

【DOI】 10.3969 / j.issn.1671-6450.2025.10.012

论著 · 临床

血清 FGF21、Irisin 对老年糖尿病患者肌肉减少症的诊断价值

张艺, 文燕, 姜玉婷, 金雪莲, 张成林, 张羿, 吴曼

基金项目: 宿迁市科技项目(SY202309)

作者单位: 223800 江苏宿迁, 江苏省人民医院宿迁医院老年医学科

通信作者: 吴曼, E-mail: 648100371@qq.com



【摘要】目的 分析血清成纤维细胞生长因子 21 (FGF21)、鸢尾素 (Irisin) 对老年糖尿病患者肌肉减少症的诊断价值。方法 选取 2021 年 12 月—2024 年 12 月江苏省人民医院宿迁医院老年医学科收治的老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者 106 例作为观察组,另选取同期收治的单纯老年 2 型糖尿病患者 100 例作为对照组。采用 ELISA 法检测血清 FGF21、Irisin 水平, TMG-S1 肌肉状态测试分析仪完成肌肉相关参数检测; Pearson 法分析老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者血清 FGF21 与 Irisin 的相关性; 多因素 Logistic 回归分析老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的相关因素; 受试者工作特征 (ROC) 曲线分析血清 FGF21、Irisin 水平对老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的诊断价值。结果 观察组 RASM、握力、步速、尺骨前肌厚度、尺骨前肌质量、骨外侧肌厚度、骨外侧肌质量均小于对照组 ($t/P=9.713/<0.001$ 、 $9.648/P<0.001$ 、 $17.948/<0.001$ 、 $3.400/0.001$ 、 $3.530/0.001$ 、 $4.470/<0.001$ 、 $6.944/<0.001$) ; 观察组患者血清 FGF21 水平高于对照组, 血清 Irisin 水平低于对照组 ($t/P=7.363/<0.001$ 、 $7.651/<0.001$) ; 老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者血清 FGF21 水平与 Irisin 水平呈负相关 ($r/P=-0.420/<0.001$) ; FGF21 高是老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的独立危险因素 [$OR(95\%CI)=3.142(1.404\sim7.032)$] , Irisin 高、RASM 高、握力高、步速高、尺骨前肌厚度高、尺骨前肌质量高、骨外侧肌厚度高、骨外侧肌质量高为独立保护因素 [$OR(95\%CI)=0.714(0.583\sim0.874)$ 、 $0.685(0.548\sim0.857)$ 、 $0.691(0.558\sim0.856)$ 、 $0.635(0.478\sim0.844)$ 、 $0.714(0.565\sim0.902)$ 、 $0.722(0.554\sim0.941)$ 、 $0.675(0.511\sim0.892)$ 、 $0.702(0.532\sim0.925)$] ; 血清 FGF21、Irisin 水平及二者联合预测老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症的曲线下面积 (AUC) 分别为 0.783、0.816、0.888, 二者联合的 AUC 较大、诊断价值更高 ($Z/P=2.655/0.008$ 、 $2.164/0.030$) 。结论 老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者血清 FGF21 水平高于单纯老年 2 型糖尿病患者, 血清 Irisin 水平低于单纯老年 2 型糖尿病患者, 通过检测血清 FGF21、Irisin 水平可对老年糖尿病患者肌肉减少症进行辅助诊断。

【关键词】 老年糖尿病; 肌肉减少症; 成纤维细胞生长因子 21; 鸢尾素; 诊断价值

【中图分类号】 R587.1; R587.2

【文献标识码】 A

The diagnostic value of serum FGF21 and Irisin in elderly patients with diabetes combined with sarcopenia Zhang Yi, Wen Yan, Jiang Yuting, Jin Xuelian, Zhang Chenglin, Zhang Yi, Wu Man. Department of Geriatrics, Suqian Hospital Affiliated to Jiangsu Provincial People's Hospital, Jiangsu, Suqian 223800, China

Funding program: Suqian City Science and Technology Project (SY202309)

