

• 循证医学 •

# 有氧联合抗阻运动对中老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢影响的 meta 分析

胡才玉<sup>1</sup>, 李军文<sup>2△</sup>, 王红彦<sup>1</sup>

(1. 成都中医药大学护理学院, 四川 成都 610075; 2. 成都市第一人民医院护理部, 四川 成都 610041)

**[摘要]** **目的** 探讨有氧运动(AT)联合抗阻运动(ART)对中老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢等指标的影响。**方法** 以“Type 2 diabetes, concurren, exercise, resistance, combine”等为关键词, 检索 Web of science、PubMed、Embase 数据库, 以“有氧联合抗阻运动、2 型糖尿病、糖脂代谢”等为关键词检索中国知网、中国生物医学文献数据库、维普、万方数据库, 检索时限从建库至 2023 年 2 月。将研究资料进行全面收集与整理, 运用 Cochrane 偏倚风险评估工具对纳入文献进行方法学质量评价, 采用 RevMan5.4.0 软件对数据进行统计学分析与处理。**结果** 共纳入研究文献 10 篇, 其中中文文献 8 篇, 外文文献 2 篇。受试者共 669 例, 其中试验组 357 例(以 AT 联合 ART 为主要干预手段), 对照组 342 例(以 AT 运动或常规护理为主)。meta 分析结果显示, 试验组患者空腹血糖[均方差(MD) = -1.33, 95% 可信区间(95% CI) -1.62 ~ -1.04,  $I^2 = 35\%$ ,  $P < 0.01$ ]、糖化血红蛋白(MD = -1.43, 95% CI -1.60 ~ -1.27,  $I^2 = 38\%$ ,  $P < 0.01$ )、低密度脂蛋白(MD = -0.51, 95% CI -0.58 ~ -0.44,  $I^2 = 20\%$ ,  $P < 0.01$ )、甘油三酯(MD = -0.60, 95% CI -1.07 ~ -0.13,  $I^2 = 92\%$ ,  $P = 0.01$ )、总胆固醇(MD = -1.19, 95% CI -1.35 ~ -1.02,  $I^2 = 0$ ,  $P < 0.01$ )均优于对照组, 差异均有统计学意义。2 组患者高密度脂蛋白(MD = 0.06, 95% CI -0.04 ~ 0.16,  $I^2 = 0$ ,  $P = 0.23$ )比较, 差异无统计学意义。**结论** AT 联合 ART 改善中老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢紊乱的效果优于单纯 AT。

**[关键词]** 有氧联合抗阻运动; 2 型糖尿病; 糖脂代谢; meta 分析

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.05.022

中图法分类号: R587.1; R473.5

文章编号: 1009-5519(2024)05-0823-05

文献标识码: A

## Effects of aerobic combined resistance exercise on glucose and lipid metabolism in middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes: A meta-analysis

HU Caiyu<sup>1</sup>, LI Junwen<sup>2△</sup>, WANG Hongyan<sup>1</sup>

(1. School of Nursing, Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu, Sichuan 610075, China; 2. Department of Nursing, Chengdu First People's Hospital, Chengdu, Sichuan 610041, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the effects of aerobic exercise (AT) combined with aerobic resistance exercise (ART) on glucose and lipid metabolism in middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes. **Methods** 'Type 2 diabetes, concurren, exercise, resistance, combine' were used as keywords to search Web of science, PubMed, and Embase databases. 'Aerobic combined resistance exercise, type 2 diabetes, glucose and lipid metabolism' were used as keywords to search CNKI, CBM, VIP, and Wanfang databases. The retrieval time limit is from the establishment of the database to February 2023. The research data were collected and collated comprehensively. The Cochrane bias risk assessment tool was used to evaluate the methodological quality of the included literature, and RevMan5.4.0 software was used for statistical analysis and processing of the data. **Results** A total of 10 literatures were included, including eight Chinese literatures and two foreign literatures. A total of 669 subjects were enrolled, including 357 in the experimental group (AT combined with ART as the main intervention) and 342 in the control group (AT exercise or routine nursing). The results of meta analysis showed that fasting blood glucose [mean difference (MD) = -1.33, 95% confidence interval (95% CI) -1.62 ~ -1.04,  $I^2 = 35\%$ ,  $P < 0.01$ ], glycosylated hemoglobin (MD = -1.43, 95% CI -1.60 ~ -1.27,  $I^2 = 38\%$ ,  $P < 0.01$ ), low density lipoprotein (MD = -0.51, 95% CI -0.58 ~ -0.44,  $I^2 = 20\%$ ,  $P < 0.01$ ), triglyceride (MD = -0.60, 95% CI -1.07 ~ -0.13,  $I^2 = 92\%$ ,  $P = 0.01$ ), total cholesterol (MD =

