analyze the influencing factors of sarcopenia in perimenopausal female T2DM patients. ROC curve was used to detect the predictive efficacy of serum Fer, irisin and SHBG in perimenopausal female T2DM patients with sarcopenia. **Results** There were 27 patients with sarcopenia (21.09%). Correlation analysis showed that the serum Fer level in the perimenopausal female with T2DM complicated with sarcopenia was negatively correlated with SMM, and positively correlated with age, body mass index (BMI), body fat mass (BFM), visceral fat area (VFA) and waist-hip ratio (WHR) ($P < 0.05$). Irisin level was negatively correlated with age, but positively correlated with BMI and SMM ($P < 0.05$). SHBG level was positively correlated with WHR and SMM, and negatively correlated with age and BMI ($P < 0.05$). Logistic regression analysis showed that Fer, irisin, SHBG, BMI, SMM, age, BFM and VFA may be the influencing factors for perimenopausal T2DM patients with sarcopenia ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the serum levels of Fer, irisin and SHBG and the AUC of their combination for the occurrence of sarcopenia in perimenopausal T2DM patients were 0.876, 0.821, 0.780 and 0.931, respectively, all of which were greater than 0.7, among which the combination of the three had the highest predictive value for the occurrence of sarcopenia ($P < 0.05$). **Conclusion** Fer, irisin and SHBG levels have a high predictive value for perimenopausal women with T2DM complicated with sarcopenia, and their combined detection has the highest predictive value.

[Key words] serum ferritin; irisin; SHBG; T2DM; sarcopenia

糖尿病是临床常见的慢性代谢性疾病,其中有 95% 的患者为 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM)^[1],其并发症是影响健康的重要原因,如肌少症等^[2]。肌肉减少症简称肌少症,是由与年龄相关的骨骼肌量及功能等进行性下降所引起的综合征,尤其是中老年女性,骨骼肌丢失显著增加^[3-4]。围绝经期女性由于体内激素水平变化、情绪波动较大等原因,此时期的骨质及骨量流失较同龄男性更显著,更易发生肌少症^[5]。因肌少症的诊断过程较为复杂,需找到一个简单有效的方法进行辅助诊断。鸢尾素作为肌源性因子可控制骨量,维持肌肉健康,与肌少症关系密切。动物和人体试验发现,血清铁蛋白 (ferritin, Fer) 与肌少症之间存在着一定关联。因围绝经期妇女体内的性激素水平不断降低,影响骨骼肌细胞蛋白质的合成,导致骨骼肌质量丢失,从而引发肌少症^[7]。而性激素结合球蛋白 (sex hormone-binding globulin, SHBG) 主要与性激素结合,可能在肌少症发生中发挥间接作用。基于此,本研究旨在探讨围绝经期 T2DM 患者血清中鸢尾素、Fer 以及 SHBG 水平对肌少症的预测价值。

1 研究对象和方法

1.1 研究对象

随机选取石家庄市妇幼保健院 2023 年 1 月至 2024 年 3 月就诊的围绝经期 T2DM 患者 128 例为研究对象。根据亚洲肌少症工作组专家共识,将确诊为肌少症的患者 27 例纳入观察组,未确诊的 101 例为对照组。观察组年龄 49~55 岁,对照组 42~53 岁。所有患者及家属知情同意并签署知情同意书,本研究经本院伦理委员会的许可与批准 (审批号:202111)。

1.2 纳入和排除标准

纳入标准:① 直接接受治疗的 T2DM 患者;② 围绝经期患者;③ 临床资料、实验室检查结果完整。排除标准:① 合并骨质疏松;② 合并严重的心、脑血管疾病;③ 有骨折或外伤;④ 合并肿瘤;⑤ 存在精神类疾病不能配合。

1.3 肌少症诊断标准

根据亚洲肌少症工作组专家共识^[8]:四肢骨骼肌肌量指数 (ASMI) 男性 $< 7.0 \text{ kg/m}^2$, 女性 $< 5.4 \text{ kg/m}^2$ 。

1.4 检查方法及指标

1.4.1 全身成分测量 使用人体成分分析仪进行测量。该仪器采用多频率电阻抗法和 8 点式接触法^[9]。获取骨骼肌质量 (skeletal muscle mass, SMM)、体脂肪质量 (body fat mass, BFM)、内脏脂肪面积 (visceral fat area, VFA)、腰臀比 (waist-hip ratio, WHR) 等各项身体成分分析指标。