Corresponding author: Wu Man, E-mail: 648100371@qq.com

【Abstract】 **Objective** To analyze the diagnostic value of serum fibroblast growth factor 21 (FGF21) and irisin in sarcopenia among elderly patients with diabetes. **Methods** From December 2021 to December 2024, 106 elderly patients with type 2 diabetes mellitus and sarcopenia admitted to the Department of Geriatrics of Suqian Hospital, Jiangsu Provincial People's Hospital were selected as the observation group, while 100 elderly patients with type 2 diabetes mellitus without sarcopenia during the same period served as the control group. Serum FGF21 and irisin levels were measured by ELISA, and muscle markers were assessed using a TMG-S1 muscle status test analyzer. Pearson correlation analysis was used to examine the relationship between serum FGF21 and irisin levels in elderly diabetic patients with sarcopenia. Logistic regression analysis was performed to identify factors associated with sarcopenia, and ROC analysis was used to evaluate the diagnostic value of serum FGF21 and irisin levels. **Results** Relative appendicular skeletal muscle mass (RASM), grip strength, gait speed, anterior ulnar muscle thickness, ulnar anterior muscle mass, lateral bone muscle thickness, and lateral bone muscle mass in the observation

group were significantly lower than those in the control group ($t/P=9.713/<0.001$, $9.648/<0.001$, $17.948/<0.001$, $3.400/0.001$, $3.530/0.001$, $4.470/<0.001$, $6.944/<0.001$). Serum FGF21 levels in the observation group were higher than those in the control group, while serum irisin levels were lower ($t/P=7.363/<0.001$, $7.651/<0.001$). A negative correlation was observed between serum FGF21 and irisin levels in elderly diabetic patients with sarcopenia ($r=-0.420$, $P<0.001$). High FGF21 levels were identified as an independent risk factor for sarcopenia [$OR(95\% CI)=3.142(1.404-7.032)$], while high irisin levels, RASM, grip strength, gait speed, anterior ulnar muscle thickness, ulnar anterior muscle mass, lateral bone muscle thickness, and lateral bone muscle mass were independent protective factors [$OR(95\% CI)=0.714 (0.583-0.874)$, $0.685 (0.548-0.857)$, $0.691 (0.558-0.856)$, $0.635(0.478-0.844)$, $0.714(0.565-0.902)$, $0.722(0.554-0.941)$, $0.675(0.511-0.892)$, $0.702(0.532-0.925)$]. The AUC values of serum FGF21, irisin, and their combination for diagnosing sarcopenia in elderly diabetic patients were 0.783, 0.816, and 0.888, respectively. The combined diagnostic value was significantly higher than that of either biomarker alone ($Z=2.655$, 2.164 ; $P=0.008$, 0.030). **Conclusion** Serum FGF21 levels are elevated, while irisin levels are reduced, in elderly patients with type 2 diabetes and sarcopenia compared to those with diabetes alone. Serum FGF21 and irisin may serve as useful biomarkers for auxiliary diagnosis of sarcopenia in elderly diabetic patients.

【Key words】 Elderly diabetes; Sarcopenia; Fibroblast growth factor 21; Irisin; Diagnostic value

糖尿病是一种以慢性高血糖为特征的代谢性疾病,老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症较为常见^[1-2]。肌肉减少症主要表现为进行性、广泛性的骨骼肌质量减少与力量下降,会导致老年人身体功能衰退,增加跌倒风险,甚至危及生命^[3]。对老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者进行早期诊断,对患者及时开展干预、改善患者预后具有至关重要的意义^[4]。传统诊断方法主要依靠双能 X 线吸收法(DXA)测量骨骼肌质量,以及使用握力计、等速肌力测试仪评估肌肉力量^[5]。此方法中所使用的 DXA 设备昂贵,部分医疗机构缺乏相应设备,且检测过程较为复杂,不适用于大规模筛查。因此,寻找准确、便捷、高效的生物标志物十分重要。成纤维细胞生长因子 21(fibroblast growth factor 21, FGF21)是一种由肝脏分泌的内分泌因子,参与糖、脂代谢调节^[6]。FGF21 能够促进肌肉对葡萄糖的摄取和利用,调节肌肉蛋白质合成与分解^[7]。鸢尾素(Irisin)是由运动刺激肌肉分泌的一种蛋白激素,已有研究表明当肌肉发生病变或功能衰退时,血清 Irisin 水平会产生变化^[8-9]。然而 FGF21、Irisin 目前在老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者中的作用尚不清楚,因此本研究探索 FGF21、Irisin 在老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者中的表达水平,以期老年糖尿病患者肌肉减少症的临床诊断提供新的血清标志物,报道如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料 选取 2021 年 12 月—2024 年 12 月江苏省人民医院宿迁医院老年医学科收治的老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者 106 例作为观察组,另选取同期收治的单纯老年 2 型糖尿病患者 100 例作为对照组。观察组男 54 例,女 52 例,平均年龄(70.13 ± 9.25)

