

炎症因子和代谢综合征患者肌少症的相关性分析

赵小燕, 娄峻, 杨喜永, 郑锡铭

(驻马店市中心医院 医学检验科, 河南 驻马店 463000)

摘要: **目的** 分析炎症因子和代谢综合征患者肌少症的相关性。**方法** 纳入驻马店市中心医院2019年1月至2022年1月收治的代谢综合征患者共187例进行研究,依据是否合并肌少症分两组,其中57例患者合并肌少症设为肌少症组,其余130例患者未合并肌少症设为非肌少症组。对两组患者的各项资料进行单因素分析,对有统计学意义的因素行Logistic多因素分析,分析代谢综合征患者合并肌少症的危险因素,并分析炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症的预测效果。**结果** 肌少症组患者的男性占比、年龄、营养风险/不良占比、病程、糖化血红蛋白、C反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平均高于非肌少症组,体重指数(BMI)、左小腿围、右小腿围、左上臂中点围、右上臂中点围、骨骼肌指数四肢骨骼肌质量指数(ASMI)、握力、步速均低于非肌少症组($P<0.05$)。以代谢综合征患者合并肌少症为应变量,赋值1=合并肌少症,0=未合并肌少症。各因素均来源于 $P<0.05$ 的指标,取所有样本的中位值为自变量,建立非条件Logistic回归模型,结果显示,C反应蛋白 ≥ 2.2 mg/L、白细胞介素-6 ≥ 6 ng/L、肿瘤坏死因子- $\alpha \geq 2.5$ pg/mL均为代谢综合征患者合并肌少症的危险因素($P<0.05$)。C反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平对代谢综合征患者合并肌少症均有一定预测价值。**结论** C反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平为代谢综合征患者合并肌少症的危险因素,且对肌少症的发生有一定预测价值。

关键词: 代谢综合征; 肌少症; C反应蛋白; 白细胞介素-6; 肿瘤坏死因子- α

中图分类号: R589; R685

Correlation analysis between inflammatory factors and sarcopenia in patients with metabolic syndrome

ZHAO Xiaoyan, LOU Jun, YANG Xiyong, ZHENG Ximing

(Department of Medical Laboratory, Zhumadian Central Hospital, Zhumadian, Henan 463000, China)

Abstract: **[Objective]** To analyze the correlation between inflammatory factors and sarcopenia in patients with metabolic syndrome. **[Methods]** A total of 187 patients with metabolic syndrome admitted to our hospital from January 2019 to January 2022 were studied. They were divided into two groups based on whether they had sarcopenia. Among them, 57 patients with sarcopenia were assigned to the sarcopenia group, while the remaining 130 patients without sarcopenia were assigned to the non-sarcopenia group. Univariate analysis was conducted on the various data of two groups of patients, logistic multivariate analysis was performed on statistically significant factors, the risk factors of metabolic syndrome patients with sarcopenia was analyzed, and the predictive effect of inflammatory factors on metabolic syndrome patients with sarcopenia was analyzed. **[Results]** Male proportion, age, nutritional risk/malnutrition proportion, course of disease, glycated hemoglobin, C-reactive protein, interleukin 6, tumor necrosis factor- α were higher, body mass index (BMI), left calf circumference, right calf circumference, left upper arm midpoint circumference, right upper arm midpoint circumference, skeletal muscle index (ASMI), grip strength, and gait speed were lower in the sarcopenia group than those in the non-sarcopenia group, with statistically significant differences ($P<0.05$). Taking metabolic syndrome patients with sarcopenia as the dependent variable, assign values of 1=sarcopenia, 0=no sarcopenia. All factors are derived from the index $P<0.05$, take the median value of all samples as an independent variable to establish an unconditional logistic regression model. The results show that C-reactive protein ≥ 2.2 mg/L, interleukin 6 ≥ 6 ng/L, tumor necrosis factor- $\alpha \geq 2.5$ pg/mL are risk factors for sarcopenia in patients with metabolic syndrome ($P<0.05$). C-reactive protein, interleukin 6, tumor necrosis factor- α levels have certain predictive value for patients with metabolic syndrome complicated with sarcopenia. **[Conclusion]** C-reactive protein, interleukin 6, tumor necrosis factor- α levels are risk factors for patients with metabolic syndrome complicated with sarcopenia and have certain predictive value for the occurrence of sarcopenia.