1.4.2 实验室检查指标 所有患者均于采血前禁食 8~12 h,次日清晨起后采空腹静脉血。一部分检测空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG)、糖化血红蛋白 (glycosylated hemoglobin, HbA1c)、甘油三酯 (triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (low density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)。另一部分血液以 3 000 r/min 的离心速度离心 10 min,取出血清后置于 -80°C 冰箱内保存待测,利用酶联免疫吸附剂测定 (ELISA) 法检测受试者的血清 Fer、鸢尾素、SHBG 表达水平。

1.5 统计学方法

采取 SPSS 20.0 统计软件进行分析,计数资料用例 (%) 表示,应用 χ^2 检验;计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义;分析影响因素采用 Logistic 回归分析,相关性采用 Spearman 相关分析;采用 ROC 曲线分析预测价值, $\text{AUC} \geq 0.7$ 具有诊断意义。

2 结果

2.1 两组一般资料比较

发生肌少症患者 27 例,发生率为 21.09%。两组年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、Fer、鸢尾素、SHBG 水平、SMM、BFM、VFA 以及 WHR 比较,差异有统计学意义 ($P < 0.05$),见下页表 1。

表1 两组一般资料及血清指标比较 $[\bar{x} \pm s, n(\%)]$

	年龄 (岁)	BMI (kg/m ²)	T2DM 病程 (年)	身高 (cm)	吸烟	饮酒	FPG (mmol/L)	HbA1c (mmol/L)
观察组(<i>n</i> = 27)	52.33 ± 2.18	22.07 ± 2.31	8.85 ± 3.27	155.28 ± 4.69	9(33.33)	7(25.93)	6.89 ± 1.37	7.69 ± 1.30
对照组(<i>n</i> = 101)	48.58 ± 5.55	24.08 ± 2.48	7.98 ± 3.56	157.30 ± 4.98	30(29.70)	21(20.79)	6.64 ± 1.59	7.25 ± 1.54
χ^2/t 值	3.433	3.793	1.147	1.534	0.133	0.329	0.746	0.360
<i>P</i> 值	0.001	<0.001	0.254	0.131	0.716	0.567	0.457	0.176
	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TC (mmol/L)	TG (mmol/L)	鸢尾素 (ng/mL)	Fer (ug/L)	SHBG (nmol/L)	SMM (kg)
观察组(<i>n</i> = 27)	3.06 ± 1.05	1.15 ± 0.28	4.74 ± 1.52	1.75 ± 0.50	155.02 ± 23.16	251.59 ± 100.37	29.18 ± 8.08	21.47 ± 3.28
对照组(<i>n</i> = 101)	3.10 ± 0.96	1.18 ± 0.30	4.78 ± 1.52	1.54 ± 0.83	213.78 ± 20.39	164.20 ± 98.24	42.11 ± 9.57	25.18 ± 3.11
<i>t</i> 值	0.189	0.468	0.410	1.253	12.920	4.088	6.430	5.445
<i>P</i> 值	0.851	0.641	0.573	0.213	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	BFM(kg)	VFA(cm ²)	WHR					
观察组(<i>n</i> = 27)	25.10 ± 5.29	80.56 ± 18.93	0.93 ± 0.04					
对照组(<i>n</i> = 101)	19.51 ± 4.13	109.27 ± 35.29	0.86 ± 0.05					
<i>t</i> 值	5.871	4.066	6.716					
<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001					

2.2 围绝经期 T2DM 并发肌少症的相关性分析

Spearman 相关性分析表明,围绝经期 T2DM 并发肌少症患者的血清 Fer 水平与 SMM 呈负相关,与年龄、BMI、BFM、VFA、WHR 呈正相关($P < 0.05$);鸢尾素水平与年龄呈负相关,与 BMI、SMM 呈正相关($P < 0.05$);SHBG 水平与 WHR、SMM 呈正相关,与年龄、BMI 呈负相关($P < 0.05$),详见表 2。

表2 Fer、鸢尾素、SHBG 分别与围绝经期 T2DM 并发肌少症的相关性分析

指标	Fer		鸢尾素		SHBG	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
年龄(岁)	0.212	0.038	-0.168	0.026	-0.313	0.012
BMI	0.316	<0.001	0.174	0.031	-0.075	0.019
SMM	-0.535	0.004	0.328	<0.001	0.219	<0.001
BFM	0.528	0.018	-0.046	0.731	-0.137	0.517
VFA	0.749	<0.001	-0.028	0.622	-0.105	0.631
WHR	0.431	0.008	0.152	0.054	0.238	0.039