岁;病程(4.31 ± 1.13)年;吸烟史 36 例,饮酒史 41 例;高血压 77 例。对照组男 49 例,女 51 例,平均年龄(69.92 ± 8.96)岁;病程(4.20 ± 1.07)年;吸烟史 31 例,饮酒史 39 例;高血压 74 例。2 组患者性别、年龄、病程、高血压患病人数及不良生活史占比等基线资料比较差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究已获医院伦理委员会批准(SL-0066),患者或家属知情同意并签署知情同意书。

1.2 病例选择标准 (1)纳入标准:①符合 2 型糖尿病相关诊断标准^[10];②DXA 法确诊为肌肉减少症;③肢体功能正常且年龄 >60 岁。(2)排除标准:①合并重症肌无力患者;②肢体存在既往创伤史或手术史;③合并恶性肿瘤;④合并骨代谢相关疾病。

1.3 观测指标与方法

1.3.1 血清 FGF21、Irisin 水平检测:于患者入院次日晨采集空腹肘静脉血 3 ml,静置 1 h 后离心留取上清备测。采用 ELISA 法检测血清 FGF21(货号: D711036-0048)、Irisin(货号: D731254-0048)水平,试剂盒均购自上海生工有限公司。

1.3.2 肌肉相关参数检测:采用 TMG-S1 肌肉状态测试分析仪检测身体肌肉相关参数(购自欧洲斯洛文尼亚公司),主要包括患者握力、步行速度、尺骨前肌厚度、尺骨前肌质量、RASM(四肢骨骼肌质量/身高²)、骨外侧肌厚度、骨外侧肌质量等 DXA 检查相关信息。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 25.0 软件对数据统计分析。计数资料以频数或构成比(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验;符合正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;Pearson 法分析老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者血清 FGF21 与 Irisin 的相

关性;多因素 Logistic 回归分析老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的相关因素;受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGF21、Irisin 水平对老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的诊断价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 2 组患者肌肉相关参数比较 观察组患者 RASM、握力、步速、尺骨前肌厚度、尺骨前肌质量、骨外侧肌厚度、骨外侧肌质量均小于对照组($P<0.01$),见表 1。

表 1 对照组与观察组老年 2 型糖尿病患者肌肉相关参数比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.1 Comparison of muscle markers between patients in the control group and the observation group

指 标	对照组 ($n=100$)	观察组 ($n=106$)	t 值	P 值
RASM(kg/m^2)	8.26 ± 2.34	5.45 ± 1.79	9.713	<0.001
握力(kg)	19.24 ± 4.16	14.07 ± 3.52	9.648	<0.001
步速(m/s)	1.49 ± 0.42	0.71 ± 0.15	17.948	<0.001
尺骨前肌厚度(cm)	3.04 ± 0.52	2.81 ± 0.45	3.400	0.001
尺骨前肌质量(g)	14.21 ± 3.93	12.37 ± 3.55	3.530	0.001
骨外侧肌厚度(cm)	1.83 ± 0.32	1.64 ± 0.29	4.470	<0.001
骨外侧肌质量(g)	19.35 ± 3.18	16.46 ± 2.79	6.944	<0.001

