· 临床研究 ·

血清骨骼肌特异性肌钙蛋白 T 及肌肉生长抑制素与老年肌少症的相关性

杨凯,杨伟*,侣思聪,吕龙峰,陈雨濛,李荷花
(首都医科大学宣武医院老年医学科,北京 100053)

【摘 要】 **目的** 探讨血清骨骼肌特异性肌钙蛋白 T(sTnT)及肌肉生长抑制素(MSTN)与老年肌少症的相关性。**方法** 经性别与年龄倾向得分匹配后,回顾性分析 2022 年 8 月至 2024 年 12 月首都医科大学宣武医院老年医学科收治的 105 例老年住院患者的临床资料。根据亚洲肌少症工作组诊断标准,分为肌少症组 41 例与非肌少症组 64 例。比较两组临床特征及血清 sTnT、MSTN 水平。采用 R 4.3.0 和 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用 t 检验、Mann-Whitney U 检验或 χ^2 检验。采用 Spearman 相关性分析 sTnT、MSTN 与肌少症相关因素的相关性。采用多因素 logistic 回归模型分析老年肌少症的危险因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 sTnT、MSTN 及二者联合对老年肌少症的潜在预测价值。**结果** 肌少症组体质量指数、白蛋白、甘油三酯、全身脂肪含量、全身肌肉含量、小腿围、握力、6 m 步速及四肢骨骼肌质量指数(ASMI)显著低于非肌少症组,肌少症五项评分联合小腿围问卷(SARC-CalF)得分及血清 sTnT、MSTN 浓度显著高于非肌少症组,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。男女群体中,sTnT、MSTN 均与小腿围、ASMI 呈负相关,与 SARC-CalF 得分呈正相关(均 $P<0.05$)。男性仅 sTnT 与握力呈负相关($P=0.025$),女性 sTnT、MSTN 均与握力呈负相关(均 $P<0.001$)。男性 sTnT、MSTN 均与 6 m 步速无相关性(均 $P>0.05$),女性仅 MSTN 与 6m 步速呈负相关($P=0.039$)。多因素 logistic 回归分析显示,sTnT($OR=1.03$,95%CI 1.01~1.05;$P=0.028$)与 MSTN($OR=13.51$,95%CI 1.04~175.23, $P=0.047$)均为老年肌少症的独立危险因素。ROC 曲线分析显示,sTnT、MSTN 单独及联合预测老年肌少症的曲线下面积分别为 0.93(95%CI 0.87~0.99)、0.95(95%CI 0.90~0.99)及 0.95(95%CI 0.89~0.99)。**结论** 血清 sTnT、MSTN 水平升高与肌少症的发生发展密切相关,二者单独及联合检测对肌少症有潜在预测价值。

【关键词】 肌少症;骨骼肌特异性肌钙蛋白 T;肌肉生长抑制素
【中图分类号】 R446.11;R592 【文献标志码】 A 【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.02.026

Correlation of serum skeletal muscle-specific troponin T and myostatin with sarcopenia in the elderly

Yang Kai, Yang Wei*, Si Sicong, Lyu Longfeng, Chen Yumeng, Li Hehua
(Department of Geriatrics, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China)

【**Abstract**】 **Objective** To investigate the association of serum skeletal muscle-specific troponin T (sTnT) and myostatin (MSTN) with geriatric sarcopenia. **Methods** After propensity score matching for sex and age, a retrospective analysis was conducted on 105 elderly inpatients admitted in our department between August 2022 and December 2024. Based on Asian Working Group for Sarcopenia (AWGS) criteria, the patients were categorized into a sarcopenia group ($n=41$) and a non-sarcopenia group ($n=64$). Clinical characteristics and serum levels of sTnT and MSTN were compared between the two groups. R 4.3.0 and SPSS statistics 25.0 were used for statistical analysis. Data comparison between two groups was performed using t test, Mann Whitney U test, or *Chi*-square test depending on data type. Spearman correlation analysis was employed to investigate the correlation between sTnT and MSTN levels and factors related to sarcopenia. Multivariate logistic regression model was utilized to analyze the risk factors of sarcopenia in the elderly. Receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was performed to assess the potential predictive values of serum sTnT, MSTN, and their combination for sarcopenia in the elderly. **Results** The sarcopenia group exhibited significantly lower body mass index and appendicular skeletal muscle mass index (ASMI), reduced albumin and triglycerides levels, decreased whole-body fat and muscle contents, smaller calf circumference, and lower grip strength and 6-meter walking speed, while higher scores of strength, assistance in walking, rise from a chair, climb stairs, falls combined with calf circumference questionnaire (SARC-CalF) and serum sTnT and MSTN levels when

