© 2026 国际老年医学杂志编辑部 © 2026 Editorial Office of *International Journal of Geriatrics*

基于 TyG 衍生指数的体成分分析老年肌少症住院患者的代谢特征*

姚月娴[1] 曹孟昆[2,3,4] 林 莉[2,3,4] 罗 莉[2,3,4] 蔡文钦[2,3,4] 陈纯娴[2,3,4]**

[1]福建省老年医院康复医学科，福建 福州 350009；[2]福建医科大学附属第一医院老年医学科，福建 福州 350005；[3]福建省高血压研究所，福建 福州 350005；[4]福建医科大学附属第一医院滨海院区国家区域医疗中心老年医学科，福建 福州 350005

[摘 要] **目的** 探究老年住院肌少症患者的体成分与代谢特征，评估甘油三酯-葡萄糖（TyG）衍生指标的临床价值。**方法** 选取 2021 年 10 月—2025 年 2 月福建医科大学附属第一医院老年医学科住院的 117 例老年患者进行回顾性分析，根据肌少症诊断标准将其分为肌少症组（24 例）与非肌少症组（93 例）。收集两组研究对象的体成分、生物化学及功能数据，计算 TyG 衍生指数，并行倾向性评分匹配（PSM）敏感性分析。**结果** 肌少症组体质量指数（BMI）、腰围（WC）、肌肉量、脂肪量及 TyG-BMI、TyG-WC、甘油三酯-葡萄糖-体质量调整腰围指数、甘油三酯-葡萄糖-身体形态指数及双手握力均显著低于非肌少症组（$P<0.05$），而两组步行速度、日常活动能力、基础 TyG 指数及稳态模型评估胰岛素抵抗指数比较差异均无统计学意义（$P>0.05$）。倾向性评分匹配后结果稳健。**结论** 老年住院肌少症患者呈低体质量、低肌肉、低脂肪代谢表型，躯体功能存在代偿。TyG 衍生指标较单一 TyG 指数可更敏感区分肌少症代谢异质性。

[关键词] 肌少症；TyG 指数；身体成分；代谢特征

doi：10.3969/j.issn.1674-7593.2026.06.003

Body composition analysis and metabolic characteristics of elderly sarcopenic inpatients based on TyG-derived indices

Yao Yuexian[1], Cao Mengkun[2,3,4], Lin Li[2,3,4], Luo Li[2,3,4], Cai Wenqin[2,3,4], Chen Chunxian[2,3,4]**

[1]Department of Rehabilitation Medicine, Fujian Provincial Geriatric Hospital, Fuzhou 350009, China; [2]Department of Geriatrics, the First Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Fuzhou 350005, China; [3]Fujian Hypertension Research Institute, Fuzhou 350005, China; [4]Department of Geriatrics, National Regional Medical Center (Binhai Campus), the First Affiliated Hospital of Fujian Medical University, Fuzhou 350005, China

**Corresponding author: Chen Chunxian, email: chin8008@163.com

[**Abstract**] **Objective** To investigate the body composition and metabolic characteristics of elderly inpatients with sarcopenia, and to evaluate the clinical value of triglyceride-glucose (TyG) derived indicators. **Methods** A retrospective analysis was conducted on 117 elderly inpatients admitted to the department of geriatrics, the First Affiliated Hospital of Fujian Medical University between October 2021 and February 2025. Patients were stratified into the sarcopenia group (24 cases) and non-sarcopenia group (93 cases) based on Sarcopenia diagnostic criteria. Body composition, biochemical, and functional data were collected, TyG-derived indices were calculated, and propensity score matching (PSM) was performed for sensitivity analysis. **Results** The body mass index (BMI), waist circumference (WC), muscle mass, fat mass, and TyG-BMI, TyG-WC, triglyceride glucose-weight-adjusted waist index, triglyceride-glucose and body shape index, and handgrip strength ($P<0.05$), whereas no significant differences were observed in walking speed, activities of daily living, basic TyG index, or Homeostatic model assessment of insulin resistance ($P>0.05$). The results remained robust after propensity score matching. **Conclusion** Elderly inpatients with sarcopenia exhibit a metabolic phenotype characterized by low body weight, low muscle mass, and low fat mass, with compensatory preservation of physical function. TyG-derived indicators are more sensitive than the TyG index alone in distinguishing the metabolic heterogeneity of sarcopenia.