Keywords: metabolic syndrome; sarcopenia; C-reactive protein; interleukin 6; tumor necrosis factor- α

肌少症是指骨骼肌纤维体积和数量随着年龄增加而降低,进而出现肌力降低、结缔组织和脂肪增多等特征,该病为综合性退行性病症^[1]。随着我国人口老龄化的进展,肌少症患者数量逐年增加,且合并代谢综合征的群体肌少症患病率更高^[2]。既往有研究表明^[3-4],代谢综合征患者的代谢激素合成能力降低,肌肉-脂肪循环障碍与肌少症的发生、发展均存在密切相关性,同时代谢综合征患者发病后胰岛素抵抗力加剧,肌肉质量降低,也会促进肌少症的病情进展。其次,有学者指出代谢综合征患者通常机体功能减退,衰弱会造成多个生理系统储备功能降低,增加机体易感性,影响机体稳态,进而影响生存质量,增加各类急慢性疾病的发病率^[5-6]。因此积极探究代谢综合征患者发生肌少症的相关因素,对于指导临床评估和早期干预有重要意义。回顾既往相关研究^[7],炎症指标与人体握力呈现负相关,超敏 C 反应蛋白也与肌少症存在相关性,因此本文进一步分析了炎症因子和代谢综合征患者肌少症的相关性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入驻马店市中心医院 2019 年 1 月至 2022 年 1 月收治的代谢综合征患者共 187 例进行研究。其中男 101 例,女 86 例;年龄 39~78 岁,平均 (60.35 ± 8.17) 岁。

1.2 诊断标准

①代谢综合征^[8]:具备以下三项或更多,腹部肥胖(男性腰围 >90 cm,女性腰围 >85 cm);血清甘油三酯 ≥ 1.70 mmol/L;血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C) <1.04 mmol/L;血压 $\geq 130/85$ mmHg(1 mmHg=0.133 kPa);空腹血糖 ≥ 6.1 mmol/L 或餐后 2 h 血糖 ≥ 7.8 mmol/L;糖尿病史。②肌少症^[9]:女子相对骨骼肌质量指数(relative skeletal muscle index, RSMI) <5.45 kg/m²,男子 RSMI <7.26 kg/m²。

1.3 纳入排除标准

纳入标准:①确诊为代谢综合征;②年龄 ≥ 18 岁;③有自主活动能力;④各项资料均完整。

排除标准:①合并感染或其他系统性疾病;②妊娠或哺乳;③正在服用糖皮质激素药物、抗癫痫药物、雌激素、维生素 D;④合并甲状腺疾病;⑤近期有手术或受过严重外伤。

1.4 研究方法

对 187 例代谢综合征患者的资料进行回顾性分析,依据是否合并肌少症分两组,其中 57 例患者合并肌少症设为肌少症组,其余 130 例患者未合并肌少症设为非肌少症组。对两组患者的各项资料进行单因素分析,对有统计学意义的因素行 Logistic 多因素分析,分析代谢综合征患者合并肌少症的危险因素,并分析炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症的预测效果。其中各血清学指标均为入院第 1 天时采集。

1.5 统计学方法

应用 SPSS 22.0 统计软件分析数据。计量资料为均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较用 t 检验;计数资料以百分率(%)表示,两组间比较用 χ^2 检验;采用 Logistic 多因素分析代谢综合征患者合并肌少症的危险因素,并采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症的预测效果。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组各项资料的单因素分析

肌少症组患者的男性占比、年龄、营养风险/不良占比、病程、糖化血红蛋白、C 反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平均高于非肌少症组,体重指数(body mass index, BMI)、左小腿围、右小腿围、左上臂中点围、右上臂中点围、四肢骨骼肌质量指数(appendicular skeletal muscle mass index, ASMI)、握力、步速均低于非肌少症组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 两组各项资料的 Logistic 多因素分析