收稿日期: 2025-02-10; **接受日期**: 2025-04-24
基金项目: 北京市属医院科研培育计划项目(PX2022032);首都卫生发展科研专项自主创新项目(2024-2-1033);北京市属医学科研院所公益发展改革试点项目(JYY2023-13)
通信作者: 杨伟, E-mail: yangw_79@163.com

compared with the non-sarcopenia group (all $P<0.001$). In both male and female participants, the serum levels of sTnT and MSTN were negatively correlated with calf circumference and ASMI, and positively with SARC-CalF scores (all $P<0.05$). In the males, only sTnT was negatively correlated with grip strength ($P=0.025$), while in the females, both sTnT and MSTN levels were negatively correlated with grip strength (both $P<0.001$). There was no correlation between male sTnT and MSTN levels and 6-meter walking speed (both $P>0.05$), while only MSTN was negatively correlated with the speed in the females ($P=0.039$). Multivariate logistic regression analysis showed that sTnT ($OR=1.03$, 95%*CI* 1.01-1.05; $P=0.028$) and MSTN ($OR=13.51$, 95%*CI* 1.04-175.23, $P=0.047$) were independent risk factors for sarcopenia in the elderly. ROC curve analysis indicated that the area under the curve of sTnT and MSTN alone and in combination in predicting sarcopenia in the elderly were 0.93 (95%*CI* 0.87-0.99), 0.95 (95%*CI* 0.90-0.99) and 0.95 (95%*CI* 0.89-0.99), respectively. **Conclusion** Elevated sTnT and MSTN levels are closely associated with the development and progression of sarcopenia. The indicators alone or combined have potential predictive value for sarcopenia.

【Key words】 sarcopenia; skeletal muscle-specific troponin T; myostatin

This work was supported by the Scientific Research Cultivation Program for Beijing Municipal Hospitals (PX2022032), *the Independent Innovation Project for Capital Health Development and Research Program* (2024-2-1033), *and the Pilot Project for Public Welfare Development and Reform of Beijing Municipal Medical Research Institutes* (JYY2023-13).

Corresponding author: *Yang Wei*, *E-mail*: *yangw_79@163.com*

全球≥65岁老年人口占总人口的比例持续上升,预计到2050年该比例将增加至16.7%[1]。肌少症是一种以骨骼肌质量和功能进行性丧失为特征的疾病,多发生在老年人中[2]。亚洲、欧洲、美洲及非洲社区老年人肌少症患病率分别为15%、12%、10%及25%[1,3]。中国社区老年人肌少症患病率也同样受到广泛关注,相关研究显示,其患病率约为10%~15%[4]。肌少症不仅影响老年人的生活质量,还与多种健康问题密切相关,包括认知障碍、骨质疏松、跌倒、骨折、功能衰退、住院率上升和死亡率增加等[2,5]。肌少症与糖尿病、心血管疾病、慢性肾脏病等多种慢性疾病密切相关,而合并上述疾病的患者肌少症患病率更高,提示二者病理生理过程存在相互影响[5]。因此,可靠的肌少症生物标志物对早期诊断、疾病监测和治疗策略开发至关重要。目前,关于肌少症发病机制的研究已较为充分,但用于临床筛查和诊断的生物标志物仍未形成明确共识[6]。骨骼肌特异性肌钙蛋白T(skeletal muscle-specific troponin T,sTnT)在生理状态下仅因肌细胞更新微量释放入血,其血液浓度显著升高可作为肌肉损伤的生物学标志[7]。肌肉生长抑制素(myostatin,MSTN)是调控肌肉稳态的核心负向调节因子,高水平的MSTN通过抑制肌肉的合成代谢,加剧肌少症的进展[8]。这些潜在生物标志物在肌肉生理和病理中至关重要[9]。因此,本研究旨在探讨sTnT、MSTN与肌少症相关因素的相关性,并首次探究sTnT和MSTN对老年肌少症的预测价值。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2022年8月至2024年12月首都医科大学宣武医院老年医学科收治的140例老年住院患者为研究对象。经性别与年龄倾向得分匹配后,最终纳入105例患者进行全面健康评估。纳入标准:(1)年龄≥65岁;(2)处于慢性病稳定期;(3)沟通能力正常,有一定活动能力;(4)理解并同意参与本研究。排除标准:(1)合并严重认知障碍或精神疾病;(2)合并急性感染状态或其他系统严重疾病;(3)合并骨质丢失相关疾病;(4)长期服用影响骨代谢药物;(5)患者及家属不愿参与本研究。本研究获首都医科大学宣武医院伦理委员会批准(伦理批号:[2022]128)。