[**Key words**] Sarcopenia; TyG index; Body composition; Metabolic characteristics

肌少症是一种与增龄相关的进行性、全身性 骨骼肌疾病，以肌肉质量减少、肌肉力量下降和

收稿日期：2026-03-18 修回日期：2026-04-16 录用日期：2026-04-30

*福建省财政专项（BPB-2025CCX）；福建省老年医院老年医学科国家临床重点专科建设项目【2026】

**通信作者：陈纯娴，电子邮箱 chin8008@163.com

（或）躯体功能减退为主要临床表现[1]。在老年住院患者中，肌少症不仅显著增加跌倒、失能、住院时间及死亡风险，还与高血压、糖尿病等慢性代谢性疾病存在复杂的双向交互关系[2]。骨骼肌作为人体最大的胰岛素敏感靶组织，它的萎缩与功能衰退可直接诱发或加剧胰岛素抵抗，进而推动代谢紊乱的进展。

甘油三酯-葡萄糖（Triglyceride-glucose index，TyG）指数作为一种简便、可靠的胰岛素抵抗替代标志物，广泛应用于代谢性疾病的筛查与风险评估[3]。然而，老年人群常伴随体成分重构，可能出现肌肉与脂肪同步丢失[4]。TyG 指数无法充分反映由体型与脂肪分布差异所介导的代谢异质性。将 TyG 指数与人体测量学指标相结合的衍生参数，能更全面地量化“脂肪-肌肉-胰岛素抵抗”的复合效应[5-6]。

目前，针对老年住院肌少症患者的体成分与代谢特征关系的研究报道仍较少见。本研究拟通过比较老年住院肌少症与非肌少症患者的体成分、躯体功能及 TyG 指数衍生指标的差异，为临床识别与管理老年肌少症提供思路。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本研究为回顾性分析，连续纳入 2021 年 10 月—2025 年 2 月福建医科大学附属第一医院老年医学科住院的老年患者 117 例，年龄 65～86 岁，平均（71.64±4.68）岁；其中男 65 例（55.6%），女 52 例（44.4%）。纳入标准：①年龄≥65 岁；②住院期间完成双能 X 线吸收法（Dualenergy X-ray absorptiometry，DXA）体成分分析、握力、步速等评估。排除标准：①严重肝肾功能不全（估算肾小球滤过率<30 mL/（min·1.73 m^2），或转氨酶超过正常上限 3 倍）；②急性感染、恶性肿瘤、严重心功能不全（纽约心脏协会心功能分级Ⅲ～Ⅳ级）；③长期卧床、严重骨关节疾病无法完成体成分测量或功能测试者；④近 3 个月内使用过糖皮质激素或影响肌肉代谢药物者；⑤体内植入金属物或心脏起搏器无法行 DXA 检查者。本研究经福建医科大学附属第一医院伦理委员会批准（伦理批号：闽医大附一伦理医研〔2024〕490 号），所有患者均签署知情同意书。

1.2 诊断标准与分组

肌少症诊断标准：依据 2019 年亚洲肌少症工作组（The Asian Working Group for Sarcopenia，AWGS）标准[2]：①肌肉质量减少，采用 DXA 测定四肢骨骼肌质量指数（Skeletal muscle index，SMI），男性<7.0 kg/m^2，女性<5.4 kg/m^2；②肌肉力量下降，握力男性<28 kg，女性<18 kg；③躯体功能减退，步行速度<1.0 m/s。符合肌肉质量减少合并肌肉力量下降或躯体功能减退者诊断为肌少症。吸烟定义：近 1 年每天至少吸 1 支烟。高血压及 2 型糖尿病诊断参考相关指南[7-8]。体位性低血压诊断标准：参照《体位性低血压诊断与治疗中国专家共识》[9]，从卧位转为直立位后 3 min 内收缩压下降≥20 mmHg（1 mmHg=0.133 kPa）和（或）舒张压下降≥10 mmHg。根据肌少症诊断标准将 117 例老年住院患者分为肌少症组（24 例）与非肌少症组（93 例）。

1.3 数据收集与测量

一般资料：年龄、性别、吸烟史、高血压病史、2 型糖尿病病史、用药史（降压药、降糖药、抗血小板药物、他汀类药物、非诺贝特）。人体测量：测量身高、体质量（Weight，W）、腰围（Waist circumference，WC）、臀围（Hip circumference，HC）、颈围、右小腿围、左小腿围，根据公式体质量（kg）/身高（m^2）计算体质量指数（Body mass index，BMI）及根据公式 WC（cm）/HC（cm）计算腰臀比。采用 DXA 测定全身及局部（上肢、大腿、躯干）肌肉质量、脂肪质量及骨矿盐含量，并自动计算 SMI。记录全身脂肪百分比、内脏脂肪质量。实验室检查：采集空腹静脉血，检测血红蛋白、尿素、肌酐、尿酸、空腹血糖、肌酸激酶、总胆固醇、甘油三酯（Triglyceride，TG）、高密度脂蛋白胆固醇（High-density lipoprotein cholesterol，HDL-C）、低密度脂蛋白胆固醇（Low-density lipoprotein cholesterol，LDL-C）、钙、白蛋白、糖化血红蛋白（Hemoglobin A1c，HbA1c）、空腹胰岛素及 C 肽、餐后 2 h 血糖、胰岛素及 C 肽。功能评估与量表：使用电子握力计测量双手握力（取 3 次最大值）；采用 6 m 步行测试计算步速；采用 Barthel 指数评定量表评估日常生活活动能力（Activities of daily living，ADL）；采用营养风险筛查 2002（Nutritional risk screening 2002，NRS2002）评估营养风险；记录体位性低血压发生情况。