2.3 围绝经期 T2DM 患者发生肌少症的影响因素分析

经 Logistic 回归分析(设合并肌少症为 1,未合并肌少症为 0)结果显示,Fer、鸢尾素、SHBG、BMI、SMM、年龄、BFM、VFA 均可能是围绝经期 T2DM 患者合并肌少症的影响因素($P < 0.05$),详见表 3。

2.4 Fer、鸢尾素、SHBG 水平对围绝经期糖尿病患者发生肌少症的预测价值分析

ROC 曲线分析表明,围绝经期 T2DM 患者血清 Fer、鸢尾素、SHBG 水平以及三者联合对于发生肌少症的

AUC 分别为 0.876、0.821、0.780、0.931,均大于 0.7,其中三者联合对发生肌少症的预测价值最高($P < 0.05$)。详见表 4、下页图 1。

表3 围绝经期 T2DM 患者发生肌少症的影响因素分析

影响因素	参数估计值	标准误	Wald 值	<i>P</i> 值	OR 值	95% CI
鸢尾素	-0.058	0.031	9.837	0.003	0.985	0.915-1.276
Fer	0.027	0.005	10.375	0.001	0.087	0.035-0.096
SHBG	-0.037	0.028	9.993	0.002	0.134	0.095-0.164
SMM	-1.935	0.573	11.251	<0.001	0.137	0.055-0.535
BFM	0.137	0.055	8.055	0.006	1.239	0.988-1.624
VFA	0.123	0.031	7.296	0.008	1.025	0.823-1.649
年龄	0.155	0.091	2.567	0.009	1.236	0.998-1.930
BMI	-2.373	0.731	7.935	0.007	3.152	2.059-4.373

表4 血清 Fer、鸢尾素、SHBG 水平对围绝经期 T2DM 发生肌少症的预测价值

因子	截断值	AUC	95% CI	灵敏度	特异度
Fer	0.672	0.876	0.865-0.887	0.885	0.787
鸢尾素	201.37	0.821	0.811-0.832	0.846	0.738
SHBG	38.13	0.780	0.766-0.793	0.813	0.655
Fer + 鸢尾素 + SHBG	-	0.931	0.878-0.938	0.894	0.805

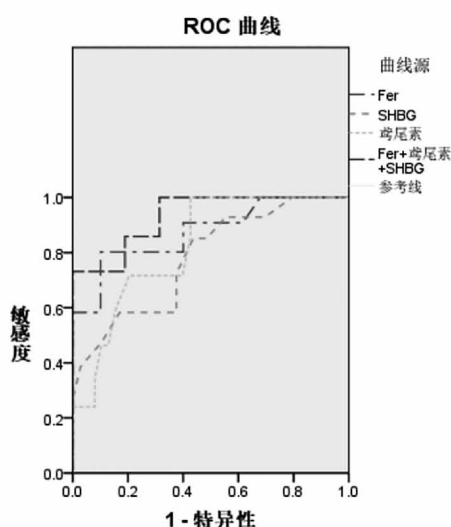


图 1 Fer、鸢尾素、SHBG 水平对围绝经期 T2DM 患者发生肌少症的预测价值

3 讨论

围绝经期女性糖尿病发病率较高,此阶段激素水平紊乱,相比于健康人群或者单纯糖尿病患者更易发生骨质疏松,而骨骼强度降低也可导致肌肉减少,引发肌少症^[10]。此外,围绝经期女性还由于雌激素迅速减少对肌肉及骨代谢平衡会造成不利影响。目前关于肌少症影响因素研究较多,包括激素水平、炎症等,但存在个体差异,干预方式因人而异^[11-12]。因此寻找围绝经期 T2DM 患者肌少症发病相关的主要影响因素,进行针对性干预,更有临床意义。

本研究结果显示,围绝经期 T2DM 患者肌少症发生率为 21.09%,说明围绝经期 T2DM 存在较高的肌少症发生率。对比两组的一般资料以及血清指标,发现两组年龄、BMI、SMM、BFM、VFA 以及 WHR 比较差异具有统计学意义。进一步分析原因:① 随着年龄增长,肌肉量以及肌力的损失增加,患肌少症风险增加。② BMI 可反映人的体形以及人体营养程度等,过低会导致骨骼肌氨基酸氧化,肌细胞营养供应不足,从而降低机体抵抗力和活动能力,导致肌少症发生^[13]。③ 全身成分测量选用了 SMM、BFM、VFA 3 个指标,脂肪量尤其是内脏脂肪过多沉积更易导致脂肪细胞肥大和增生,并引起自身炎症反应加剧,炎症因子分泌增多,进而抑制胰岛素传递,肌肉量尤其是骨骼肌含量降低,继而诱发围绝经期 T2DM 肌少症的发生。