1.2 方法

1.2.1 资料收集 收集患者性别、年龄、体质量指数(body mass index,BMI)及腰臀比等人口学特征;高血压、糖尿病及骨质疏松等基础疾病;胰岛素抵抗稳态模型评估、糖化血红蛋白、白蛋白、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、尿酸及肌酐等代谢参数;白细胞介素-6及超敏C反应蛋白等炎性标志物;全身肌肉含量(total body muscle,TBM)、四肢骨骼肌质量指数(appendicular skeletal muscle mass index,ASMI)、全身脂肪含量(total body fat,TBF)、小腿围、握力、肌少症五项评分联合小腿围问卷(strength, assistance in walking, rise from a chair, climb stairs, falls combined with calf circumference questionnaire,SARC-CalF)得分及6 m步速等肌肉质量与功能指标。握力:采用电子握力计(中国艾迪森,型号TXUT-013)重复测量3次取最大值。6 m步速:在平地上画1条12 m直线,让受试者以正常步速行走,于3 m标记处启动计时至9 m标记处结束计时,重复测量3次,取最快一次的数值作为结果。ASMI:使用双能X线吸收仪(美国GE Healthcare公司,型号Lunar iDXA)进行定量测定,ASMI=四肢骨骼肌质量(kg)/身高^2(m^2)。

1.2.2 血清sTnT及MSTN浓度测定 采用上海笃玛生物科技有限公司ELISA试剂盒检测空腹血清sTnT及MSTN浓度,所有操作均严格遵循双抗原夹心法检测规范。采空腹静脉血后经3 000 g离心

10 min分离血清,血清经单次分装后,于-40℃冻存,避免反复冻融。检测流程如下:试剂预平衡后,设置样本孔(加入 10 μl 样本+40 μl 稀释液)、标准品孔(加入梯度浓度标准品 50 μl)与空白孔;除空白孔外,样本孔及标准品孔均加入辣根过氧化物酶标记检测抗原 100 μl,于 37℃条件下孵育 60 min 后洗板 5 次;之后所有孔均加入显色底物(A、B 液各 50 μl),避光反应 15 min,反应终止后立即测定 450 nm吸光值;根据标准曲线方程计算样本浓度。sTnT、MSTN 检测试剂盒的灵敏度分别<1.0 pg/ml、<0.1 ng/ml;准确性均≥99%,均不与其他可溶性结构类似物交叉反应。

1.2.3 肌少症诊断标准 根据亚洲肌少症工作组肌少症诊断标准[10],肌肉力量(握力:男性<28 kg,女性<18 kg)和(或)躯体功能降低(6 m 步速<1.0 m/s),同时合并肌肉质量下降(ASMI:男性<7.0 kg/m^2,女性<5.4 kg/m^2)诊断为肌少症。根据患者是否合并肌少症,分为肌少症组 41 例及非肌少症组 64 例。

1.3 统计学处理

采用 R 4.3.0 和 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计量资料呈正态分布者以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;呈非正态分布者以中位数(四分位数间距)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验。计数资料以例数(百分率)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关性分析 sTnT 和 MSTN 与肌少症相关因素(小腿围、SARC-CalF 评分、握力、6 m 步速及 ASMI)的相关性。采用多因素 logistic 回归模型分析老年肌少症的危险因素。构建受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线评估 sTnT、MSTN 单独及联合预测肌少症的潜在价值。P<0.05为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 两组患者基线资料

肌少症组 BMI、白蛋白、甘油三酯、TBF、TBM、小腿围、握力、6 m 步速及 ASMI 显著低于非肌少症组,SARC-CalF 得分及血清 sTnT 和 MSTN 浓度显著高于非肌少症组,差异均有统计学意义(均 P<0.05;表 1)。

表 1 两组患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data between two groups

