

论著·临床研究

骨骼肌质量指数与老年 2 型糖尿病患者白蛋白尿的相关性

吴 聪, 陈素芳, 董 捷, 韦晓雯
(郑州大学第一附属医院, 河南 郑州 450052)

[摘要] **目的** 探讨骨骼肌质量指数(SMI)与老年 2 型糖尿病患者白蛋白尿的相关性。**方法** 选取 2020 年 2 月至 2022 年 5 月该院肾内科及老年内分泌科收治的年龄大于或等于 60 岁的老年 2 型糖尿病患者 298 例作为研究对象。收集患者病史等一般资料、实验室检查指标等,使用生物电阻抗法测量后计算四肢 SMI。根据尿微量白蛋白/肌酐比值(ACR)水平分为正常尿蛋白组($ACR < 30$ mg/g, 135 例)、微量白蛋白尿组($ACR 30 \sim 300$ mg/g, 91 例)和大量白蛋白尿组($ACR > 300$ mg/g, 72 例)。采用 χ^2 检验进行组间比较;采用 Spearman 秩相关系数分析 ACR 与 SMI 的关系,应用多元 logistic 回归模型进行独立性检验,根据性别生成受试者工作特征曲线寻找 SMI 影响白蛋白尿的临界(Cut-off)值。**结果** 与正常尿蛋白组比较,微量白蛋白尿组、大量白蛋白尿组患者病程均明显延长,糖化血红蛋白、空腹血糖水平均明显升高,估算肾小球滤过率、SMI 均明显降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$);与微量白蛋白尿组比较,大量白蛋白尿组患者病程明显延长,糖化血红蛋白水平明显升高,估算肾小球滤过率、SMI 均明显下降,差异均有统计学意义($P < 0.05$);SMI 下降是老年 2 型糖尿病患者 ACR 升高的独立危险因素[优势比 = 1.685, 95% 可信区间(95% CI) 1.078 ~ 2.638, $P = 0.022$];蛋白尿大于 30 mg/g 时受试者工作特征曲线下面积(AUC)为 0.717(95% CI 0.554 ~ 0.880, $P = 0.001$),SMI 的 Cut-off 值为 6.05 kg/m^2 ;男性 AUC 为 0.714(95% CI 0.586 ~ 0.842, $P = 0.001$),SMI 的 Cut-off 值为 7.55 kg/m^2 ;女性 AUC 为 0.611(95% CI 0.511 ~ 0.711, $P = 0.033$),SMI 的 Cut-off 值为 5.85 kg/m^2 。**结论** SMI 可能是糖尿病肾病进展的独立危险因素,男性 $SMI < 7.55 \text{ kg/m}^2$ 、女性 $SMI < 5.85 \text{ kg/m}^2$ 则发生糖尿病肾病的风险增加。

[关键词] 老年人; 蛋白尿; 骨骼肌质量指数

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.09.016

文章编号: 1009-5519(2024)09-1511-05

中图法分类号: R587.1; R696+.2

文献标识码: A

Association of skeletal muscle mass index with albuminuria in elderly
patients with type 2 diabetes mellitus