1.4 TyG 指数及衍生指标计算

参照文献方法计算以下指标：Tyg-BMI、TyG-WC、TyG-体质量调整腰围指数（Weight-adjust ed waist index，WWI）、TyG-身体形态指数（A body shape index，ABSI）、TyG-脂质蓄积指数（Llipid accumulation product，LAP）、TyG-中国内脏脂肪指数（Chinese visceral adiposity index，CVAI）TyG-腰高比指数（Waist-to-height ratio index，WHtR）、稳态模型评估胰岛素抵抗指数（Homeostasis model assessment of insulin resistance，HOMA-IR）[3,5-6,10]。

1.5 统计学方法

采用 SPSS 27.0 软件进行数据分析。计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示，组间比较采用独立样本 t 检验（方差不齐时采用 Welch 校正 t 检验）。计数资料以例（%）表示，组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法。采用倾向性评分匹配（Propensity score matching，PSM）进行敏感性分析，按 1∶2最近邻匹配法（caliper=0.02）从非肌少症组匹配 48 例

作为对照，以标准化差异<0.1 评价匹配均衡性。TyG 指数及其衍生指标的组间比较，采用 Benjamini-Hochberg 法进行错误发现率（False discovery rate，FDR）校正。检验水准 $\alpha = 0.05$。

2 结果

2.1 基线临床特征与共病情况

肌少症组体质量、BMI、WC、颈围、左右小腿围均显著低于非肌少症组（$P<0.05$），两组腰臀比间差异无统计学意义（$P>0.05$）。两组年龄、性别、吸烟史、高血压及 2 型糖尿病患病率、身高、药物使用、体位性低血压发生率、ADL 评分及 NRS2002 评分≥3 分比例方面比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表 1。

表 1 两组患者一般临床资料比较

Tab. 1 Comparison of general clinical data between the two groups of patients

资料	非肌少症组(93 例)	肌少症组(24 例)	t/χ^2 值	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	71.40 ± 4.72	72.58 ± 4.51	−1.107	0.271
性别[例(%)]			0.455	0.500
男	51（54.8）	15（62.5）		
女	42（45.2）	9（37.5）		
吸烟[例(%)]			1.188	0.276
是	30（32.3）	5（20.8）		
否	63（67.7）	19（79.2）		
高血压[例(%)]			0.026	0.871
有	75（80.6）	19（79.2）		
无	18（19.4）	5（20.8）		
2 型糖尿病[例(%)]			0.338	0.561
有	60（64.5）	17（70.8）		
无	33（35.5）	7（29.2）		
身高($\bar{x}\pm s$,cm)	162.31 ± 8.79	162.00 ± 9.07	0.153	0.879
体质量($\bar{x}\pm s$,kg)	68.32 ± 11.56	58.27 ± 10.12	3.888	<0.001
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	26.55 ± 3.25	22.40 ± 2.67	5.772	<0.001
WC($\bar{x}\pm s$,cm)	94.50 ± 9.13	86.95 ± 10.23	3.522	0.001
腰臀比($\bar{x}\pm s$)	0.96 ± 0.08	0.95 ± 0.08	0.707	0.481
颈围($\bar{x}\pm s$,cm)	37.63 ± 3.45	35.48 ± 3.98	2.640	0.009
右小腿围($\bar{x}\pm s$,cm)	35.30 ± 2.89	32.55 ± 3.73	3.897	<0.001
左小腿围($\bar{x}\pm s$,cm)	35.14 ± 2.75	32.74 ± 3.87	3.481	0.001
体位性低血压[例(%)]	19（20.4）	6（25.0）	0.237	0.626
NRS2002≥3 分[例(%)]	10（10.8）	5（20.8）	1.734	0.188
ADL($\bar{x}\pm s$,分)	96.76 ± 10.63	96.88 ± 7.49	−0.048	0.962
降压药[例(%)]	70（75.3）	16（66.7）	0.730	0.393
降糖药[例(%)]	62（66.7）	15（62.5）	0.147	0.701
抗血小板药物[例(%)]	41（44.1）	10（41.7）	0.045	0.832
他汀类药物[例(%)]	70（75.3）	17（70.8）	0.197	0.657
非诺贝特[例(%)]	1（1.1）	0（0）	−	1.000[a]

注：[a] 采用 Fisher 精确概率法。

2.2 实验室检查指标比较

肌少症组肌酸激酶水平显著低于非肌少症组（$P<0.05$）。两组血红蛋白、尿素、肌酐、尿酸、空腹及餐后 2 h 血糖、胰岛素、C 肽、总胆固醇、TG、HDL-C、LDL-C、钙、白蛋白、HbAlc 等指标间差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表 2。

表 2 两组患者实验室检查指标比较（$\bar{x} \pm s$）

Tab. 2 Comparison of laboratory parameters between the two groups of patients（$\bar{x} \pm s$）