-1.19, 95%CI -1.35 - -1.02,  $I^2=0\%$ ,  $P<0.01$ ), in the experimental group were better than those in the control group. The differences were statistically significant. There was no significant difference in high-density lipoprotein between the two groups ( $MD=0.06$ , 95%CI -0.04 - -0.16,  $I^2=0$ ,  $P=0.23$ ).

**Conclusion** The effect of AT combined with ART on improving glucose and lipid metabolism disorder in middle-aged and elderly patients with type 2 diabetes is better than that of AT alone.

**[Key words]** Aerobic combined resistance exercise; Type 2 diabetes; Glucose and lipid metabolism; Meta analysis

目前,全球糖尿病患者数急剧增长,根据国际糖尿病联盟统计,截至 2019 年全球糖尿病患者数已超过 4.63 亿,预计 2045 年增加到 6.29 亿<sup>[1]</sup>,其中以 2 型糖尿病患者占多数,可达 90%以上。随着老龄化社会的不断发展,中老年人群糖尿病患病率呈逐年上升趋势,总体形势严峻,给卫生医疗保健系统带来了巨大的挑战。

在实际临床运用中,有氧运动(AT)是早期预防和治理 2 型糖尿病的一种便捷、有效的运动方式<sup>[2]</sup>,但近年来有研究表明,其在长期控制血糖方面效果欠佳<sup>[3]</sup>。另有研究发现,与单一的运动相比,AT 联合抗阻运动(ART)对改善糖尿病患者的血糖水平具有更突出的作用<sup>[4]</sup>。我国糖尿病防治指南也建议 2 型糖尿病患者采用 AT 与 ART 相结合的方式,可以更大程度改善机体代谢功能<sup>[5]</sup>。本研究通过 meta 分析,探讨 AT 联合 ART 对中老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢的影响,为临床实践提供循证参考依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料

**1.1.1 资料来源** 英文文献来自 Web of science、PubMed、Embase 数据库,中文文献来自中国知网、中国生物医学文献数据库、维普、万方数据库。

#### 1.1.2 纳入与排除标准

**1.1.2.1 纳入标准** (1)研究类型:随机对照试验研究;(2)受试对象:患者符合 WHO 认定的 2 型糖尿病诊断标准且年龄大于或等于 45 岁,排除患有精神类疾病或存在其他严重并发症的患者;(3)干预措施:试验组以 AT 联合 ART 为主要干预手段,对照组以 AT 运动或常规护理为主;(4)结局指标:空腹血糖(FPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、低密度脂蛋白(LDL-C)、高密度脂蛋白(HDL-C)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)。

**1.1.2.2 排除标准** (1)研究文献质量差、无法获取全文的文献;(2)重复发表或无法提取相关数据的文献;(3)疾病诊断标准不明确的文献;(4)非中英文文献。

### 1.2 方法

**1.2.1 文献检索** 本研究检索策略依据 PICOS 原

则确立主题词<sup>[6]</sup>。以“Type 2 diabetes、concurrent、exercise、resistance、combine”等为关键词检索英文文献,以“有氧联合抗阻运动、2 型糖尿病、糖脂代谢”等为关键词检索中文文献,检索时限均从建库至 2023 年 2 月。

**1.2.2 文献筛选与资料提取** 根据文献的纳排标准,由 2 名研究员采用独立平行方式进行资料的筛选与提取并进行交叉核对,如发生分歧,交由第三方研究员解决。提取资料包括:标题、作者、样本量、年龄、干预方案、干预周期、干预频率和结局指标。

**1.2.3 质量评价** 由 2 名研究员依照《Cochrane 干预措施系统评价手册》推荐的风险偏倚评估工具对纳入研究进行偏倚风险评估,如出现争议,与第三方研究人员讨论、协商,最终达成一致。工具包括 7 个问题,每个问题分别有 3 种选项:“low risk、unclear risk、high risk”,对文献质量做出总体评价,分为 A、B、C 三级。