WU Cong, CHEN Sufang, DONG Jie, WEI Xiaowen

(The First Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou, Henan 450052, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the correlation between skeletal muscle mass index(SMI) and albuminuria in elderly patients with type 2 diabetes. **Methods** From February 2020 to May 2022, 298 elderly patients with type 2 diabetes who were more than or equal to 60 years old and admitted to the Department of Nephrology and Department of Geriatric Endocrinology of the hospital were selected as the study objects. General data such as patient history and laboratory examination indicators were collected, and limbs SMI was calculated after measurement by bioelectrical impedance method. Patients were divided into the normal urinary protein group($ACR < 30$ mg/g, 135 cases), the microalbuminuria group($ACR 30 - 300$ mg/g, 91 cases) and the macroalbuminuria group($ACR > 300$ mg/g, 72 cases) according to urinary microalbumin/creatinine ratio (ACR) levels. Chi-square test was used to compare the groups. Spearman rank correlation coefficient was used to analyze the relationship between ACR and SMI, multiple logistic regression model was used for independence test, and the Cut-off value of SMI affecting albuminuria was found according to the receiver operating characteristic curve generated according to gender. **Results** Compared with the normal albuminuria group, the course of disease in the microalbuminuria group and the large albuminuria group was significantly prolonged, the levels of glycosylated hemoglobin and fasting blood glucose were significantly increased, and the estimated glomerular filtration rate and SMI were significantly decreased, with statistical significance($P < 0.05$). Compared with the microalbuminuria group, the course of disease was significantly prolonged, the level of glycosylated hemoglobin was significantly increased, and the estimated glomerular filtration rate and SMI were signif-

icantly decreased in the massive albuminuria group, with statistical significance($P<0.05$). Decreased SMI was an independent risk factor for increased ACR in elderly patients with type 2 diabetes[odds ratio=1.685, 95% confidence interval(95%CI)1.078–2.638, $P=0.022$]. When proteinuria was greater than 30 mg/g, the subject's area under the curve(AUC) was 0.717(95%CI 0.554–0.880, $P=0.001$), and the Cut-off value of SMI was 6.05 kg/m². For males, the AUC was 0.714(95%CI 0.586–0.842, $P=0.001$), and the Cut-off value of SMI was 7.55 kg/m². For females, the AUC was 0.611(95%CI 0.511–0.711, $P=0.033$), and the Cut-off value of SMI was 5.85 kg/m². **Conclusion** SMI may be an independent risk factor for the progression of diabetic nephropathy, with an increased risk for men with an SMI<7.55 kg/m² and women with an SMI <5.85 kg/m².

[Key words] The elderly; Proteinuria; Skeletal muscle mass index

糖尿病肾病是肾功能衰竭的常见原因。近年来,中国 2 型糖尿病肾病发病率和患病率日益升高^[1]。肌少症作为一种增龄性骨骼肌退行性变化在 2 型糖尿病患者中的发病率明显升高^[2]。有研究表明,2 型糖尿病肾病是糖尿病患者肌肉重量减少的危险因素^[3]。在老年人群中终末期肾病患者的肌肉流失出现得更早且更为严重^[4];但关于肌肉重量对早期糖尿病肾病的影响及糖尿病肾病的进展方面国内研究较少见,尤其是在老年人群中缺乏相关证据。白蛋白尿是糖尿病肾病发生的标志,尿微量白蛋白/肌酐比值(ACR)是早期诊断糖尿病肾病的重要标志物之一;骨骼肌质量指数(SMI)即四肢骨骼肌重量之和与身高平方的比值能客观反映肌肉减少情况,是衡量骨骼肌重量的关键指标。本研究通过探讨 SMI 与不同水平尿微量白蛋白之间的相关性,研究了肌肉减少对老年 2 型糖尿病肾病的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 资料

1.1.1 研究对象 选取 2020 年 2 月至 2022 年 5 月本院肾内科及老年内分泌科收治的年龄大于或等于 60 岁的老年 2 型糖尿病患者 298 例作为研究对象。根据《2012 年改善全球肾脏病预后组织(KDIGO)指南》,以 ACR 水平分为正常尿蛋白组(ACR<30 mg/g, 135 例)、微量白蛋白尿组(ACR 30~300 mg/g, 91 例)和大量白蛋白尿组(ACR>300 mg/g, 72 例)。本研究获本院伦理委员会审批(伦理批号:2022-KY-0898-001)。

1.1.2 纳入标准 (1)符合《中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)》^[5]中的 2 型糖尿病诊断标准;(2)年龄大于或等于 60 岁;(3)完成 2 型糖尿病相关并发症筛查。