以代谢综合征患者合并肌少症为应变量,赋值 1=合并肌少症,0=未合并肌少症。各因素均来源于表 1 内 $P < 0.05$ 的指标,取所有样本的中位值为自变量,建立非条件 Logistic 回归模型,结果显示,C 反应蛋白 ≥ 2.2 mg/L、白细胞介素-6 ≥ 6 ng/L、肿瘤坏死因子- $\alpha \geq 2.5$ pg/mL 均为代谢综合征患者合并肌少症的危险因素($P < 0.05$)。见表 2、表 3。

2.3 炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症的预测效果

C 反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平对代谢综合征患者合并肌少症均有一定预测价值,见表 4、图 1。

表 1 两组各项资料的单因素分析

资料	肌少症组(n=57)	非肌少症组(n=130)	χ^2/t	P
性别[n(%)]				
男	39(68.42)	62(47.69)	8.447	0.004
女	18(31.58)	68(52.31)		
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	64.32±7.11	57.25±8.64	7.186	<0.001
BMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	22.89±3.65	24.89±4.11	6.067	<0.001
收缩压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	129.51±14.20	128.65±13.69	0.046	0.963
舒张压($\bar{x} \pm s$, mmHg)	80.69±10.37	81.27±11.40	0.104	0.917
左小腿围($\bar{x} \pm s$, cm)	28.49±2.17	30.90±2.25	6.837	<0.001
右小腿围($\bar{x} \pm s$, cm)	28.79±2.18	31.31±2.29	7.045	<0.001
左上臂中点围($\bar{x} \pm s$, cm)	26.24±2.44	28.52±2.10	6.598	<0.001
右上臂中点围($\bar{x} \pm s$, cm)	26.59±2.49	28.94±2.13	6.692	<0.001
营养状况[n(%)]				
良好	39(68.42)	112(86.15)	9.625	0.008
风险	13(22.81)	17(13.08)		
营养不良	5(8.77)	1(0.77)		
既往病史[n(%)]				
冠心病	35(61.40)	75(57.69)	0.257	0.611
高血压	31(54.39)	74(56.92)	0.152	0.696
高脂血症	32(56.14)	83(63.85)	0.755	0.379
病程($\bar{x} \pm s$, 年)	13.85±3.95	11.52±4.13	3.654	0.012
HDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.24±0.29	1.21±0.30	0.076	0.940
LDL-C($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.61±0.51	2.58±0.49	0.464	0.643
甘油三酯($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.35±0.30	1.33±0.26	0.673	0.501
总胆固醇($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.40±0.71	4.35±0.55	1.820	0.069
空腹胰岛素($\bar{x} \pm s$, mU/L)	9.08±0.94	9.10±1.13	0.205	0.838
空腹 C 肽($\bar{x} \pm s$, ng/mL)	2.25±0.51	2.26±0.47	1.345	0.179
空腹血糖($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	9.04±1.22	8.95±1.14	1638	0.103
餐后 2 h 血糖($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	20.12±4.69	19.98±5.11	1.628	0.106
糖化血红蛋白($\bar{x} \pm s$, %)	9.13±1.75	8.40±1.78	3.269	<0.001
血肌酐($\bar{x} \pm s$, μmol/L)	79.56±17.84	81.02±20.36	1.973	0.051
C 反应蛋白($\bar{x} \pm s$, mg/L)	2.26±0.33	2.12±0.51	8.290	<0.001
白细胞介素-6($\bar{x} \pm s$, ng/L)	7.62±1.23	4.59±1.18	8.113	0.005
肿瘤坏死因子-α($\bar{x} \pm s$, pg/mL)	3.80±0.43	1.70±0.27	11.197	<0.001
ASMI($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	5.88±1.31	7.20±1.36	8.056	<0.001
握力($\bar{x} \pm s$, kg)	23.09±4.65	29.95±3.99	6.440	<0.001
步速($\bar{x} \pm s$, m/s)	0.75±0.14	1.10±0.24	10.002	<0.001