**1.3 统计学处理** 采用 RevMan5.4.0 软件对所纳入文献的研究数据结果进行分析,本研究中的数据为连续型变量,均以  $\bar{x}\pm s$  进行统计,并计算 95%可信区间(95%CI)。采用  $P$  值与  $I^2$  进行异质性检验,当  $P>0.10$ ,  $I^2<50\%$  时,表示各研究间具有同质性,可采用固定效应模型;反之,表示研究之间存在较大的异质性,需使用随机效应模型合并效应量。

## 2 结果

**2.1 文献检索结果** 从各个数据库初始检索得到相关文献共计 1 120 篇,以逐层筛选的方式最终确定 10 项研究进行 meta 分析。具体见图 1。

**2.2 纳入文献的特征** 纳入文献中受试者共 699 例,其中试验组 357 例,对照组 342 例。纳入文献 2 组患者训练方案干预时间、方式、强度、结局指标等信息见表 1。

**2.3 质量评价** 纳入文献的质量评价见图 2。所有文献均为随机对照试验研究,各研究中随机分配、结果的完整性、选择性报告、分配隐藏、其他偏倚的风险较小,但是受试者及工作人员盲法、结局的盲法评估存在风险。总的来看,除盲法外各偏倚风险较小,10 篇文献质量评价均为 B 级。

## 2.4 meta 分析结果

**2.4.1 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 FPG 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为  $P=0.19$ ,  $I^2=35\%$ , 采用固定效应模型进行 meta 分析。结果显示, 试验组患者的 FPG 水平低于对照组, 差异有统计学意义[均方差( $MD$ ) =  $-1.33$ ,  $95\%CI -1.62 \sim -1.04$ ,  $P<0.01$ ]。

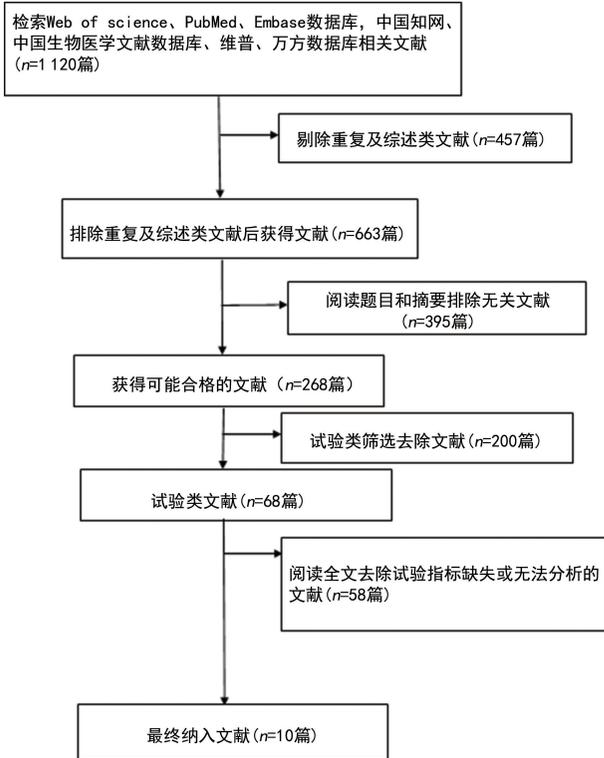


图 1 文献筛选流程图

**2.4.2 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 HbA1c 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为  $P=0.15$ ,  $I^2=38\%$ , 采用固定效应模型进行 meta 分析。结果显

示, 试验组患者的 HbA1c 低于对照组, 差异有统计学意义( $MD = -1.43$ ,  $95\%CI -1.60 \sim -1.27$ ,  $P<0.01$ )。

**2.4.3 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 LDL-C 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为  $P=0.009$ ,  $I^2=70\%$ , 可知属于中度异质性, 敏感性分析结果显示: 当剔除赵楠等<sup>[7]</sup>的研究后, 异质性为  $P=0.29$ ,  $I^2=20\%$ , 故决定剔除此项研究采用固定效应模型进行分析。结果显示, 试验组患者的 LDL-C 水平低于对照组, 差异有统计学意义( $MD = -0.51$ ,  $95\%CI -0.58 \sim -0.44$ ,  $P<0.01$ )。

**2.4.4 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 HDL-C 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为  $P=0.81$ ,  $I^2=0$ , 采用固定效应模型进行 meta 分析。结果显示, 2 组患者 HDL-C 水平比较, 差异无统计学意义( $MD=0.06$ ,  $95\%CI -0.04 \sim 0.16$ ,  $P=0.23$ ), 尚不能认为 AT 联合 ART 与 AT 运动对中老年 2 型糖尿病患者 HDL-C 的影响有差异。