1.1.3 排除标准 (1)合并其他类型肾病;(2)恶性肿瘤;(3)严重肝功能损伤;(4)急性感染期,白细胞或高敏 C 反应蛋白高于正常范围;(5)同时使用影响水钠潴留的药物;(6)急性肾损伤或泌尿系感染;(7)估算肾小球滤过率(eGFR)≤15 mL·min⁻¹·(1.73 m²)⁻¹或接受透析治疗;(8)体内有金属植入物;(9)卧床时间大于或等于 3 个月或不能独立移动或站立;(10)神经系统或运动系统疾病导致的肢体功能障碍。

1.2 方法

1.2.1 资料收集及实验室检查 收集患者相关资料。一般资料包括性别、身体质量指数(BMI)、年龄、血压、糖尿病病程等。实验室检查包含糖化血红蛋白(HbA1c)、谷丙转氨酶(ALT)、尿酸、空腹血糖、甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、尿素、肌酐、eGFR 等。生化检测采用全自动生化仪;血清 HbA1c 水平采用高效液相色谱法检测。

1.2.2 人体成分检测 采用生物电阻抗法测定人体成分,采用同一台 Inbody770 仪器(InBody Co., Ltd, Korea)。测试均于餐后 2 h 进行,患者均着单层衣裤并脱去鞋袜,测试前站立 10 min,由同一名熟练操作 Inbody 仪器的护士进行数据采集,身高精确到 0.1 cm,测量患者体重、骨骼肌重量并计算 SMI。

1.3 统计学处理 应用 SPSS26.0 统计软件进行数据分析,采用 Kolmogorov-Smirnov 法进行正态性检验,符合正态分布计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,不符合正态分布计量资料以中位数(四分位间距)[$M(P_{25}, P_{75})$]表示,计数资料以率或构成比表示,采用单因素方差分析、最小显著性差异法检验、Kruskal-Wallis 秩和检验、成组的 Wilcoxon 秩和检验、 χ^2 检验等;采用 Bonferroni 方法校正 P 值。由于 ACR 水平不符合正态性分布,ACR 与各指标的相关性应用斯皮尔曼秩相关检验;按 ACR 30~300 mg/g 及 ACR>300 mg/g 分组,以 ACR≤30 mg/g 为对照组,将 SMI、eGFR、HbA1c、糖尿病病程、高血压情况纳入方程进行 logistic 回归模型分析慢性肾脏病进展的危险因素,以优势比(OR)及 95%可信区间(95%CI)表示。根据 ACR 是否小于或等于 30 mg/g 分组,计算 SMI 对 ACR 升高的预测价值,采用受试者工作特征(ROC)曲线分析 SMI 对糖尿病肾病进展的预测价值,获取曲线下面积(AUC)。AUC>0.9 表明预测效能较高,0.71~0.9 表明具有一定预测性能,0.5~<0.71 表明预测性能较差; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 各组患者一般资料、实验室检查指标比较 各组患者年龄、性别、BMI、腰臀比、骨骼肌重量,以及 TC、HDL-C、LDL-C、TG、ALT、尿酸水平,使用胰岛素、他汀类药物、血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)情

况比较,差异均无统计学意义($P>0.05$);各组患者 SMI、糖尿病病程、血肌酐 eGFR,以及 HbA1c、维生素 D₃ 水平比较,差异均有统计学意义($P<0.05$);大量尿蛋白组患者糖尿病病程,以及 HbA1c、肌酐水平均明显高于其他两组,SMI、维生素 D₃ 水平均明显低于其他两组;微量尿蛋白组患者糖尿病病程,以及 HbA1c、肌酐水平均明显高于正常尿蛋白组,SMI、维

生素 D₃ 水平均明显低于正常尿蛋白组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

2.2 相关性分析 SMI、eGFR 与 ACR 均呈负相关,糖尿病病程、HbA1c 与 ACR 均呈正相关,差异均有统计学意义($P<0.05$);晚期糖基化终末产物(AGEs)、BMI 与 ACR 均无关,差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 2。