2.2 2 组患者血清 FGF21、Irisin 水平比较 观察组患者血清 FGF21 水平高于对照组,血清 Irisin 水平低于对照组($P<0.01$),见表 2。

表 2 对照组与观察组老年 2 型糖尿病患者血清 FGF21、Irisin 水平比较 ($\bar{x}\pm s$)

Tab.2 Comparison of serum FGF21 and Irisin levels in the control group and observation group

组 别	例数	FGF21(ng/L)	Irisin($\mu\text{g}/\text{L}$)
对照组	100	123.71 ± 20.47	167.39 ± 26.71
观察组	106	147.39 ± 25.28	142.15 ± 20.38
t 值		7.363	7.651
P 值		<0.001	<0.001

2.3 血清 FGF21、Irisin 水平的相关性分析 Pearson 相关分析显示,老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者中血清 FGF21 水平与 Irisin 水平呈负相关($r/P=-0.420/ <0.001$)。

2.4 多因素 Logistic 回归分析老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的影响因素 以老年 2 型糖尿病患者是否并发肌肉减少症为因变量(是=1,否=0),以上述结果中 $P<0.05$ 项目为自变量进行多因素 Logistic 回归分

析,结果显示:FGF21 高是老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的独立危险因素,RASM 高、握力高、步速高、尺骨前肌厚度高、尺骨前肌质量高、骨外侧肌厚度高、骨外侧肌质量高、Irisin 高为独立保护因素($P<0.05$ 或 $P<0.01$),见表 3。

表 3 老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的多因素 Logistic 回归分析

Tab.3 Multivariate Logistic regression analysis of sarcopenia in elderly patients with type 2 diabetes mellitus

影响因素	β 值	SE 值	Wald 值	P 值	OR 值	95%CI
RASM 高	-0.378	0.114	11.014	0.001	0.685	0.548~0.857
握力高	-0.370	0.109	11.499	0.001	0.691	0.558~0.856
步速高	-0.454	0.145	9.809	0.002	0.635	0.478~0.844
尺骨前肌厚度高	-0.337	0.119	8.014	0.005	0.714	0.565~0.902
尺骨前肌质量高	-0.326	0.135	5.822	0.016	0.722	0.554~0.941
骨外侧肌厚度高	-0.393	0.142	7.661	0.006	0.675	0.511~0.892
骨外侧肌质量高	-0.354	0.141	6.297	0.012	0.702	0.532~0.925
FGF21 高	1.145	0.411	7.759	0.004	3.142	1.404~7.032
Irisin 高	-0.337	0.103	10.697	0.001	0.714	0.583~0.874

2.5 血清 FGF21、Irisin 水平对老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的诊断价值 绘制血清 FGF21、Irisin 水平诊断老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的 ROC 曲线,并计算曲线下面积(AUC),结果显示:血清 FGF21、Irisin 水平及二者联合诊断老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的 AUC 分别为 0.783、0.816、0.888,二者联合的 AUC 较大、诊断价值更高($Z/P=2.655/0.008$ 、 $2.164/0.030$),见表 4、图 1。

表 4 血清 FGF21、Irisin 水平对老年 2 型糖尿病患者合并肌肉减少症的诊断价值

Tab.4 Diagnostic value of serum FGF21 and Irisin levels in elderly patients with type 2 diabetes mellitus complicated with sarcopenia

指 标	截断值	AUC	95%CI	敏感度	特异度	约登指数
FGF21	137.45 ng/L	0.783	0.722~0.844	0.613	0.760	0.373
Irisin	156.92 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.816	0.757~0.874	0.717	0.760	0.477
二者联合		0.888	0.841~0.935	0.906	0.700	0.606

3 讨 论

随着人口老龄化的加剧,老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症的患病率逐年上升^[11]。杨伟等^[12]报道了肌肉减少症是一种与年龄相关的疾病,其特征是骨骼肌质量减少和功能丧失,被认为是老年 2 型糖尿病患者的一种并发症。2 型糖尿病会加速肌肉质量和功能的下降,同时肌肉减少症会导致葡萄糖代谢紊乱、身体活