**2.4.5 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 TG 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为  $P<0.01$ ,  $I^2=92\%$ , 可知属于高度异质性, 敏感性分析结果显示: 当对文献使用逐一剔除法, 异质性变化不明显, 故使用随机效应模型。结果显示, 试验组患者 TG 水平低于对照组, 差异有统计学意义( $MD = -0.60$ ,  $95\%CI -1.07 \sim -0.13$ ,  $P<0.01$ )。

**2.4.6 ART 对中老年 2 型糖尿病患者 TC 的影响** 试验组与对照组合并分析异质性为 ( $P=0.69$ ,  $I^2=0$ ), 采用固定效应模型进行 meta 分析。结果显示, 试验组患者 TC 水平低于对照组, 差异有统计学意义( $MD = -1.19$ ,  $95\%CI -1.35 \sim -1.02$ ,  $P<0.01$ )。

表 1 纳入文献基本特征

纳入研究	样本量(n)		年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)		干预措施		干预周期(周)	结局指标
	T	C	T	C	T	C		
赵楠等 <sup>[7]</sup>	46	46	59.79±4.65	59.48±5.16	ART	AT	12	①②③
许聿新等 <sup>[8]</sup>	42	38	65.46±4.98	65.41±5.01	ART	AT	24	①②③④⑤⑥
马翠红等 <sup>[9]</sup>	45	40	58.70±9.60	58.10±9.20	ART	常规	12	①②③④⑤⑥
孟晴等 <sup>[10]</sup>	40	40	61.4±11.60	63.50±9.20	ART	常规	12	①②③
AMINILARI 等 <sup>[11]</sup>	13	12	61.01±2.59	60.58±3.25	ART	AT	12	①②③
陈宝宜等 <sup>[12]</sup>	34	34	64.56±4.32	65.01±2.31	ART	常规	8	①②③⑤⑥
朱黎霞 <sup>[13]</sup>	50	50	50.21±7.63	50.17±7.32	ART	AT	12	①②③④⑤⑥
谢珊 <sup>[14]</sup>	40	40	62.41±4.28	62.41±4.28	ART	AT	12	②③④⑤⑥
JORGE 等 <sup>[15]</sup>	12	12	63.33±3.21	64.12±2.31	ART	AT	12	①②
周加峰等 <sup>[16]</sup>	35	30	62.91±2.48	63.27±9.20	ART	常规	48	①②③④⑤⑥