表 1 各组患者一般资料、实验室检查指标比较

项目	正常尿蛋白组 (<i>n</i> =135)	微量尿蛋白组 (<i>n</i> =91)	大量尿蛋白组 (<i>n</i> =72)	<i>F</i> / <i>T</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),岁]	69(64,75)	72(64,79)	71(65,79.5)	1.503	0.440
性别[<i>n</i> (%)]				0.887	0.413
男	69(51.11)	57(62.64)	45(62.50)		
女	66(48.89)	34(37.36)	27(37.50)		
糖尿病病程[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),年]	9(1,20)	15(5,20) ^a	16(9,30) ^{ab}	8.002	0.005
应用胰岛素[<i>n</i> (%)]	48(35.56)	16(17.58)	10(13.89)	3.853	0.079
服用他汀类药物[<i>n</i> (%)]	75(55.56)	24(26.37)	27(37.50)	0.255	0.390
应用 ACEI[<i>n</i> (%)]	37(27.41)	16(17.58)	7(9.72)	4.834	0.073
BMI[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),kg/m ²]	24.2(22.5,26.8)	25.0(22.4,27.2)	25.5(23.4,27.5)	0.550	0.546
SMI[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),kg/m ²]	7.1(6.1,7.8)	6.5(5.8,7.4) ^a	6.2(5.7,7.2) ^{ab}	7.648	0.012
HbA1c[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),%]	7.0(6.4,8.6)	8.0(7.1,9.1) ^a	8.1(7.1,9.9) ^{ab}	6.995	0.007
ALT($\bar{x}\pm s$,U/L)	19.18±8.23	20.07±8.09	17.29±6.38	1.351	0.533
血肌酐[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),μmol/L]	61.0(52.0,74.0)	78.0(59.5,103.5) ^a	74.5(52,107.5) ^{ab}	15.787	0.001
维生素 D ₃ ($\bar{x}\pm s$,ng/mL)	22.651±8.605	19.152±7.220 ^a	14.069±3.567 ^{ab}	2.139	<0.001
LDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	2.387±0.917	2.478±0.880	2.522±0.909	0.460	0.646
HDL-C($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	1.152±0.304	1.082±0.260	1.124±0.317	1.745	0.385
TC($\bar{x}\pm s$,mmol/L)	1.504±0.881	1.755±0.957	1.841±2.201	1.646	0.222
TG[<i>M</i> (<i>P</i> ₂₅ , <i>P</i> ₇₅),mmol/L]	3.9(3.23,4.77)	4.12(3.335,4.905)	3.86(3.50,5.04)	0.175	0.823
eGFR($\bar{x}\pm s$,mL·min ⁻¹ ·(1.73 m ²) ⁻¹]	91.026±14.101	79.884±22.610 ^a	75.753±23.030 ^{ab}	4.625	0.001

注:与正常尿蛋白组比较,^a $P<0.05$;与微量尿蛋白组比较,^b $P<0.05$ 。

表 2 相关性分析

项目	SMI	AGEs	BMI	糖尿病病程	HbA1c	eGFR
<i>r</i>	-0.566	0.054	0.093	0.274	0.271	-0.242
<i>P</i>	0.015	0.384	0.158	<0.001	<0.001	<0.001

2.3 logistic 回归模型分析 维生素 D₃ 水平、SMI 下降是老年 2 型糖尿病患者 ACR 升高的独立危险因素($OR=0.903、1.685,95\%CI\ 0.845\sim0.965、1.078\sim2.638,P=0.003、0.022$)。

2.4 ACR 升高的临界(Cut-off)值 蛋白尿大于 30 mg/g 时 AUC 为 0.717(95%CI 0.554~0.880, $P=0.001$),SMI 的 Cut-off 值为 6.05 kg/m²;男性 AUC 为 0.714(95%CI 0.586~0.842, $P=0.001$),SMI 的 Cut-off 值为 7.55 kg/m²;女性 AUC 为 0.611(95%CI 0.511~0.711, $P=0.033$),SMI 的 Cut-off 值为