表 2 各项资料赋值情况

影响因素	赋值=1	赋值=0	影响因素	赋值=1	赋值=0
性别	男	女	病程	≥12 年	<12 年
年龄	≥60 岁	<60 岁	糖化血红蛋白	≥9%	<9%
BMI	≤23 kg/m ²	>23 kg/m ²	C 反应蛋白	≥2.2 mg/L	<2.2 mg/L
左小腿围	≤29 cm	>29 cm	白细胞介素-6	≥6 ng/L	<6 ng/L
右小腿围	≤29 cm	>29 cm	肿瘤坏死因子-α	≥2.5 pg/mL	<2.5 pg/mL
左上臂中点围	≤27 cm	>27 cm	ASMI	≤6 kg/m ²	>6 kg/m ²
右上臂中点围	≤27 cm	>27 cm	握力	≤26 kg	>62 kg
营养状况	风险/不良	良好	步速	≤1 m/s	>1 m/s

表 3 两组各项资料的 Logistic 多因素分析

影响因素	β	S.E.	Wald χ^2	OR	95%CI	P	风险得分
C 反应蛋白	0.506	0.133	14.557	0.603	0.465~0.782	<0.001	1
白细胞介素-6	1.021	0.447	5.212	0.360	0.150~0.866	0.022	1
肿瘤坏死因子- α	0.080	0.026	9.253	1.083	1.029~1.140	0.002	1
性别	0.640	0.047	185.451	2.080	1.897~1.730	3.130	0
年龄	1.132	0.277	16.687	5.339	3.102~1.203	4.411	0
BMI	1.361	0.341	15.900	7.616	3.901~1.998	6.681	0
左小腿围	1.203	0.291	16.990	5.905	3.332~1.880	3.760	0
右小腿围	0.135	0.297	0.207	0.486	0.873~1.565	0.648	0
左上臂中点围	0.110	0.567	0.038	0.367	1.117~3.397	0.845	0
右上臂中点围	1.096	1.167	0.882	0.033	0.334~3.292	0.347	0
营养状况	0.655	3.552	0.034	0.001	1.927~2.038	0.853	0
病程	0.310	0.601	0.266	0.225	0.733~2.384	0.605	0
糖化血红蛋白	0.574	0.889	0.417	0.098	0.563~3.219	0.518	0
ASMI	0.500	0.356	1.279	3.148	0.693~2.917	0.258	0
握力	0.038	0.485	1.669	2.962	0.908~1.020	0.196	0
步速	0.595	0.712	2.922	2.522	0.279~1.091	0.097	0

表 4 炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症的预测效果

影响因素	AUC	95%CI	P	最佳截断值	敏感度	95%CI	特异度	95%CI
肿瘤坏死因子- α	0.612	0.325~1.976	0.003	2.5 pg/mL	0.746	0.367~2.984	0.612	0.448~2.974
白细胞介素-6	0.730	0.236~2.561	0.010	6 ng/L	0.812	0.771~3.937	0.745	0.663~1.775
C 反应蛋白	0.841	0.446~1.967	0.005	2.2 mg/L	0.849	0.562~2.663	0.810	0.447~2.669

注：AUC——曲线下面积。

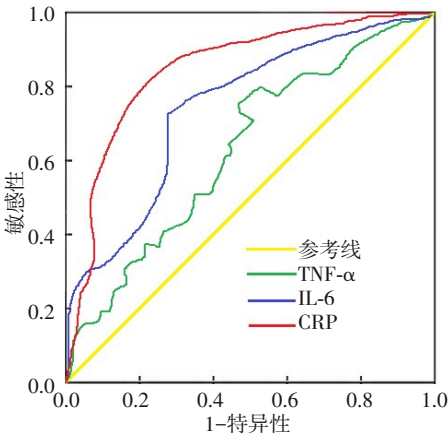


图 1 炎症因子对代谢综合征患者合并肌少症预测的 ROC 曲线

3 讨论

有研究表面，肌少症患者以肌肉纤维和运动单位萎缩、丧失为主要表现，会影响快肌纤维及其相关运动单位，并随时间流失而诱发功能衰竭^[10]。临床中已经明确肌少症的发生与肌肉失用、慢性疾病、内分泌功能变化、胰岛素抵抗、慢性炎症、营养缺乏等因素均相关，但尚未明确其具体病理生理学机制^[11]。同时目前国内外肌少症相