Item	Total(n=105)	Non-sarcopenia group(n=64)	Sarcopenia group(n=41)	χ^2/ t/Z	P value
Gender[n(%)]				1.748	0.186
Male	53(50.48)	29(45.31)	24(58.54)		
Female	52(49.52)	35(54.69)	17(41.46)		
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	73.71±8.39	72.88±8.05	75.02±8.84	-1.28	0.202
BMI(kg/m^2, $\bar{x}\pm s$)	24.19±3.51	25.73±2.84	21.78±3.10	6.71	<0.001
Hypertension[n(%)]	84(80.00)	50(59.52)	34(40.48)	0.36	0.548
Diabetes mellitus[n(%)]	75(71.43)	46(61.33)	29(38.67)	0.02	0.899
Osteoporosis[n(%)]	10(9.62)	3(30.00)	7(70.00)	3.03	0.082
WHR($\bar{x}\pm s$)	0.93±0.07	0.93±0.07	0.92±0.06	0.89	0.377
HOMA-IR[$M(Q_1, Q_3)$]	1.87(1.11,2.72)	1.94(1.49,2.71)	1.57(0.78,2.76)	-1.69	0.092
HbA1c[%, $M(Q_1, Q_3)$]	6.70(5.90,7.80)	6.85(5.97,7.67)	6.50(5.85,7.80)	-0.76	0.450
ALB(g/L, $\bar{x}\pm s$)	38.97±3.23	39.49±2.82	38.15±3.66	2.12	0.037
TG(mmol/L, $M(Q_1, Q_3)$)	1.21(0.92,1.73)	1.35(0.98,1.84)	1.08(0.80,1.61)	-2.04	0.041
LDL-C(mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	2.11±0.78	2.13±0.77	2.07±0.80	0.33	0.740
IL-6[pg/ml, $M(Q_1, Q_3)$]	4.25(2.74,6.43)	4.01(2.47,5.66)	4.69(2.97,6.57)	-0.96	0.339
hs-CRP[mg/L, $M(Q_1, Q_3)$]	1.21(0.45,2.66)	1.24(0.51,2.71)	0.84(0.35,2.22)	-0.70	0.482
UA[μmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	315.00(261.00,373.00)	310.50(252.50,373.75)	316.00(267.00,366.00)	-0.08	0.940
Cr[μmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	64.00(54.00,75.00)	61.50(53.75,69.75)	65.00(56.00,79.00)	-1.02	0.310
TBF(g, $\bar{x}\pm s$)	20 632.72±6 739.77	22 512.80±5 710.50	17 697.98±7 229.08	3.79	<0.001
TBM(g, $\bar{x}\pm s$)	42 227.56±8 113.86	43 840.28±7 762.50	39 710.15±8 099.97	2.62	0.010
CC(cm, $\bar{x}\pm s$)	33.51±3.33	34.96±2.72	31.41±3.01	6.06	<0.001
SARC-CalF[$M(Q_1, Q_3)$]	7.50(1.00,12.00)	1.00(0.00,8.00)	12.00(10.00,13.00)	-5.38	<0.001
HGS[kg, $M(Q_1, Q_3)$]	21.70(16.95,29.60)	23.20(20.00,31.20)	16.80(14.70,23.80)	-3.44	<0.001
6MWS[m/s, $M(Q_1, Q_3)$]	0.77(0.59,0.94)	0.83(0.65,0.98)	0.66(0.46,0.82)	-3.12	0.002
ASMI[kg/m^2, $M(Q_1, Q_3)$]	6.57(5.79,7.21)	7.10(6.48,7.53)	5.70(5.09,6.60)	-5.86	<0.001
sTnT[pg/ml, $M(Q_1, Q_3)$]	194.70(136.45,322.76)	157.93(127.11,194.70)	334.63(312.98,358.98)	-5.71	<0.001
MSTN[ng/ml, $M(Q_1, Q_3)$]	6.01(4.86,9.19)	5.18(4.51,6.01)	9.66(9.09,10.65)	-5.95	<0.001

BMI: body mass index; WHR: waist-hip ratio; HOMA-IR: homeostatic model assessment of insulin resistance; HbA1c: glycosylated hemoglobin; ALB: albumin; TG: triglyceride; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; IL-6: interleukin-6;hs-CRP: high-sensitivity C-reactive protein; UA: uric acid; Cr: creatinine; TBF: total body fat; TBM: total body muscle; CC: calf circumference; SARC-CalF: strength, assistance in walking, rise from a chair, climb stairs, falls combined with calf circumference questionnaire; HGS: hand grip strength; 6MWS: 6-metre walk speed; ASMI: appendicular skeletal muscle mass index; sTnT: skeletal muscle-specific troponin T; MSTN: myostatin.