5.85 kg/m²。见图 1~3。

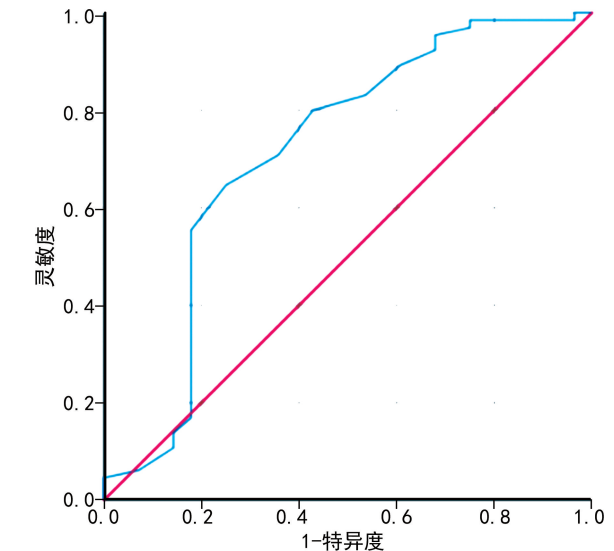


图 1 SMI 对 ACR 升高预测价值的 ROC 曲线

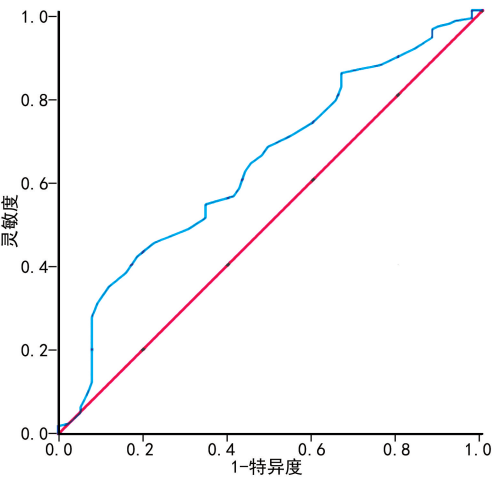


图 2 老年男性 SMI 对 ACR 升高预测价值的 ROC 曲线

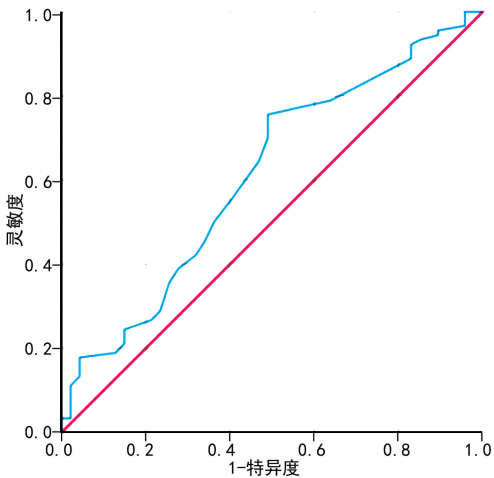


图 3 老年女性 SMI 对 ACR 升高预测价值的 ROC 曲线

3 讨 论

肌少症已被证实与心血管疾病、肿瘤和死亡等多种不良健康后果有关^[6-7]。而慢性肾脏病患者肌少症发生率明显升高,尤其是疾病更晚期的患者。慢性肾脏病会导致蛋白质负平衡,从而出现肌肉重量减少和肌肉力量的下降^[8]。SMI 即四肢骨骼肌重量之和与身高平方的比值,是评价肌肉重量的重要指标。本研究结果显示,大量尿蛋白组患者 SMI 明显低于微量蛋白尿组,同时,蛋白尿阳性组患者 SMI 明显低于无蛋白尿组,表明老年 2 型糖尿病患者大量尿蛋白阶段 SMI 明显下降,提示 SMI 下降可能与 2 型糖尿病肾病患者蛋白尿进展有关。新加坡学者进行的一项为期 8 年的前瞻性研究表明,不仅基线水平的低骨骼肌重量与 2 型糖尿病患者肾病进展有关,随时间推移骨骼肌重量的下降也导致糖尿病肾病的进一步加重^[9]。与本研究结果一致。本研究相关性分析结果显示,SMI 与 ACR 呈负相关,进一步进行回归模型分析结果显示,随着 SMI 的下降尿蛋白阳性的风险升高,且在校正其他危险因素后 SMI 下降仍是老年 2 型糖尿病患者尿蛋白升高的独立危险因素,提示 SMI 下降可能对

其尿蛋白出现及进展具有促进作用。日本学者进行的一项回顾性观察研究发现,肌少症可导致 2 型糖尿病患者白蛋白尿进展,同时,与 2 型糖尿病患者白蛋白尿的消退有关^[10]。韩国学者进行的一项研究同样证实,肌少症是糖尿病患者发生蛋白尿的危险因素,独立于糖尿病、高血压和代谢综合征^[11]。一项荟萃分析发现,糖尿病患者骨骼肌重量下降与其尿白蛋白水平、eGFR 降低显著相关^[12]。