指标	非肌少症组(93 例)	肌少症组(24 例)	t 值	P 值
血红蛋白(g/L)	133. 76 ± 15. 18	130. 54 ± 17. 85	0. 893	0. 374
尿素(mmol/L)	5. 97 ± 2. 21	6. 40 ± 2. 43	−0. 841	0. 402
肌酐(μmol/L)	75. 03 ± 33. 88	76. 06 ± 26. 47	−0. 137	0. 891
尿酸(μmol/L)	339. 69 ± 102. 95	361. 15 ± 132. 77	−0. 856	0. 394
空腹血糖(mmol/L)	6. 90 ± 2. 40	6. 18 ± 1. 77	1. 385	0. 169
肌酸激酶(U/L)	99. 80 ± 56. 72	63. 50 ± 27. 06	3. 039	0. 003
总胆固醇(mmol/L)	4. 40 ± 1. 19	4. 07 ± 1. 18	1. 199	0. 233
TG(mmol/L)	1. 64 ± 1. 18	1. 36 ± 0. 82	1. 095	0. 276
HDL-C(mmol/L)	1. 14 ± 0. 29	1. 23 ± 0. 45	−1. 170	0. 244
LDL-C(mmol/L)	2. 82 ± 1. 06	2. 51 ± 1. 01	1. 307	0. 194
钙(mmol/L)	2. 22 ± 0. 14	2. 25 ± 0. 11	−0. 940	0. 349
白蛋白(g/L)	41. 70 ± 3. 23	41. 55 ± 3. 01	0. 210	0. 834
HbAlc(%)	7. 58 ± 1. 90	7. 16 ± 1. 41	1. 015	0. 312
空腹胰岛素(pmol/L)	80. 67 ± 61. 23	63. 78 ± 55. 81	1. 226	0. 223
空腹 C 肽(nmol/L)	0. 88 ± 0. 45	0. 82 ± 0. 33	0. 566	0. 572
餐后 2 h 血糖(mmol/L)	12. 29 ± 4. 82	11. 94 ± 4. 75	0. 321	0. 749
餐后 2 h 血糖胰岛素(pmol/L)	459. 18 ± 392. 16	377. 97 ± 307. 58	0. 941	0. 348
餐后 2 h 血糖 C 肽(nmol/L)	2. 77 ± 1. 49	2. 69 ± 1. 19	0. 218	0. 828

2. 3 身体成分与躯体功能比较

DXA 体成分分析结果显示，肌少症组 SMI 显著低于非肌少症组（$P<0.05$）。肌少症组全身及局部（上肢、大腿、躯干）肌肉质量、脂肪质量及内脏脂肪质量均显著低于非肌少症组（$P<0.05$）。肌少症组全身脂肪百分比低于非肌少症组，但差异无统计学意义（$P>0.05$），见表 3。

功能评估方面，肌少症组右手握力、左手握力及握力下降百分比均显著低于非肌少症组（$P<0.05$）。两组步行速度及步速<1.0 m/s 的比例间差异均无统计学意义（$P>0.05$），见表 3。

表 3 两组患者身体成分及躯体功能指标比较

Tab. 3 Comparison of body composition and physical function indicators between the two groups of patients

指标	非肌少症组(93 例)	肌少症组(24 例)	t/χ^2 值	P 值
SMI($\bar{x} \pm s$,kg/m^2)	7. 22 ± 0. 96	5. 79 ± 0. 84	6. 635	<0. 001
全身脂肪($\bar{x} \pm s$,%)	34. 54 ± 5. 89	32. 17 ± 5. 70	1. 773	0. 079
上肢肌肉质量($\bar{x} \pm s$,g)	4 895. 87 ± 1 188. 35	3 950. 13 ± 853. 21	3. 658	<0. 001
大腿肌肉质量($\bar{x} \pm s$,g)	13 969. 56 ± 2 907. 85	11 349. 33 ± 2 139. 93	4. 130	<0. 001
躯干肌肉质量($\bar{x} \pm s$,g)	20 942. 87 ± 3 738. 94	18 704. 96 ± 3 567. 34	2. 713	0. 008
全身肌肉质量($\bar{x} \pm s$,g)	43 373. 39 ± 7 951. 78	37 321. 00 ± 6 501. 24	3. 440	0. 001
上肢脂肪质量($\bar{x} \pm s$,g)	2 473. 32 ± 675. 16	1 917. 67 ± 521. 83	3. 749	<0. 001
大腿脂肪质量($\bar{x} \pm s$,g)	5 678. 58 ± 1 593. 51	4 431. 50 ± 860. 44	3. 690	<0. 001
躯干脂肪质量($\bar{x} \pm s$,g)	13 762. 83 ± 3 895. 66	10 970. 04 ± 4 600. 86	2. 732	0. 010
全身脂肪质量($\bar{x} \pm s$,g)	22 986. 23 ± 5 777. 21	17 871. 04 ± 4 738. 35	4. 000	<0. 001
内脏脂肪质量 ($\bar{x} \pm s$,g)	1 496. 95 ± 671. 21	1 141. 42 ± 602. 71	2. 360	0. 020