2.2 sTnT及MSTN与肌少症相关因素的相关性分析

在男性患者中，sTnT、MSTN与小腿围（$r=-0.68$，-0.52；均$P<0.001$）及ASMI（$r=-0.75$，-0.68；均$P<0.001$）均呈显著负相关，与SARC-CalF得分（$r=0.51$，0.52；均$P=0.002$）均呈显著正相关。sTnT与握力（$r=-0.39$；$P=0.025$）呈显著负相关，而MSTN与握力（$r=-0.13$；$P=0.460$）之间未发现统计学相关性。sTnT和MSTN与6 m步速之间均未发现统计学相关性。

在女性患者中，sTnT、MSTN与小腿围（$r=-0.39$，-0.59；均$P<0.05$）、ASMI（$r=-0.64$，-0.49；均$P<0.05$）及握力（$r=-0.56$，-0.55；均$P<0.001$）均呈显著负相关，与SARC-CalF评分（$r=0.43$，0.60；均$P<0.05$）均呈显著正相关。MSTN与6 m步速（$r=-0.37$；$P=0.039$）呈显著负相关，而sTnT与6 m步速（$r=-0.31$；$P=0.096$）之间未发现统计学相关性。

2.3 影响老年肌少症的多因素logistic回归分析

以是否存在肌少症为因变量，以年龄、性别以及基线资料中有统计学差异的因素作为自变量进行共线性诊断。结果显示，TBM、ASMI的方差膨胀因子（variance inflation factor，VIF）均>5，容忍度均<0.2；当sTnT与MSTN同时纳入时，两者的VIF均>5，容忍度均<0.2。剔除TBM、ASMI，且将sTnT与MSTN分别纳入后，各项指标的VIF均<5，容忍度均>0.2。提示TBM及ASMI与其他指标存在共线性，sTnT及MSTN之间存在共线性。故将性别、年龄、BMI、白蛋白、甘油三脂、TBF、小腿围、SARC-CalF评分、握力、6 m步速及sTnT纳入多因素logistic回归模型1；将模型1中sTnT替换为MSTN，作为模型2。结果显示，sTnT（$OR=1.03$，95%CI 1.01～1.05；$P=0.028$）与MSTN（$OR=13.51$，95%CI 1.04～175.23，$P=0.047$）均为老年肌少症的独立危险因素（表2）。

2.4 sTnT与MSTN预测肌少症的ROC曲线

ROC曲线分析显示，sTnT、MSTN单独检测均对肌少症有潜在预测价值，曲线下面积分别为0.93（95%CI 0.87～0.99）、0.95（95%CI 0.90～0.99），最佳截断点分别为251.69 pg/ml、7.58 ng/ml，灵敏度均为87%，特异度均为100%。二者联合检测的曲线下面积为0.95（95%CI 0.89～0.99），灵敏度为87%，特异度为100%（图1）。

3 讨 论

肌少症是一种进展性和系统性的骨骼肌疾病，与老年人跌倒、骨折、身体残疾和死亡等严重后果相关，严重影响老年人的生活质量和健康[2,5]。

表2 影响老年患者肌少症的多因素logistic回归分析

Table 2 Multivariate logistic regression analysis of influencing factors on sarcopenia in elderly patients

Factor	Model 1		Model 2	
	P value	*OR*(95%*CI*)	*P* value	*OR*(95%*CI*)
Gender				
Male		1.00(Reference)		1.00(Reference)
Female	0.193	0.07(0.00-3.90)	0.156	0.01(0.00-5.94)
Age	0.132	0.84(0.67-1.05)	0.097	0.74(0.52-1.06)
BMI	0.092	0.29(0.07-1.22)	0.076	0.06(0.00-1.35)
ALB	0.128	0.59(0.30-1.16)	0.103	0.41(0.14-1.19)
TG	0.889	0.88(0.15-5.15)	0.185	5.56(0.44-70.41)
TBF	0.118	1.00(1.00-1.00)	0.084	1.00(1.00-1.00)
CC	0.175	0.56(0.24-1.30)	0.085	0.15(0.02-1.30)
SARC-CalF	0.879	1.03(0.72-1.48)	0.817	1.06(0.66-1.70)
HGS	0.743	0.98(0.84-1.13)	0.743	1.03(0.86-1.24)
6MWS	0.193	0.00(0.00-33.49)	0.139	0.00(0.00-264.24)
sTnT	0.028	1.03(1.01-1.05)	/	/
MSTN	/	/	0.047	13.51(1.04-175.23)

BMI：body mass index；ALB：albumin；TG：triglyceride；TBF：total body fat；CC：calf circumference；SARC-CalF：strength，assistance in walking，rise from a chair，climb stairs，falls combined with calf circumference questionnaire；HGS：hand grip strength；6MWS：6-metre walk speed；sTnT：skeletal muscle-specific troponin T；MSTN：myostatin. /：excluding this factor.