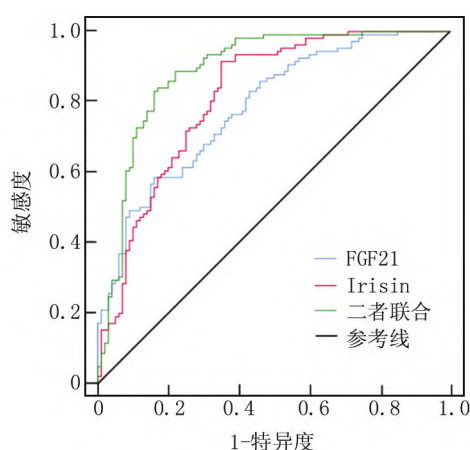


图 1 血清 FGF21、Irisin 水平诊断老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of serum FGF21 and Irisin levels in the diagnosis of type 2 diabetes mellitus complicated with sarcopenia in the elderly

动减少,增加糖尿病的风险。因此,老年 2 型糖尿病患者常并发肌肉减少症,这不仅严重影响患者的生活质量,还显著增加了其跌倒、骨折及死亡的风险^[13]。因此,寻找有效的生物标志物,对老年糖尿病患者肌肉减少症进行早期诊断和干预,具有极其重要的临床意义。本研究通过检测血清 FGF21 和 Irisin 水平,分析了这 2 种因子对老年糖尿病患者肌肉减少症的诊断价值。

本研究显示,与单纯老年 2 型糖尿病患者相比,合并肌肉减少症的患者在 RASM、握力、步速、尺骨前肌厚度及质量、骨外侧肌厚度及质量等指标上均显著降低。这一差异提示肌肉减少症患者的肌肉质量和功能存在明显衰退。维持肌肉质量和功能对保障老年人日常活动能力及生活质量具有关键作用,而 2 型糖尿病可能加剧肌肉流失和功能下降的进程。因此,对老年 2 型糖尿病患者进行肌肉减少症的早期筛查和干预,是改善其临床预后的重要措施。FGF21 是成纤维细胞生长因子家族的重要成员,在糖脂代谢调节中发挥着核心作用,其主要由肝脏分泌,少量由脂肪组织和骨骼肌产生^[14]。Balakrishnan 等^[15]报道了 FGF21 通过激活 PI3K/AKT 信号通路,调节骨骼肌的葡萄糖和脂质代谢,维持能量平衡。FGF21 可通过与靶细胞表面的 FGF 受体 1(FGFR1)及共受体 β -klotho 形成复合物,激活下游信号通路,调节细胞的代谢和功能^[6]。本研究结果显示,观察组患者血清 FGF21 水平显著高于对照组,且高水平 FGF21 是该人群发生肌肉减少症的独立危险因素。可能的机制是,糖尿病引起的慢性代谢应激、胰岛素抵抗及糖脂代谢紊乱会刺激

肝脏和脂肪组织过度分泌 FGF21。然而,长期 FGF21 水平升高可能导致骨骼肌对其敏感性下降,进而干扰 FGF21 对肌肉代谢的正常调控作用,最终促进肌肉减少症的发生^[16]。本研究 ROC 分析表明,血清 FGF21 水平对老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症具有一定的诊断价值。这表明临床诊疗中可将血清 FGF21 水平作为辅助诊断老年糖尿病患者肌肉减少症的指标之一。