注: T 为试验组, C 为对照组; ①为 FPG, ②为 HbA1c, ③为 LDL-C, ④为 HDL-C, ⑤为 TC, ⑥为 TG。

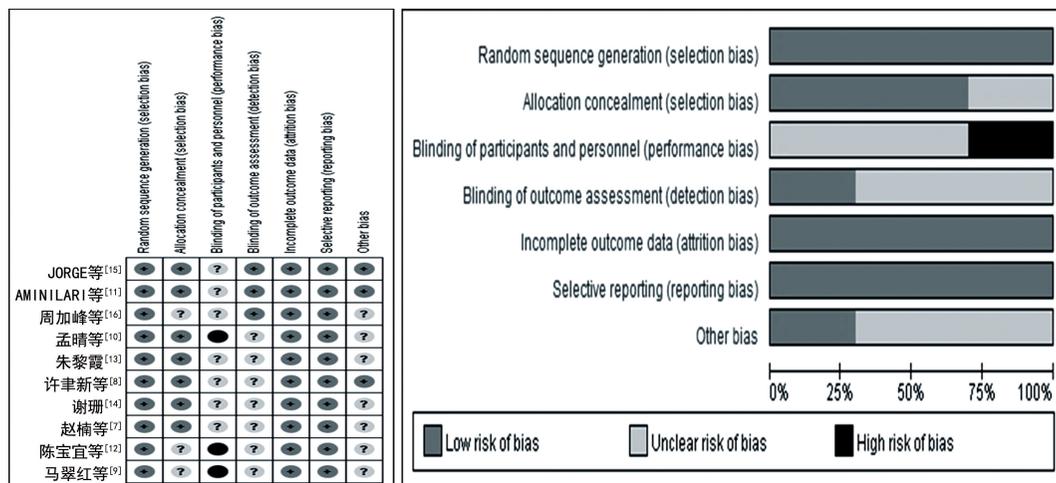


图 2 纳入文献质量评价

### 3 讨 论

**3.1 ART 能改善中老年 2 型糖尿病患者的糖代谢水平** 运动干预是糖尿病管理计划的重要组成部分,大量研究证明,ART 可改善机体的糖脂代谢,降低慢性疾病风险<sup>[16-18]</sup>。HbA1c 是评价血糖控制的重要监测指标<sup>[19]</sup>,对病情判断、临床诊疗具有重要的参考价值。有报道显示,ART 与 HbA1c 水平变化之间存在剂量-反应关系,但不同的运动方式改善 HbA1c 水平的效果存在争议<sup>[20]</sup>。AT 运动过程中机体主要靠葡萄糖氧化供能,可提高外周对胰岛素的敏感性,改善血糖水平<sup>[21]</sup>。ART 则是使用肌肉力量抵抗阻力负荷的一种无氧运动,可减轻胰岛素抵抗,增强肌肉葡萄糖摄取效能,进而有效地改善血糖代谢<sup>[22]</sup>。因此,AT 联合 ART 可利用不同生理机制,发挥良好的协同作用,更稳定地控制中老年 2 型糖尿病患者的血糖水平。本次 meta 分析证实,相较于单纯 AT 而言,AT 联合 ART 对血糖控制具有显著效果。

**3.2 ART 能提高中老年 2 型糖尿病患者的脂代谢效果** TG 是引发心血管疾病的重要因素,AT 联合 ART 不仅能有效改善心肺健康,促进能量消耗和脂肪利用,还可以刺激肌肉骨骼系统,增加肌肉体积、力量和耐力<sup>[23]</sup>。本次 meta 分析中,虽尚不能认为 AT 联合 ART 与 AT 对中老年 2 型糖尿病患者 HDL-C 的影响有差异,可能受运动干预时间、方式、频率的影响,导致研究结果存在分歧,但在降低 TC、TG、LDL-C 水平上,AT 联合 ART 具有明显的效果。

**3.3 局限性** 首先,本次 meta 分析纳入研究中,实施干预的运动时间、频率、强度等形式上不完全相同,可能导致研究异质性随之增大;其次,大部分文献未明确报道是否采用盲法、有无分配隐藏及随访情况等,一定程度上降低了研究的准确性与可靠性。今后的研究可针对更多试验设计严谨、大样本的文献进行进一步的探讨分析,有效判断理论的准确性及可

行性。

综上所述,AT 联合 ART 在辅助治疗中老年 2 型糖尿病患者糖脂代谢紊乱方面(FPG、HbA1c、TC、TG、LDL-C 水平)效果优于单纯 AT,本次分析可为临床指导提供理论依据,探索最佳的运动方式,有效提升中老年 2 型糖尿病患者血糖控制效果,进一步提高个体化运动自我管理水平。

### 参考文献

- [1] CHO N H, SHAW J E, KARURANGA S, et al. IDF diabetes atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045 [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 138: 271-281.
- [2] 杨宇, 梁英业, 何雨思, 等. 有氧运动调控血糖的机制研究进展 [J]. 广西中医药大学学报, 2022, 25(4): 48-51.
- [3] BURESH R, BERG K. Exercise for the management of type 2 diabetes mellitus: Factors to consider with current guidelines [J]. J Sports Med Phys Fitness, 2018, 58(4): 510-524.
- [4] 常凤. 中年 2 型糖尿病患者有氧运动结合原地深蹲抗阻训练方案及其干预效果研究 [J]. 中国全科医学, 2018, 21(24): 2980-2986.
- [5] 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.
- [6] HIGGINS J P T, THOMAS J, CHANDLER J, et al. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions [M]. 2nd. Chichester (UK): John Wiley & Sons, 2019: 569-575.
- [7] 赵楠, 张玉玲. 抗阻运动联合有氧运动在 2 型糖尿病患者中的应用效果 [J]. 中国民康医学,