续表 3

指标	非肌少症组(93 例)	肌少症组(24 例)	t/χ^2 值	P 值
右手握力($\bar{x}\pm s$,kg)	27. 46 ± 9. 63	22. 05 ± 3. 37	2. 698	0. 008
左手握力($\bar{x}\pm s$,kg)	26. 19 ± 9. 32	21. 74 ± 3. 70	2. 286	0. 024
握力下降[例(%)]	27（29. 0）	16（66. 7）	11. 624	0. 001
步行速度($\bar{x}\pm s$,m/s)	1. 07 ± 0. 29	1. 07 ± 0. 37	-0. 110	0. 912
步速<1 m/s[例(%)]	31（33. 3）	12（50. 0）	2. 280	0. 131

2. 4　代谢指标与 TyG 衍生指数比较

两组 TyG 指数及 HOMA-IR 比较，差异均无统计学意义（P>0. 05）。肌少症组的 TyG-BMI、TyG-WC、TyG-WWI、TyG-ABSI 及 TyG-LAP 均显著低于非肌少症组（P<0. 05，经 FDR 校正后仍显著）。肌少症组 TyG-WHtR 与 TyG-CVAI 低于非肌少症组，但差异均无统计学意义（P>0. 05），见表 4。

表 4　两组患者 TyG 指数及其衍生指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Tab. 4　Comparison of TyG index and its derived parameters between the two groups of patients（$\bar{x}\pm s$）

指标	非肌少症组(93 例)	肌少症组(24 例)	t 值	P 值	FDR 校正 P 值
TyG 指数	8. 55 ± 0. 68	8. 37 ± 0. 58	1. 376	0. 171	0. 214
TyG-BMI	231. 57 ± 57. 21	197. 84 ± 43. 80	3. 399	0. 001	0. 005
TyG-WC	796. 23 ± 161. 54	710. 97 ± 132. 40	2. 991	0. 004	0. 010
TyG-WHtR	5. 15 ± 1. 05	4. 79 ± 0. 97	1. 859	0. 065	0. 108
TyG-WWI	96. 34 ± 14. 43	88. 55 ± 12. 97	2. 978	0. 004	0. 010
TyG-ABSI	0. 67 ± 0. 10	0. 62 ± 0. 09	2. 670	0. 009	0. 018
TyG-LAP	342. 51 ± 310. 84	228. 38 ± 237. 14	2. 210	0. 030	0. 050
TyG-CVAI	847. 63 ± 430. 37	727. 12 ± 346. 91	1. 558	0. 122	0. 174
HOMA-IR	3. 47 ± 4. 16	2. 54 ± 2. 45	1. 424	0. 159	0. 214

2. 5　倾向性评分匹配敏感性分析

2. 5. 1　匹配后基线均衡性评估　匹配后，两组年龄、性别及 2 型糖尿病患病率比较差异均无统计学意义（P>0. 05），匹配效果良好（标准化差异<0. 1）。匹配后肌少症组 BMI、WC、SMI 仍显著低于非肌少症组（P<0. 05），与匹配前一致，见表 5。

表 5　PSM 匹配后两组临床特征比较

Tab. 5　Comparison of general clinical data between the two groups after PSM

项目	非肌少症(48 例)	肌少症组(24 例)	t/χ^2 值	P 值
年龄($\bar{x}\pm s$,岁)	72. 02 ± 4. 38	72. 58 ± 4. 51	-0. 502	0. 618
性别[例(%)]			0. 029	0. 865
男	29（60. 4）	15（62. 5）		
女	19（39. 6）	9（37. 5）		
2 型糖尿病[例(%)]	33（68. 8）	17（70. 8）	0. 033	0. 858
有	33（68. 8）	17（70. 8）		
无	15（31. 2）	7（29. 2）		
BMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	26. 12 ± 3. 08	22. 40 ± 2. 67	4. 972	<0. 001
WC($\bar{x}\pm s$,cm)	93. 85 ± 8. 96	86. 95 ± 10. 23	2. 918	0. 005
SMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	7. 15 ± 0. 91	5. 79 ± 0. 84	6. 082	<0. 001

2.5.2 匹配后主要结局指标比较

匹配后组间比较结果显示，肌少症组 TyG-BMI、TyG-WC、TyG-WWI、TyG-ABSI 及 TyG-LAP 仍显著低于非肌少症组（$P<0.05$），与匹配前结论一致。两组 TyG 指数、TyG-CVAI 及 HOMA-IR 在匹配后差异仍无统计学意义（$P>0.05$）。匹配后两组 TyG-WHtR 间差异仍处于边缘显著水平（$P>0.05$），见表 6。

表 6 PSM 匹配后两组 TyG 指数及其衍生指标比较（$\bar{x}\pm s$）

Tab. 6 Comparison of TyG index and its derived parameters between the two groups after PSM（$\bar{x}\pm s$）