Irisin 是由 III 型纤连蛋白结构域包含蛋白 5 (FNDC5) 裂解而成的一种分泌型蛋白,主要由骨骼肌在运动刺激下分泌^[17]。Irisin 具有广泛的代谢调节作用,能够促进白色脂肪棕色化,增加能量消耗,改善糖脂代谢,同时对骨骼肌的生长、发育和功能维持具有重要作用^[18]。本研究发现,观察组患者的血清 Irisin 水平显著低于对照组,且低水平的 Irisin 是老年 2 型糖尿病患者并发肌肉减少症的独立危险因素。这可能是由于在老年 2 型糖尿病患者中,其受高血糖、胰岛素抵抗等因素的影响,骨骼肌的运动能力和代谢功能下降,导致 Irisin 的分泌减少,而 Irisin 分泌减少又会进一步削弱其对骨骼肌的保护作用,抑制肌肉细胞的增殖和分化,促进肌肉细胞凋亡,导致肌肉质量和功能降低^[19]。此外,Irisin 还可以通过调节线粒体功能,维持肌肉细胞的能量稳态。当 Irisin 水平降低时,线粒体功能受损,能量代谢紊乱,加速肌肉减少症的发展^[20]。ROC 曲线分析显示了血清 Irisin 水平对老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症有一定的诊断价值,这表明血清 Irisin 水平在老年糖尿病患者肌肉减少症的诊断中可能具有重要作用。

本研究还发现,老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者的血清 FGF21 与 Irisin 水平呈显著负相关。这一现象可能与两者在糖脂代谢和肌肉调节中的拮抗作用有关:升高的 FGF21 可能抑制 Irisin 的分泌或信号转导,从而削弱其对骨骼肌的保护作用;而 Irisin 水平降低则可能加剧糖脂代谢紊乱,进一步刺激 FGF21 分泌,形成恶性循环。在诊断价值方面,FGF21 与 Irisin 联合检测的 AUC 达 0.888,显著优于单一指标检测,表明 2 项指标联合可显著提升老年糖尿病患者肌肉减少症的诊断准确性。这一发现为临床提供了更可靠的评估手段,通过同步检测这 2 个指标,能更全面地评估患者的肌肉代谢状态,有利于早期识别高风险患者。需要注意的是,本研究存在地域局限性及样本量不足等缺陷,可能影响结果的普适性,未来需通过多中心、大样本研究进一步验证上述结论。

4 结 论

综上所述,老年 2 型糖尿病合并肌肉减少症患者血

清 FGF21 水平升高,Irisin 水平降低,二者呈负相关。血清 FGF21 和 Irisin 水平对老年糖尿病患者肌肉减少症具有一定的诊断价值,联合检测可提高诊断的准确性。

利益冲突:所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明

张艺、吴曼:设计研究方案,实施研究过程,论文撰写,论文修改;文燕、姜玉婷:提出研究思路,分析试验数据,论文审核;金雪莲、张成林:实施研究过程,资料搜集整理;张羿:进行统计学分析

参考文献

- [1] Liu L, Zhang J, Cheng Y, et al. Gut microbiota: A new target for T2DM prevention and treatment[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 11 (13): 958218-958231. DOI: 10. 3389/fendo. 2022.958218.
- [2] Hashimoto Y, Takahashi F, Okamura T, et al. Diet, exercise, and pharmacotherapy for sarcopenia in people with diabetes[J]. Metabolism, 2023, 6 (144): 155585-155596. DOI: 10. 1016/j. metabol. 2023.155585.
- [3] Purnamasari D, Tetraswi EN, Kartiko GJ, et al. Sarcopenia and chronic complications of type 2 diabetes mellitus[J]. Rev Diabet Stud, 2022, 18(3):157-165. DOI: 10.1900/RDS.2022.18.157.
- [4] Sanz-Cánovas J, López-Sampalo A, Cobos-Palacios L, et al. Management of type 2 diabetes mellitus in elderly patients with frailty and/or sarcopenia[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19 (14):8677-8691. DOI: 10.3390/ijerph19148677.
- [5] Wong BW, Thu WPP, Chan YH, et al. Association of sarcopenia with important health conditions among community-dwelling Asian women[J]. PLoS One, 2023, 18(1):e0281144-e0281152. DOI: 10.1371/journal.pone.0281144.
- [6] 金燕,王雪,阎春英,等.血清 GDF-8、VEGF、FGF21 水平与肝硬化患者肌肉减少症发生的关系[J].疑难病杂志,2024,23 (12):1455-1459. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.12.009.
- [7] Peng J, Yu L, Huang L, et al. Hepatic sialic acid synthesis modulates glucose homeostasis in both liver and skeletal muscle[J]. Mol Metab, 2023, 10(78):101812-101824. DOI: 10.1016/j.molmet. 2023.101812.
- [8] 董政沁,郑琦,吴关贺,等.鸢尾素、运动、疾病与健康的新关联