机体内约 1/3 的铁以 Fer 及含铁血黄素形式储存,因此血清 Fer 是反映机体铁含量正常与否的重要指标^[14]。过量的铁负荷极有可能通过氧化应激通路引发骨骼肌功能损害和病变。动物实验结果提示铁积累可能参与了骨骼肌的退行性病变^[15]。临床研究提示,在绝经后 T2DM 患者中肌少症人群的血清 Fer 水平较非肌少症人群明显升高,肌少症的发病风险随着血清 Fer 水平

的升高而上升,且发现肌肉占体质量比与血清 Fer 间存在负相关关系^[16-17]。本研究结果显示观察组 Fer 水平高于对照组,Fer 水平与 SMM 呈负相关,且高水平 Fer 是发生肌少症的危险因素。本研究选取对象为围绝经期,结论与上述研究结论一致。

鸢尾素是一种肌肉因子,主要在骨骼肌表达,可通过促进肌细胞生长和增殖来维持正常肌肉质量和相关功能。小鼠实验研究显示,微剂量鸢尾素可使失神经性肌肉萎缩的骨骼肌生长^[18]。研究表明,鸢尾素可通过“PGC \rightarrow 1 α \rightarrow FNDC5/鸢尾素 \rightarrow UCP1”通路改善肌肉代谢,通过调节肌球蛋白重链改善肌肉萎缩,或者通过胰岛素抵抗影响代谢^[19]。研究显示,在 T2DM 合并肌少症患者中,肌少症病情程度越严重,鸢尾素水平越低^[20]。本研究观察组鸢尾素水平低于对照组,说明围绝经期的 T2DM 合并肌少症患者血浆鸢尾素水平降低。鸢尾素可能通过调节线粒体功能、促进骨骼肌蛋白合成、拮抗肌生长抑制素等途径参与肌少症的发生发展^[19]。进一步经 Logistic 回归分析显示鸢尾素为围绝经期的 T2DM 合并肌少症的影响因素,且高水平鸢尾素是其保护因素。经相关性分析显示鸢尾素水平与年龄呈负相关,与 BMI、SMM 呈正相关。

SHBG 可特异性结合并转运性激素。围绝经期妇女体内的性激素水平不断降低,影响骨骼肌细胞蛋白质的合成,导致骨骼肌质量丢失,从而引发肌少症。研究显示,围绝经期妇女的 SHBG 水平,肌少症组低于非肌少症组^[7,21]。有研究显示 SHBG 是 T2DM 等多种代谢状态异常的标志之一,SHBG 水平越低,T2DM 的严重程度越高^[22]。本研究结果显示,观察组 SHBG 水平低于对照组。因在围绝经期,雌激素水平下降,雄激素水平变化较小,而雌激素本身不仅对肌肉具有保护和修复作用,还影响肌肉的力量以及耐力等^[23],则 SHBG 与雌激素结合降低,间接引发肌少症。进一步经 Logistic 回归分析显示,SHBG 可能是围绝经期 T2DM 患者合并肌少症的影响因素,因参考估计值为 -0.037,提示高含量的 SHBG 是其保护因素,证实了上述推断。相关性分析显示围绝经期糖尿病 T2DM 并发肌少症患者的血清 SHBG 水平与 WHR、SMM 呈正相关,与年龄、BMI 呈负相关。

ROC 曲线分析表明,围绝经期 T2DM 患者血清 Fer、鸢尾素、SHBG 以及三者联合水平对于发生肌少症均具有较好预测价值,其 AUC 分别为 0.876、0.821、0.780、0.931,特异度分别为 0.787、0.738、0.655、0.805,灵敏度分别为 0.885、0.846、0.813、0.894,三者 AUC 均大于 0.7,其中三者联合对发生肌少症的预测价值最高。

综上所述,Fer、鸢尾素、SHBG 以及三者联合对围绝经期女性 T2DM 患者并发肌少症具有较高的预测价值,尤其三者联合效果最佳,当并发肌少症时,患者的鸢尾素、SHBG 水平降低,Fer 水平升高。几项指标联合评估