指标	非肌少症组(48 例)	肌少症组(24 例)	t 值	P 值
TyG 指数	8.51 ± 0.63	8.37 ± 0.58	0.911	0.366
TyG-BMI	226.84 ± 52.36	197.84 ± 43.80	2.343	0.022
TyG-WC	788.56 ± 152.19	710.97 ± 132.40	2.128	0.037
TyG-WHtR	5.08 ± 1.01	4.79 ± 0.97	1.826	0.072
TyG-WWI	94.87 ± 13.82	88.55 ± 12.97	2.245	0.028
TyG-ABSI	0.66 ± 0.09	0.62 ± 0.09	2.118	0.038
TyG-LAP	335.26 ± 298.45	228.38 ± 237.14	2.057	0.043
TyG-CVAI	831.52 ± 418.63	727.12 ± 346.91	1.502	0.138
HOMA-IR	3.35 ± 3.98	2.54 ± 2.45	1.208	0.231

2.5.3 匹配后躯体功能指标比较 匹配后肌少症组 SmI、右手握力、左手握力仍显著低于非肌少症组（$P<0.05$），握力下降比例仍显著高（$P<0.05$）。匹配后两组步行速度（$P>0.05$）及步速<1.0 m/s 比例（$P>0.05$）差异仍无统计学意义，与匹配前结论一致，见表 7。

表 7 两组患者身体成分及躯体功能指标比较

Tab. 7 Comparison of body composition and physical function indicators between the two groups of patients after propensity score matching

指标	非肌少症组(48 例)	肌少症组(24 例)	t/χ^2 值	P 值
SMI($\bar{x}\pm s$,kg/m^2)	7.15 ± 0.91	5.79 ± 0.84	6.082	<0.001
右手握力($\bar{x}\pm s$,kg)	26.89 ± 9.15	22.05 ± 3.37	2.602	0.012
左手握力($\bar{x}\pm s$,kg)	25.83 ± 8.76	21.74 ± 3.70	2.228	0.030
握力下降[例(%)]	15（31.3）	16（66.7）	8.104	0.004
步行速度($\bar{x}\pm s$,m/s)	1.06 ± 0.28	1.07 ± 0.37	−0.137	0.891
步速<1.0 m/s[例(%)]	17（35.4）	12（50.0）	1.412	0.235

3 讨论

本研究发现老年肌少症患者的代谢特征包括：第一，与非肌少症患者相比，老年肌少症患者表现为显著的低 BMI、低肌肉量及低脂肪量状态，但并未伴随更差的日常生活能力或更慢的步速；第二，尽管基础 TyG 指数及 HOMA-IR 在两组间无显著差异，但整合了体型参数的 TyG 衍生指数（TyG-BMI、TyG-WWI 等）在肌少症组均显著降低，且经 PSM 及 FDR 校正后结果稳健，提示这些衍生指标在反映老年肌少症代谢特征方面更为敏感。

本研究人群平均年龄超过 71 岁，高血压患病率 80.3%，2 型糖尿病患病率达 65.8%，肌少症组 BMI 显著低于非肌少症组。肌少症组全身脂肪质量、内脏脂肪质量及 WC 均显著低于非肌少症组，表明住院老年肌少症患者处于“低体质量-低肌肉-低脂肪”为特征的整体能量储备下降状态，与既往研究结果一致[11-12]。住院老年患者往往因共病消耗、营养摄入不足或长期代谢紊乱，出现肌肉与脂肪同步丢失的消耗性肌少症。

本研究还发现肌少症组握力显著下降，但步速与 ADL 评分未受明显影响，提示在肌少症的疾病早期阶段，即使肌肉力量已出现减退，老年人仍可维持基本的日常活动能力。既往研究结果表明，老年人在下肢肌力轻度减退时，可通过增加步频、减小步幅或延长双支撑相来维持步速稳定[13-14]。因此，应结合握力与肌肉质量的客观测量来提高早期肌少症的检出率。尽管统计学差异未

达显著性阈值，但肌少症组高达 50% 的患者步速低于诊断临界值（<1.0 m/s），提示该人群潜在的跌倒风险不容忽视，步速的维持可能依赖于残存肌力的极限代偿。

本研究中，两组患者在 HbA1c、肝肾功能、空腹血糖、血脂水平等方面无明显差异。这一结果与住院患者相对同质化的疾病背景（高血压及糖尿病患病率高）及药物治疗有关。两组肾功能指标均在正常范围，排除了慢性肾病对肌肉代谢的明显干扰。肌少症组肌酸激酶水平显著低于非肌少症组。肌酸激酶主要存在于骨骼肌与心肌细胞中，其血清水平与肌肉总量及肌肉代谢活性呈正相关。尽管他汀类药物可导致肌酸激酶升高，但本研究中两组他汀类药物使用率相近，故肌酸激酶水平差异主要归因于肌肉总量的减少而非药物影响。肌酸激酶水平受运动、肌肉损伤等多种因素干扰，不应单独用于肌少症筛查[15]。