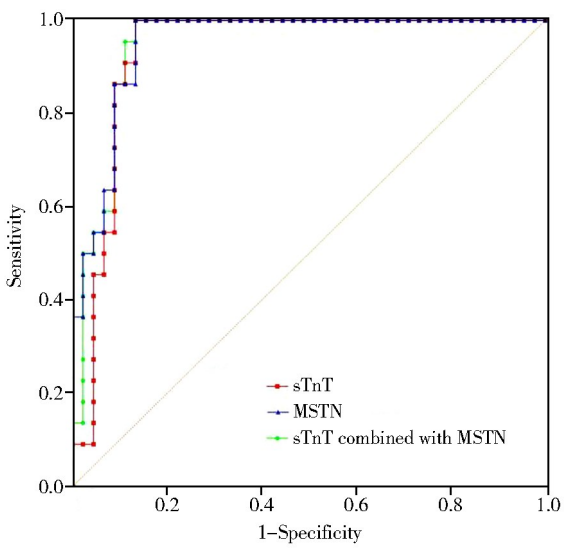


图1 sTnT及MSTN预测肌少症的ROC曲线

Figure 1 ROC curves of sTnT and MSTN in predicting sarcopenia

sTnT：skeletal muscle-specific troponin T；MSTN：myostatin；ROC：receiver operating characteristic.

但目前针对肌少症筛查与诊断的可靠生物标志物尚未形成统一共识[6]。sTnT是反映骨骼肌损伤的关键生物标志物，其释放与肌纤维膜完整性密切相关[9]。老年肌少症患者因肌膜损伤导致sTnT异常入血，进而干扰神经肌肉信号传导，加剧肌肉功能衰退[11]。MSTN作为肌肉生长负调控因子，可通

过结合激活素受体及转化生长因子-β 受体,抑制哺乳动物雷帕霉素靶蛋白通路以减少蛋白质合成,并激活 SMAD 家族蛋白 2/3 调控细胞周期,进而阻滞肌细胞增殖分化[12]。同时,MSTN 可通过诱导胰岛素抵抗、脂质沉积及抑制卫星细胞活性,多途径促进肌少症进展[13]。当 sTnT 和 MSTN 同时升高,提示老年患者存在肌肉生长抑制和结构损伤的双重打击,更有可能导致老年患者肌少症的发生。

本研究发现,男女患者的 sTnT、MSTN 均与小腿围及 ASMI 呈显著负相关,与 SARC-CalF 评分呈显著正相关。男性患者仅 sTnT 与握力呈负相关,sTnT、MSTN 均与 6 m 步速无关联。女性患者则 sTnT、MSTN 均与握力呈负相关,仅 MSTN 与 6 m 步速呈负相关。sTnT 的表达水平是否存在性别差异,目前尚未见相关研究报道。但有研究指出,MSTN 的表达可能受到性别、身体成分和活动水平的影响[14]。此外,握力、6 m 步速测量也与个体的主观努力程度、测量时的情绪状态相关,这些因素在本研究中未进行严格控制,从而可能导致相关性不显著。预测价值方面,本研究结果表明,血清 sTnT、MSTN 浓度升高均是肌少症的独立危险因素,两者单独及联合检测均对肌少症具有潜在预测价值。Li 等[15]对 461 例老年 2 型糖尿病患者的研究发现,MSTN 水平的升高是肌少症的风险因素之一。Yasar 等[16]对慢性肾脏病患者的研究表明,MSTN 水平的升高是预测肌少症的独立因素。然而,既往国内外尚缺少关于 sTnT 作为肌少症预测价值的临床研究,本研究填补了此空白。此外,既往研究关于 sTnT、MSTN 与肌肉质量和功能的关系尚存在分歧。King 等[11]研究发现,在成年女性中,sTnT 水平的升高与握力和腿部力量的下降相关。而 Banitalebi 等[17]的研究表明,经过 12 周的弹性带阻力训练后,实验组与对照组的 sTnT 水平无显著差异,提示 sTnT 与肌肉质量及功能可能无关联。Koito 等[18]研究表明,MSTN 水平与接受肾移植患者的肌肉质量和体力活动呈显著负相关。然而,Lee 等[19]在慢性肾脏病患者中的研究显示,MSTN 水平与肌肉质量和肌肉力量呈正相关。以上研究结果的异质性可能由多方面因素导致。从研究对象来看,年龄、性别、体育活动水平、营养状态、代谢紊乱、合并疾病和药物等因素均会影响 MSTN 和 sTnT 的表达[6];从研究设计来看,肌少症定义和诊断标准不一致、血清标志物检测方法差异以及研究对象数量和地区分布的不同,均可能影响结果。