有利于预测和干预围绝经期 T2DM 患者并发肌少症,从而更早防治以及降低医疗成本,具有重要临床意义。

利益冲突 作者均声明无利益冲突。

【参考文献】

- [1] 王嫔,闫朝丽. RBP4、 $\alpha 2$ -MG、SAA 在 2 型糖尿病及其微血管病变中的表达意义 [J]. 重庆医学, 2021, 50(11): 1909-1914.
- [2] 李佳佳,黄皓,陶立坚,等. 糖尿病肾病主要发病机制的研究进展 [J]. 生命科学, 2023, 35(3): 396-404.
- [3] Auyeung TW, Lee JS, Leung J, et al. The selection of a screening test for frailty identification in community-dwelling older adults [J]. J Nutr Health Aging, 2014, 18: 199-203.
- [4] 于普林,高超,周白瑜,等. 预防老年人肌少症核心信息中国专家共识(2021) [J]. 中华老年医杂, 2021, 40(8): 953-954.
- [5] 夏克拉·苏比,古丽乃再尔·塔依尔江. 围绝经期女性骨质疏松症相关因素研究进展 [J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(29): 74.
- [6] 殷美琴,王永霞,朱晓琴,等. 妊娠期糖尿病患者血清内脂素、性激素结合球蛋白表达与病情及妊娠结局关系及预测价值 [J]. 中国计划生育学杂志, 2022, 30(5): 1128-1132.
- [7] Aribas E, Roeters van Lennep JE, De Rijke YB, et al. Sex steroids and sex steroid-binding globulin levels amongst middle-aged and elderly men and women from general population [J]. Eur J Clin Invest, 2022, 52(12): e13866.
- [8] Chen LK, Liu LK, Woo J, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian working group for sarcopenia [J]. J Am Med Dir Assoc, 2014, 15(2): 95-101.
- [9] Doyle SL, Mongan AM, Donohoe CL, et al. Impact of visceral obesity and metabolic syndrome on the postoperative immune, inflammatory, and endocrine response following surgery for esophageal adenocarcinoma [J]. Dis Esophagus, 2017, 30(6): 1-11.
- [10] Kirk B, Miller S, Zanker J, et al. A clinical guide to the pathophysiology, diagnosis and treatment of osteosarcopenia [J]. Maturitas, 2020, 140: 27-33.
- [11] 尤聪瑶,杨铁毅. 肌少症诊治研究进展 [J]. 国际骨科学杂志, 2022, 43(6): 357-336.
- [12] Li CW, Yu K, Shyh-Chang N, et al. Pathogenesis of sarcopenia and the relationship with fat mass: descriptive review [J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2022, 13(2): 781-794.
- [13] Fukuoka Y, Narita T, Fujita H, et al. Importance of physical evaluation using skeletal muscle mass index and body fat percentage to prevent sarcopenia in elderly Japanese diabetes patients [J]. J Diabetes Investig, 2019, 10(2): 322-330.
- [14] Cook JD, Flowers CH, Skikne BS. The quantitative assessment of body iron [J]. Blood, 2003, 101(9): 3359-3364.
- [15] Reardon TF, Allen DG. Iron injections in mice increase skeletal muscle iron content, induce oxidative stress and reduce exercise performance [J]. Exp Physiol, 2009, 94: 720-730.
- [16] 吴梦娇,陈超,施毕曼. 血清铁蛋白在绝经后女性 2 型糖尿病并发肌少症患者的变化 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2020, 13(3): 222-228.
- [17] Perna S, Peroni G, Faliva MA, et al. Sarcopenia and sarcopenic obesity in comparison: prevalence, metabolic profile, and key differences. a cross-sectional study in Italian hospitalized elderly [J]. Aging Clin Exp Res, 2017, 29(6): 1249-1258.
- [18] Colaianni G, Mongelli T, Colucci S, et al. Crosstalk between muscle and bone via the muscle-myokine irisin [J]. Curr Osteoporos Rep, 2016, 14(4): 132-137.
- [19] 张榕榕,司芹芹. 鸢尾素在肌肉减少症中的作用 [J]. 生命的化学, 2024, 44(5): 837-843.
- [20] 任碧琦,苗登顺,雷敏聪. 血浆鸢尾素水平对 2 型糖尿病患者合并肌少症的影响 [J]. 中国医药, 2021, 16(7): 1043-1047.
- [21] 周平乐,刘莎,吴金霞,等. 血清雌二醇及性激素结合蛋白水平对围绝经期妇女肌少症的诊断价值 [J]. 新疆医科大学学报, 2023, 46(11): 1469-1473.
- [22] 翁伊甫. 性激素结合球蛋白与 2 型糖尿病临床表型的相关性研究 [D]. 广州:南方医科大学, 2022.
- [23] 樊茜,王莉,李潇. 不同分期老年肌少症患者睾酮,雌二醇,IL-6 水平的相关性 [J]. 中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志, 2021, 14(1): 35-40.

(收稿日期:2024-06-05 实习编辑:陈飘逸)