胰岛素抵抗被认为是肌少症与代谢性疾病共同的病理生理基础[16]。本研究中基础 TyG 指数及 HOMA-IR 在两组间未见显著差异。TyG 指数主要反映肝脏与外周组织的胰岛素敏感性，其数值受空腹血糖与 TG 的直接影响。在本研究中，两组患者空腹血糖与 TG 均未见显著差异（可能与药物影响有关），导致基础 TyG 指数的区分度下降。这与 Wang 等[6] 在社区老年人群中的发现不同，后者观察到肌少症组 TyG 指数显著升高，原因可能与本研究人群为住院老年患者及用药等因素有关。

本研究肌少症组的 TyG-BMI、TyG-WC、TyG-WWI、TyG-ABSI 及 TyG-LAP 均显著低于非肌少症组，这些指标将 TyG 与 BMI、WC 等指标进行了整合。肌少症组由于体质量、WC 及体脂质量的下降，其 TyG 衍生指标低于非肌少症组，提示肌少症患者存在胰岛素抵抗的病理基础，其全身性的代谢负荷可能被低估。在临床中，对瘦体形老年肌少症患者的代谢评估应更为审慎，不可因 BMI、WC、体质量较低而忽视其潜在的胰岛素抵抗与心血管风险[17-18]。

本研究选用的 TyG 衍生指标各有其临床意义：TyG-BMI 将胰岛素抵抗与总体肥胖程度相结合，可反映全身性肥胖背景下的代谢风险；TyG-WC 及 TyG-WHtR 侧重于腹型肥胖的贡献，其中 WHtR 校正了身高对 WC 的影响，对腹型肥胖的评估更为精准；TyG-WWI 通过体质量平方根调整 WC，可降低体质量差异对中心性肥胖评估的干扰；TyG-ABSI 整合了 WC、BMI 及身高，反映体型特征与胰岛素抵抗的复合风险；TyG-LAP 将脂质蓄积指数与 TyG 结合，强调脂质过度蓄积的代谢效应；TyG-CVAI 基于中国人群数据构建，专门用于评估内脏脂肪功能异常。本研究中两组 TyG-WHtR 与 TyG-CVAI 间差异虽未达统计学显著水平，但呈现出一致的降低趋势。WHtR 受身高校正影响，CVAI 则综合了年龄、BMI、WC 及血脂，其组间差异不显著可能与本研究样本量较小及药物治疗后等有关。

本研究存在如下局限性：①样本量较小，尽管经 PSM 及 FDR 校正后主要结论稳健，但研究结果仍需更大样本研究验证。②本研究为横断面研究设计，无法推断 TyG 衍生指标与肌少症发生发展的因果关系。③本研究为单中心老年医学科住院患者数据，可能存在选择偏倚，结论外推至社区功能较好的老年人群时需谨慎。④未详细收集膳食摄入、体力活动及炎性因子等可能影响肌肉代谢的潜在混杂因素。⑤尽管进行了 PSM 匹配，但仍可能存在未测量的混杂因素（如病程、营养状况等）影响结果。

综上所述，老年住院肌少症患者呈现以低体质量、低肌肉量、低脂肪量和相对功能代偿为特征。相较于 TyG 指数，TyG-BMI、TyG-WWI 等结合体成分的衍生指标能更好地反映这部分人群的代谢特征，在老年肌少症的临床评估中应重视 TyG 衍生指标。

参考文献

[1] Cruz-JentoftA J, Bahat G, Bauer J, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis [J]. Age Ageing, 2019, 48(1): 16-31.

[2] ChenL K, 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. e2.

[3] He S, Liang Z, Qin H, et al. The potential of 8 insulin resistance indicators as biomarkers for predicting gallstone risk in American adults:a cross-sectional NHANES study[J]. Medicine, 2026, 105(15): e48229.

[4] 李思远，宋娟，吴锦晖. 肌少性肥胖与代谢综合征关系的研究进展[J]. 实用老年医学，2023，37(6)：623-625.
Li S Y, Song J, Wu J H. Research progress on the relationship between sarcopenic obesity and metabolic syndrome [J]. Pract Geriatr, 2023, 37(6): 623-625.

[5] 艾比班木·艾则孜，马依彤. 甘油三酯葡萄糖指数与心血管疾病及代谢综合征相关性的研究进展[J]. 中华老年多器官疾病杂志，2022，21(4)：317-320.
Aibibanmu Aizezi,Ma Y T. Research progress on correlation of triglyceride glucose index with cardiovascular disease and metabolic syndrome[J]. Chin J Mult Organ Dis Elder, 2022, 21(4): 317-320.

[6] Wang X, Liu J, Li Y, et al. Association of TyG index and its derived parameters with sarcopenia in Chinese community-dwelling older adults: a cross-sectional study [J]. Front Endocrinol, 2023, 14: 1128792.

[7] 中国高血压防治指南修订委员会，高血压联盟，中国医疗保健国际交流促进会高血压分会，等. 中国高血压防治指南(2024 年修订版)[J]. 中华高血压杂志(中英文)，2024,32(7)：603-700.