《中国肌少症诊疗共识(2024)》认为,高龄、低 BMI是肌少症的危险因素,而性别并非其危险因素[20]。既往部分研究认为甘油三脂与肌少症成负相关,而低白蛋白、低 TBM 以及高 TBF 是肌少症的危险因素[5,21]。本研究基线资料显示,肌少症组的 BMI、白蛋白、甘油三脂及 TBM 均低于非肌少症组,与上述研究一致。不同点在于基线中肌少症组的 TBF 也较低,这一差异可能受基础疾病和营养状态的共同影响。小腿围、SARC-CalF 评分、握力及 6 m 步速则作为肌少症筛查及诊断的组成部分得到共识认可[10]。但本研究多因素回归分析结果中,性别、年龄、BMI、白蛋白、甘油三脂、TBF、小腿围、SARC-CalF 评分、握力及 6 m 步速均非独立危险因素。这可能归因于本研究采用了倾向得分匹配,减少了组间性别和年龄差异,一定程度上也减少了其他指标的组间差异。此外,由于本研究样本量较小,各个指标间可能存在相互影响,从而使上述指标在多因素回归分析中不具显著性。

综上,sTnT、MSTN 水平的升高与老年肌少症的发生发展密切相关,二者单独及联合检测均对肌少症具有潜在的预测价值。检测血清 sTnT 和 MSTN 水平有望快速评估老年人群肌少症风险,为疾病早期干预提供依据。将 sTnT、MSTN 检测与传统筛查方法相结合,有望构建更全面的肌少症诊断体系。然而,本研究为单中心回顾性分析,可能存在选择偏倚,影响结果的普适性;由于样本量较小,未进行肌少症严重程度分级和内外部验证,一定程度上影响了结果稳定性。未来需在大样本、多中心的前瞻性队列研究中进一步探究血清 sTnT、MSTN 水平在不同疾病人群中与肌少症的相关性和临床应用价值。

【参考文献】

[1] Almohaisen N, Gittins M, Todd C, *et al*. Prevalence of undernutrition, frailty and sarcopenia in community-dwelling people aged 50 years and above: systematic review and meta-analysis[J]. Nutrients, 2022, 14(8): 1537. DOI: 10.3390/nu14081537.

[2] Sayer AA, Cooper R, Arai H, *et al*. Sarcopenia[J]. Nat Rev Dis Primers, 2024, 10(1): 68. DOI: 10.1038/s41572-024-00550-w.

[3] Mballa Yene BV, Lee SY, Park KS, *et al*. Prevalence of sarcopenia in Africa: a systematic review[J]. Clin Interv Aging, 2023, 18: 1021-1035. DOI: 10.2147/CIA.S407917.

[4] Chen Z, Li WY, Ho M, *et al*. The prevalence of sarcopenia in Chinese older adults: meta-analysis and meta-regression[J]. Nutrients, 2021, 13(5): 1441. DOI: 10.3390/nu13051441.

[5] Yuan S, Larsson SC. Epidemiology of sarcopenia: prevalence, risk

factors, and consequences[J]. Metabolism, 2023, 144: 155533. DOI: 10.1016/j.metabol.2023.155533.

[6] Baczek J, Silkiewicz M, Wojszel ZB. Myostatin as a biomarker of muscle wasting and other pathologies — state of the art and knowledge gaps[J]. Nutrients, 2020, 12(8): 2401. DOI: 10.3390/nu12082401.