- [J]. 中国组织工程研究, 2025, 29(18):3897-3905. DOI: 10. 12307/2025.668.
- [9] 陈明贤,左群.鸢尾素与骨代谢研究进展[J].中国骨质疏松杂志,2024,30(5):739-744. DOI: 10.3969/j.issn.1006-7108.2024.05.021.
- [10] 中华医学会糖尿病学分会.中国糖尿病防治指南(2024版)[J].中华糖尿病杂志,2025,17(1):16-139. DOI: 10.3760/cma.j. cn115791-20241203-00705.
- [11] 姬春晖,李月,韩欣悦,等.社区老年2型糖尿病患者合并肌肉减少症的影响因素分析[J].中华老年多器官疾病杂志,2024,23(6):436-441. DOI: 10.11915/j.issn.1671-5403.2024.06.095.
- [12] 杨伟,王洁好.老年糖尿病患者合并肌肉减少症发病机制及治疗研究进展[J].疑难病杂志,2024,23(9):1131-1135. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2024.09.020.
- [13] 马国翠.老年2型糖尿病患者血糖波动和肌肉减少症的相关性研究[D].蚌埠:蚌埠医学院,2023.
- [14] Geng L, Lam KSL, Xu A. The therapeutic potential of FGF21 in metabolic diseases: From bench to clinic[J]. Nat Rev Endocrinol, 2020, 16(11):654-667. DOI: 10.1038/s41574-020-0386-0.
- [15] Balakrishnan R, Thurmond DC. Mechanisms by which skeletal muscle myokines ameliorate insulin resistance[J]. Int J Mol Sci, 2022, 23(9):4636-4651. DOI: 10.3390/ijms23094636.
- [16] 刘然,徐龙飞,魏爱丽,等.运动诱导的肌肉因子对肥胖相关代谢异常的调控[J].生命的化学,2022,42(9):10-15. DOI: 10. 2982/sc68946-429-10-15.
- [17] Liu S, Cui F, Ning K, et al. Role of irisin in physiology and pathology[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 26(13):962968-962981. DOI: 10.3389/fendo.2022.962968.
- [18] Alves HR, Lomba GSB, Goncalves-de-Albuquerque CF, et al. Irisin, exercise, and COVID-19[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2022, 7(17):879066-879082. DOI: 10.3389/fendo.2022.879066.
- [19] Guo M, Yao J, Li J, et al. Irisin ameliorates age-associated sarcopenia and metabolic dysfunction[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2023, 14(1):391-405. DOI: 10.1002/jcsm.13141.
- [20] Srinivasa S, Suresh C, Mottla J, et al. FNDC5 relates to skeletal muscle IGF-I and mitochondrial function and gene expression in obese men with reduced growth hormone[J]. Growth Horm IGF Res, 2016, 2(26):36-41. DOI: 10.1016/j.ghir.2015.12.008.

(收稿日期:2025-04-24)

作者·编者·读者

关于对冒用我刊名义进行非法征稿活动的郑重声明

近期发现网上有冒用我刊名义进行非法征稿活动的情况,我刊为此郑重声明如下:(1)疑难病杂志社地址设在石家庄,我社从未委托任何代理机构和个人开展组稿、征稿活动,任何打着我刊名义进行收稿活动的个人或机构均属非法。(2)根据国家新闻出版署的有关规定,一种期刊只能在其出版地设立一个编辑部,其他任何冒用本刊名义,在网上进行征稿及组稿的活动,均属违法行为。(3)作者来稿,请直接通过本刊投稿网址进行投稿,禁止发给个人,收稿后本刊将尽快给予处理,谨防上当受骗。

联系电话:0311-85901735,邮箱:ynbzz@163.com

投稿网址:https://ynbz.cbpt.cnki.net