Writing Committee of Chinese Guidelines for the Management of Hypertension, Chinese Hypertension League, Hypertension Branch of China International Exchange and Promotive Association for Medical and Health Care, et al. Guidelines for prevention and treatment of hypertension in China (revised in 2024)[J]. Chin J Hypertens, 2024, 32(7): 603-700.

[8] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2018, 10(1): 4-67.
Chinese Diabetes Society. Guidelines for the prevention and control of type 2 diabetes in China (2017 Edition)[J]. Chin J Diabetes Mellit, 2018, 10(1): 4-67.

[9] 陈婉婷，蔡文钦，滕忠铭，等. 体位性低血压和主要心血管疾病：一项系统综述和荟萃分析[J]. 中华高血压杂志, 2025, 33(2): 163-170.
Chen W T, Cai W Q, Teng Z M, et al. Orthostatic hypotension and major cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis[J]. Chin J Hypertens, 2025, 33(2): 163-170.

[10] 刘庆平，柯居中，宋家慧，等. 糖尿病发病时间趋势及其与中国内脏脂肪指数的关系：一项前瞻性队列研究[J]. 中国全科医学, 2025, 28(2): 183-192.
Liu Q P, Ke J Z, Song J H, et al. Trend of onset time of diabetes mellitus and its correlation with Chinese visceral adiposity index: a prospective cohort study[J]. Chin Gen Pract, 2025, 28(2): 183-192.

[11] 丁红英，南亚昀，李媛媛，等. 老年住院患者肌少症与骨质疏松症的关系研究[J]. 医药前沿, 2025, 15(13): 21-25, 29.
Ding H Y, Nan Y Y, Li Y Y, et al. Correlation study between sarcopenia and osteoporosis in elderly inpatients[J]. Yiyao Qianyan, 2025, 15(13): 21-25, 29.

[12] Ribeiro S M L, Kehayias J J. Sarcopenia and the analysis of body composition[J]. Adv Nutr, 2014, 5(3): 260-267.

[13] Cavalheiro A, Afonso S, Silva M, et al. Evaluation of-probable sarcopenia's prevalence in hospitalized geriatric patients using Ishii's score[J]. Cureus, 2023, 15(11): e49158.

[14] Ferrucci L, Cooper R, Shardell M, et al. Age-related change in mobility: perspectives from life course epidemiology and geroscience[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2016, 71(9): 1184-1194.

[15] BairdM F, Graham S M, Baker J S, et al. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery[J]. J Nutr Metab, 2012, 2012: 960363.

[16] Cleasby M E, Jamieson P M, Atherton P J. Insulin resistance and sarcopenia: mechanistic links between common co-morbidities[J]. J Endocrinol, 2016, 229(2): R67-R81.

[17] 刘娟，丁清清，周白瑜，等. 中国老年人肌少症诊疗专家共识(2021)[J]. 中华老年医学杂志, 2021, 40(8): 943-952.
Liu J, Ding Q Q, Zhou B Y, et al. Chinese expert consensus on diagnosis and treatment for elderly with sarcopenia(2021)[J]. Chin J Geriatr, 2021, 40(8): 943-952.

[18] Hong S H, Choi K M. Sarcopenic obesity, insulin resistance, and their implications in cardiovascular and metabolic consequences[J]. Int J Mol Sci, 2020, 21(2): 494.

片语健康

限糖与糖尿病和高血压发病率的下降

1942—1953 年，因二战后的物资匮乏，英国政府对食糖实行了每日配给。这场配给制成就了一个大规模的人体实验，让科学家能够探究长期大量减少吃糖对健康的影响[1]。

在这项研究中，研究人员聚焦于子宫内及幼年早期接触糖分对 2 型糖尿病和高血压风险的影响。研究中比较了两组英国成年人的患病率：一组为配给制实施期间出生者（1951 年 10 月—1954 年 6 月），共 38 155 人；另一组为配给制结束后出生者（1954 年 7 月—1956 年 3 月），共 22 028 人。结果显示，与配给制结束后受孕并出生的人群相比，因配给制而减少糖摄入的人群患 2 型糖尿病的风险降低了 35%，患高血压的风险降低了 20%。此外，糖摄入减少还使 2 型糖尿病的平均发病年龄推迟了四年，高血压的平均发病年龄推迟了两年[1]。

这一发现提示，生命早期（子宫内及幼年阶段）的糖摄入水平，会对胰岛素敏感性及血压调控系统产生持久性影响。早期限糖或可降低这两类疾病的远期风险。

值得强调的是，当时英国的配给制将糖摄入量降至接近当今膳食指南建议的水平，即成人每日低于 40 g，两岁及以上儿童每日低于 15 g[1]。

参考文献

[1] Nogrady B. "Baked, not fried": five highlights from nutrition research[J]. Nature, 2026. doi: 10.1038/d41586-026-00598-6.

（作者：于永利）