- 2021,33(11):64-65.
- [8] 许聿新,井庆平,赵翠红. 有氧联合抗阻运动对老年 2 型糖尿病患者氧化应激及糖脂代谢的影响[J]. 中国老年学杂志,2019,34(3):591-593.
- [9] 马翠红,孙京文,朱连华. 有氧加抗阻运动对 2 型糖尿病患者糖脂代谢的影响[J]. 实用临床护理学电子杂志,2019,4(22):67.
- [10] 孟晴,陈伟,张明,等. 有氧联合抗阻运动对 2 型糖尿病患者的效果[J]. 中国康复理论与实践,2018,24(12):1465-1470.
- [11] AMINILARI Z, FARAROU EI M, AMANAT S, et al. The effect of 12 weeks aerobic, resistance, and combined exercises on omentin-1 levels and insulin resistance among type 2 diabetic middle-aged women [J]. *Diabetes Metab J*, 2017,41(3):205-212.
- [12] 陈宝宜,李婷,徐鑫亚. 抗阻-有氧联合训练对中老年 2 型糖尿病患者运动干预的影响分析[J]. 世界最新医学信息文摘,2017,17(54):46.
- [13] 朱黎霞. 抗阻力运动结合有氧运动对 2 型糖尿病患者生理指标的影响分析[J]. 糖尿病新世界,2015,35(21):67-69.
- [14] 谢珊. 抗阻力运动结合有氧运动对 2 型糖尿病患者生理指标的影响[J]. 中国当代医药,2012,19(16):55-56.
- [15] JORGE M L M P, DE OLIVEIRA V N, RESENDE N M, et al. The effects of aerobic, resistance, and combined exercise on metabolic control, inflammatory markers, adipocytokines, and muscle insulin signaling in patients with type 2 diabetes mellitus[J]. *Metabolism*, 2011,60(9):1244-1252.
- [16] 周加峰,叶新新. 中等强度有氧和抗阻运动对老年 II 型糖尿病患者血液生化指标和心肺功能的影响[J]. 北京体育大学学报,2011,34(3):64-66.
- [17] 刘倩,李冬静,李艳丽,等. 有氧运动联合抗阻运动在 2 型糖尿病病人中的应用[J]. 护理研究,2021,35(9):1670-1672.
- [18] 刘映云,胡素恒,黎洁银. 有氧运动结合抗阻训练应用于 2 型糖尿病患者临床效果分析[J]. 白求恩医学杂志,2020,18(6):574-576.
- [19] 冯宏然. 有氧运动联合抗阻训练对 2 型糖尿病患者氧化应激及糖脂代谢的影响[J]. 中医药临床杂志,2019,31(6):1090-1092.
- [20] 李昊翔,赵丽,贾珏,等. 新诊断 2 型糖尿病患者不同糖化血红蛋白水平时空腹及餐后血糖贡献度的研究[J]. 中国糖尿病杂志,2023,31(1):43-46.
- [21] BENHAM J L, BOOTH J E, DUNBAR M J, et al. Significant dose-response between exercise adherence and hemoglobin a1c change[J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2020,52(9):1960-1965.
- [22] 陈影,张爽,余珍,等. 运动对 2 型糖尿病患者血脂影响的网状 Meta 分析[J]. 中国康复理论与实践,2019,25(7):849-858.
- [23] 郭俏凤,甘彦明,张宇航,等. 抗阻运动对糖、脂代谢异常人群效果的 Meta 分析[J]. 中国循证医学杂志,2021,21(12):1432-1440.
- [24] 周琳,文静. 有氧联合抗阻运动对 2 型糖尿病患者血浆 Omentin-1 水平及糖、脂代谢的影响[J]. 当代护士(下旬刊),2018,25(6):54-57.

(收稿日期:2023-06-05 修回日期:2023-11-08)

(上接第 822 页)

- [16] 孙少帅. 薏仁化积方预防大肠息肉(肠道湿热证)术后复发的临床观察[D]. 福州:福建中医药大学,2019.
- [17] 孙曦. 中药防治结肠息肉术后再发疗效观察及对血浆 Ang-2 水平的影响[J]. 浙江中医杂志,2018,53(4):258.
- [18] 王永茂. 中药圣顾膏预防结直肠腺瘤性息肉术后复发的临床疗效观察[D]. 济南:山东中医药大学,2022.
- [19] 杨婷,敬秀平,蒋文君,等. 中医辨证施治抑制肠息肉术后复发 32 例临床研究[J]. 湖南中医杂志,2017,33(4):6-9.
- [20] 符娇文,韩平,高飞. 中医消蕈汤防治结肠息肉术后复发及对血清肿瘤标记物的影响[J]. 中华中医药学刊,2019,37(3):727-729.
- [21] 肖铃,商健. 中西医结合治疗大肠癌的研究进展[J]. 癌症进展,2022,20(2):127-129.
- [22] 冯泽华. 清肠消息颗粒防治大肠腺瘤(肠道湿热证)术后复发的临床观察[D]. 晋中:山西中医药大学,2020.

(收稿日期:2023-07-03 修回日期:2023-11-30)