关研究为队列研究，也较少探究代谢综合征患者发生肌少症的相关机制，仍需展开积极探究，为临床治疗提供指导^[12-13]。炎症反应为机体低于体内有害因素的病理过程，在机体保护中有一定积极作用，已经明确炎症反应参与骨质疏松、2 型糖尿病、肌肉萎缩、虚弱等疾病的发生、发展^[14-16]，因此本研究对炎症因子和代谢综合征患者肌少症的相关性展开了分析。

本研究中纳入 187 例代谢综合征患者展开回顾性分析，通过单因素和 Logistic 多因素分析明确 C 反应蛋白 ≥ 2.2 mg/L、白细胞介素-6 ≥ 6 ng/L、肿瘤坏死因子- $\alpha \geq 2.5$ pg/mL 均为代谢综合征患者合并肌少症的危险因素（ $P < 0.05$ ）。C 反应蛋白为机体遭受感染或出现组织损伤时血浆内急剧升高的蛋白质，其水平升高会激活补体，促进吞噬细胞吞噬，因此 C 反应蛋白能够帮助清除入侵机体的病原微生物及损伤/死亡组织细胞^[17]。美国一项研究中发现 C 反应蛋白在动物模型中与肌肉量和肌肉强度均存在相关性^[18]。其次也有研究表明，CRP 水平升高提示骨骼肌组织衰减，极易出现肌少症^[19]。而代谢综合征患者机体的血糖、内分泌长期处于紊乱状态，免疫力降低，机体多存在炎症反应，

血清 CRP 水平升高会诱发肌肉组织合成代谢失衡,减少蛋白合成,增加蛋白分解代谢,因此本研究中 C 反应蛋白 ≥ 2.2 mg/L 提示代谢综合征患者肌少症发生率升高^[20]。体内白细胞介素-6 多由免疫细胞产生,少部分由非免疫细胞类型合成,因此正常状态下白细胞介素-6 也可能影响肌肉组织^[21]。已有报道指出^[22],白细胞介素-6 会调节碳水化合物和脂肪代谢,诱发肌肉萎缩,因此白细胞介素-6 ≥ 6 ng/L 提示代谢综合征患者肌少症发生率升高。临床中已经明确^[23],肿瘤坏死因子- α 可支持 T 细胞重质化和特异性免疫对抗原反应发展,因此在创伤、外科手术后或慢性疾病中肿瘤坏死因子- α 会造成肌肉细胞衰退,加速肌肉蛋白质分解,诱发肌少症,因此肿瘤坏死因子- $\alpha \geq 2.5$ pg/mL 提示代谢综合征患者肌少症发生率升高。同时本研究结果显示,C 反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平对代谢综合征患者合并肌少症均有一定预测价值,为今后临床治疗提供了参考。