[7] Chase PB, Szczypinski MP, Soto EP. Nuclear tropomyosin and troponin in striated muscle: new roles in a new locale? [J]. J Muscle Res Cell Motil, 2013, 34(3-4): 275-284. DOI: 10.1007/s10974-013-9356-7.

[8] Pazokian F, Amani-Shalamzari S, Rajabi H. Effects of functional training with blood occlusion on the irisin, follistatin, and myostatin myokines in elderly men[J]. Eur Rev Aging Phys Act, 2022, 19(1): 22. DOI: 10.1186/s11556-022-00303-2.

[9] Kalinkovich A, Livshits G. Sarcopenia — the search for emerging biomarkers[J]. Ageing Res Rev, 2015, 22: 58-71. DOI: 10.1016/j.arr.2015.05.001.

[10] Chen LK, Woo J, Assantachai P, *et al*. Asian Working Group for Sarcopenia: 2019 consensus update on sarcopenia diagnosis and treatment[J]. J Am Med Dir Assoc, 2020, 21(3): 300-307. DOI: 10.1016/j.jamda.2019.12.012.

[11] King GW, Abreu EL, Kelly PJ, *et al*. Neural control of postural sway: relationship to strength measures in young and elderly adults[J]. Exp Gerontol, 2019, 118: 39-44. DOI: 10.1016/j.exger.2019.01.005.

[12] Liu D, Wang S, Liu S, *et al*. Frontiers in sarcopenia: advancements in diagnostics, molecular mechanisms, and therapeutic strategies[J]. Mol Aspects Med, 2024, 97: 101270. DOI: 10.1016/j.mam.2024.101270.

[13] Lan XQ, Deng CJ, Wang QQ, *et al*. The role of TGF-β signaling in muscle atrophy, sarcopenia and cancer cachexia[J]. Gen Comp Endocrinol, 2024, 353: 114513. DOI: 10.1016/j.ygcen.2024.114513.

[14] Ladang A, Beaudart C, Reginster JY, *et al*. Biochemical markers of musculoskeletal health and aging to be assessed in clinical trials of drugs aiming at the treatment of sarcopenia: consensus paper from an expert group meeting organized by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) and the Centre Académique de Recherche et d'Expérimentation en Santé (CARES SPRL), under the auspices of the World Health Organization Collaborating Center for the epidemiology of musculoskeletal conditions and aging[J]. Calcif Tissue Int, 2023, 112(2): 197-217. DOI: 10.1007/s00223-022-01054-z.

[15] Li X, Kong X, Li R. Correlation between lipoprotein(a), albuminuria, myostatin and sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes[J]. J Diabetes Complications, 2023, 37(1): 108382. DOI: 10.1016/j.jdiacomp.2022.108382.

[16] Yasar E, Tek NA, Tekbudak MY, *et al*. The relationship between myostatin, inflammatory markers, and sarcopenia in patients with chronic kidney disease[J]. J Ren Nutr, 2022, 32(6): 677-684. DOI: 10.1053/j.jrn.2022.01.011.

[17] Banitalebi E, Faramarzi M, Ghahfarokhi MM, *et al*. Osteosarcopenic obesity markers following elastic band resistance training: a randomized controlled trial[J]. Exp Gerontol, 2020, 135: 110884. DOI: 10.1016/j.exger.2020.110884.

[18] Koito Y, Yanishi M, Kimura Y, *et al*. Serum brain-derived neurotrophic factor and myostatin levels are associated with skeletal muscle mass in kidney transplant recipients[J]. Transplant Proc, 2021, 53(6): 1939-1944. DOI: 10.1016/j.transproceed.2021.04.021.

[19] Lee SM, Han MY, Kim SH, *et al*. Indoxyl sulfate might play a role in sarcopenia, while myostatin is an indicator of muscle mass in patients with chronic kidney disease: analysis from the RECOVERY Study[J]. Toxins (Basel), 2022, 14(10): 660. DOI: 10.3390/toxins14100660.

[20] 中华医学会老年医学分会, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院). 中国肌肉减少症诊疗指南(2024版)[J]. 中华医学杂志, 2025, 105(3): 181-203. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20240724-01701.

[21] Alexopoulos T, Vasilieva L, Kontogianni MD, *et al*. Myostatin in combination with creatine phosphokinase or albumin may differentiate patients with cirrhosis and sarcopenia[J]. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol, 2021, 321(5): G543-G551. DOI: 10.1152/ajpgi.00184.2021.

(编辑: 和雨璇)