糖尿病肾病的发生、发展与 AGEs 形成、氧化应激、炎症等多种因素有关^[13]。而有研究表明,胰岛素抵抗、炎症等机制的综合作用同样会通过影响蛋白代谢、血管和线粒体功及细胞死亡速度等过程影响肌肉健康,包括肌肉重量和肌肉功能^[14]。ZHANG 等^[15]研究证实,诱导骨骼肌中 DOC2b 富集可提高全身外周胰岛素敏感性和葡萄糖耐受性,并预防体内高脂饮食诱导的胰岛素抵抗,提示肌肉重量的减少与胰岛素敏感性降低有直接关系;这可能与骨骼肌内富含的肌肽有关^[16],而肌肽的减少可导致糖尿病肾病的进展^[17]。另外有研究表明,老年人葡萄糖代谢减慢,葡萄糖转运蛋白 4 表达下降、胰岛素刺激蛋白激酶 B 活性下降均可出现胰岛素信号传导受损,导致骨骼肌的胰岛素敏感性降低,出现胰岛素抵抗^[10]。不少研究证实了肌少症、胰岛素抵抗和代谢综合征的聚集现象。此外近期研究表明,肌肉中过表达的微小 RNA 23a/27a 可防止糖尿病诱导的肌肉损伤,减轻肌肉-肾脏串扰引起的肾脏纤维化损伤,提示肌肉重量与肾脏纤维化损伤有一定关系^[18]。表明骨骼肌重量减少在肾脏损害中发挥了一定的关键作用,而肌肉-肾脏串扰可能是肌肉减少与肾病关联的重要机制。

本研究证实了肌肉重量下降与不同状态白蛋白尿之间的关联,根据 AUC,提示男性 SMI<7.55 kg/m²、女性 SMI<5.85 kg/m² 时白蛋白尿风险升高,这一 Cut-off 值高于肌少症诊断标准(男性 SMI<7.0 kg/m²、女性 SMI<5.7 kg/m²),提示在出现肌少症前肌肉重量的减少可能已导致糖尿病肾病风险升高。因此,根据本研究结果建议在老年 2 型糖尿病患者中当男性 SMI<7.55 kg/m²、女性 SMI<5.85 kg/m² 即可加强肌少症相关干预,以避免白蛋白尿的进一步发展。

本研究的不足之处在于样本量较少,且由于其为横断面研究设计,白蛋白尿与肌肉重量下降之间的因果关系及肌少症需要介入的 Cut-off 值仍有待于大规模前瞻性研究进一步证实。