但本研究为单中心研究,结果是否能够广泛外推仍需进一步验证;其次本研究为回顾性研究,仍需进一步纵向研究明确结果准确性。

综上所述,C 反应蛋白、白细胞介素-6、肿瘤坏死因子- α 水平为代谢综合征患者合并肌少症的危险因素,且对肌少症的发生有一定预测价值。

参 考 文 献

- [1] LEE DY, SHIN S. Sarcopenia is associated with metabolic syndrome in Korean adults aged over 50 years: a cross-sectional study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(3): 1330.
- [2] TONG QW, WANG X, SHENG YL, et al. Metabolic syndrome and its association with components of sarcopenia in older community-dwelling Chinese[J]. *J Biomed Res*, 2022, 36(2): 120-126.
- [3] 彭龙, 张立平. 16S rRNA 高通量测序研究柴芪汤对代谢综合征大鼠肠道菌群的影响[J]. *世界中医药*, 2021, 16(5): 758-764.
- [4] YANG QM, CHAN P. Skeletal muscle metabolic alternation develops sarcopenia[J]. *Aging Dis*, 2022, 13(3): 801-814.
- [5] 李嘉鑫, 李慧, 刘思佳, 等. 基于网络药理学的中药复方知柏地黄丸治疗代谢综合征的机制研究[J]. *世界中医药*, 2021, 16(4): 553-557, 565.
- [6] 李可, 刘铜华, 吴丽丽, 等. 基于中医系统整体观临床辨治代谢综合征的思考[J]. *世界中医药*, 2021, 16(2): 325-328, 334.
- [7] 杨红琪, 魏云海, 吴辰, 等. 术前营养支持对胃癌合并肌少症患者术后炎症反应及细胞免疫的影响[J]. *中国卫生检验杂志*, 2022, 32(24): 3020-3023.
- [8] 郭秋霞, 杨光田. 代谢综合征诊断标准的简化与临床意义[J]. *内科急危重症杂志*, 2011, 17(2): 112-114.
- [9] 庄文, 张明鸣. 肌肉减少症的定义和诊断标准[J]. *肿瘤代谢与营养电子杂志*, 2014, 1(3): 1-4.
- [10] KUMAR R, PRAKASH SS, PRIYADARSHI RN, et al. Sarcopenia in chronic liver disease: a metabolic perspective[J]. *J Clin Transl Hepatol*, 2022, 10(6): 1213-1222.
- [11] KARAKOUSIS ND, CHRYSAGIS L, CHATZIGEORGIOU A, et al. Frailty in metabolic syndrome, focusing on nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Ann Gastroenterol*, 2022, 35(3): 234-242.
- [12] TAKEGAMI M, HASHIMOTO Y, HAMAGUCHI M, et al. Relative low muscle mass and muscle strength is associated with the prevalence of metabolic syndrome in patients with type 2 diabetes[J]. *J Clin Biochem Nutr*, 2022, 71(2): 136-142.
- [13] 刘源, 杨风英. 脂肪组织炎症反应在运动缓解肥胖性肌少症中的作用[J]. *山东体育学院学报*, 2022, 38(1): 81-87.
- [14] BIAN DS, LIU XT, WANG CY, et al. Association between dietary inflammatory index and sarcopenia in Crohn's disease patients[J]. *Nutrients*, 2022, 14(4): 901.
- [15] 付俊玲, 穆志静, 孙丽娜, 等. 老年住院 2 型糖尿病患者肌少症与炎症因子关系的研究[J]. *中华糖尿病杂志*, 2023, 15(1): 20-25.
- [16] DIAO HZ, YAN FF, HE QZ, et al. Association between dietary inflammatory index and sarcopenia: a meta-analysis[J]. *Nutrients*, 2023, 15(1): 219.
- [17] 都业铭, 张云巧, 王宗琦, 等. 重症抑郁障碍患者躯体症状与脑源性神经营养因子和炎症因子的相关性研究[J]. *中国全科医学*, 2023, 26(12): 1463-1471.
- [18] CESARI M, KRITCHEVSKY SB, BAUMGARTNER RN, et al. Sarcopenia, obesity, and inflammation: results from the Trial of Angiotensin Converting Enzyme Inhibition and Novel Cardiovascular Risk Factors study[J]. *Am J Clin Nutr*, 2005, 82(2): 428-434.
- [19] 修双玲, 付俊玲, 穆志静, 等. 老年 2 型糖尿病患者体脂率对肌力和躯体功能的影响[J]. *首都医科大学学报*, 2022, 43(4): 641-646.
- [20] 卡迪丽娜·阿不都卫力, 阿孜古丽·买买提吐尔逊, 李敬萍, 等. COPD 稳定期合并骨骼肌萎缩患者血清激活素 A、肌肉生长抑制素水平研究[J]. *浙江医学*, 2022, 44(1): 50-54.
- [21] 陈颖颖, 温春瑜, 焦其芸. 补中益气汤加减对老年肌少症患者炎症因子的影响[J]. *中国医药科学*, 2021, 11(16): 13-16.
- [22] 宋倩, 范丽丽, 何瑞, 等. Toll 样受体 4 介导的炎症信号通路在无机砷致大鼠肝纤维化损伤中的作用[J]. *中华地方病学杂志*, 2023, 42(1): 17-23.
- [23] 税晓平, 李春莹, 李顺昌, 等. 有氧和抗阻运动干预 2 型糖尿病大鼠骨骼肌脑源性神经营养因子、核因子 κ B 及炎症指标的表达[J]. *中国组织工程研究*, 2022, 26(5): 669-675.

(张咏 编辑)