参考文献

[1] ZHANG L, LONG J, JIANG W, et al. Trends in chronic kidney disease in China[J]. N Engl J

- Med, 2016, 375(9):905-906.
- [2] CELIKER M, SELCUK M Y, OLT S. Sarcopenia in diabetic nephropathy: A cross-sectional study[J]. Rom J Intern Med, 2018, 56(2):102-108.
- [3] HE Q, WANG X, YANG C, et al. Metabolic and nutritional characteristics in middle-aged and elderly sarcopenia patients with type 2 diabetes[J]. J Diabetes Res, 2020, 2020:6973469.
- [4] GIGLIO J, KAMIMURA M A, LAMARCA F, et al. Association of sarcopenia with nutritional parameters, Quality of life, hospitalization, and mortality rates of elderly patients on hemodialysis[J]. J Ren Nutr, 2018, 28(3):197-207.
- [5] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华内分泌代谢杂志[J]. 2021, 37(4):311-398.
- [6] KELLEY G A, KELLEY K S. Is sarcopenia associated with an increased risk of all-cause mortality and functional disability[J]. Exp Gerontol, 2017, 96:100-103.
- [7] XIA L, ZHAO R, WAN Q, et al. Sarcopenia and adverse health-related outcomes: An umbrella review of meta-analyses of observational studies[J]. Cancer Med, 2020, 9(21):7964-7978.
- [8] COHEN S, NATHAN J A, GOLDBERG A L. Muscle wasting in disease: Molecular mechanisms and promising therapies[J]. Nat Rev Drug Discov, 2015, 14(1):58-74.
- [9] LOW S, PEK S, MOH A, et al. Low muscle mass is associated with progression of chronic kidney disease and albuminuria: An 8-year longitudinal study in Asians with Type 2 Diabetes[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2021, 174:108777.
- [10] BOUCHI R, FUKUDA T, TAKEUCHI T, et al. Sarcopenia is associated with incident albuminuria in patients with type 2 diabetes: A retrospective observational study[J]. J Diabetes Investig, 2017, 8(6):783-787.
- [11] HAN E, LEE Y H, KIM G, et al. Sarcopenia is associated with albuminuria independently of hypertension and diabetes: KNHANES 2008-2011[J]. Metabolism, 2016, 65(10):1531-1540.
- [12] IDA S, KANEKO R, IMATAKA K, et al. Association between sarcopenia and renal function in patients with diabetes: A systematic review and meta-analysis[J]. J Diabetes Res, 2019, 2019:1365189.
- [13] SAMSU N. Diabetic nephropathy: Challenges in pathogenesis, diagnosis, and treatment[J]. Biomed Res Int, 2021, 2021:1497449.
- [14] MESINOVIC J, ZENGİN A, DE COURTEN B, et al. Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: A bidirectional relationship[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2019, 12:1057-1072.
- [15] ZHANG J, OH E, MERZ K E, et al. DOC2B promotes insulin sensitivity in mice via a novel KLC1-dependent mechanism in skeletal muscle[J]. Diabetologia, 2019, 62(5):845-859.
- [16] DOLAN E, SAUNDERS B, DANTAS W S, et al. A comparative study of hummingbirds and chickens provides mechanistic insight on the histidine containing dipeptide role in skeletal muscle metabolism[J]. Sci Rep, 2018, 8(1):14788.
- [17] EVERAERT I, HE J, HANSSENS M, et al. Carnosinase-1 overexpression, but not aerobic exercise training, Affects the development of diabetic nephropathy in BTBR ob/ob mice[J]. Am J Physiol Renal Physiol, 2020, 318(4):F1030-1040.
- [18] HOU L, LIU Y, LI X, et al. Changes and risk factors of skeletal muscle mass and strength in patients with type 2 diabetes over 60 years old: A cross-sectional study from China[J]. J Diabetes Res, 2020, 2020:9815485.

(收稿日期:2023-11-02 修回日期:2024-02-17)