

长期运动对健康老年人群血脂影响的系统评价及 Meta 分析

彭团辉^{1,2}, 杨玲³, 丁小歌², 蒙鹏骏²

<https://doi.org/10.12307/2023.156>

投稿日期: 2022-04-20

采用日期: 2022-05-26

修回日期: 2022-07-08

在线日期: 2022-07-13

中图分类号:

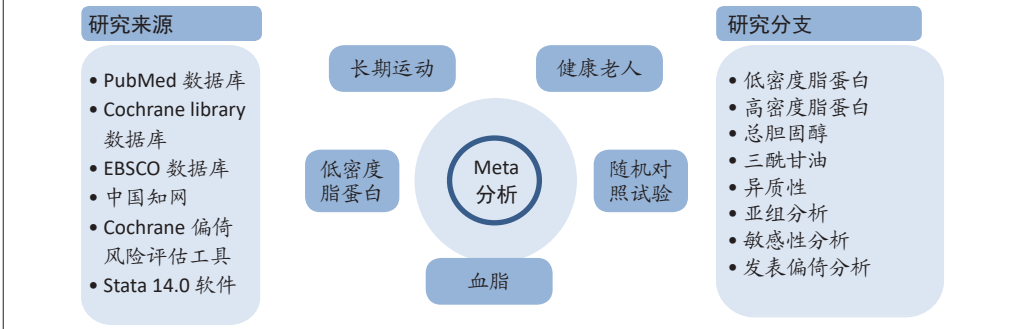
R496; R318; [R875]

文章编号:

2095-4344(2023)14-02276-07

文献标识码: A

文章快速阅读: 长期运动健康老年群体低密度脂蛋白、胆固醇、三酰甘油及高密度脂蛋白的变化



文题释义:

低密度脂蛋白: 是一种运载胆固醇进入外周组织细胞的脂蛋白颗粒, 可被氧化成氧化低密度脂蛋白, 当低密度脂蛋白, 尤其是氧化修饰的低密度脂蛋白(OX-LDL)过量时, 它携带的胆固醇便积存在动脉壁上, 久了容易引起动脉硬化。因此低密度脂蛋白被称为“坏的胆固醇”。

摘要

目的: 评价长期运动对健康老年人群血脂的影响, 探讨长期运动是否可以影响老年人群低密度脂蛋白。

方法: 检索PubMed、Cochrane library、EBSCO、中国知网数据库, 收集长期运动对健康老年人血脂影响的随机对照试验。应用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Stata 14.0软件进行异质性分析和潜在发表偏倚分析。

结果: 共纳入9篇文献, 包括409名受试者, 其中实验组226名, 对照组183名。①Meta分析结果显示, 与对照组相比, 长期运动可以降低老年人三酰甘油(SMD=-0.67, 95%CI: -1.14至-0.20, P=0.006)、总胆固醇(SMD=-0.42, 95%CI: -0.82至-0.02, P=0.04), 并提高高密度脂蛋白(SMD=0.71, 95%CI: 0.08-1.33, P=0.026), 但运动干预后老年人低密度脂蛋白没有发生显著性变化(SMD=-0.17, 95%CI: -0.36-0.02, P=0.085)。②亚组分析结果显示, 每周运动时间≥150 min的运动可以有效改善血脂状况, 并且总的效应量大于每周<150 min的运动。

结论: 长期运动可以有效改善健康老年人群三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白水平, 但尚未确定对低密度脂蛋白的改善作用, 这可能与多种因素相关。建议进行运动改善血脂时不应只关注于对总低密度脂蛋白的影响, 还应关注于运动对不同健康状况成年或老年人的健康效益。同时为了更好地提高运动健康效应, 建议老年人需要每周运动至少150 min。但是, 由于纳入研究的异质性比较明显, 该结论尚需要开展更多的高质量研究进行验证。

关键词: 老年; 运动; 血脂; 低密度脂蛋白; 随机对照试验; Meta分析

A systematic review and meta-analysis of the effects of long-term exercise on blood lipids in healthy elderly people

Peng Tuanhui^{1,2}, Yang Ling³, Ding Xiaoge², Meng Pengjun²

¹Luohe Institute of Technology, Henan University of Technology, Luohe 462000, Henan Province, China; ²School of Sports Science, South China Normal University, Guangzhou 510631, Guangdong Province, China; ³School of Physical Education, Shaoguan University, Shaoguan 512000, Guangdong Province, China

Corresponding author: Yang Ling, PhD candidate, School of Physical Education, Shaoguan University, Shaoguan 512000, Guangdong Province, China

Abstract

OBJECTIVE: To evaluate the effect of long-term exercise on the blood lipids of healthy elderly people and to explore whether long-term exercise can affect the low-density lipoprotein of older adults.

METHODS: A literature search was performed in PubMed, Cochrane library, EBSCO, and CNKI databases to collect randomized controlled trials on the effects of long-term exercise on blood lipids of healthy elderly people. Cochrane's risk assessment tool was used to evaluate the methodological quality of the included literature. Stata14.0 software was used to analyze the heterogeneity and potential publication bias of the included literature.

RESULTS: A total of 9 articles were included, including 409 participants (226 in the experimental group and 183 in the control group). (1) Meta-analysis results showed that compared with the control group, long-term exercise could reduce triglyceride [standardized mean difference (SMD)=-0.67, 95% confidence interval (CI): -1.14 to -0.20, P=0.006] and total cholesterol (SMD=-0.42, 95% CI: -0.82 to -0.02, P=0.04), and increase high-density lipoprotein (SMD=0.71,

¹河南工业大学漯河工学院, 河南省漯河市 462000; ²华南师范大学体育科学学院, 广东省广州市 510631; ³韶关学院体育学院, 广东省韶关市 512000

第一作者: 彭团辉, 男, 1994年生, 河南省三门峡市人, 2021年华南师范大学毕业, 硕士, 主要从事运动生物化学与营养研究。

通讯作者: 杨玲, 华南师范大学博士研究生, 韶关学院体育学院, 广东省韶关市 512000

<https://orcid.org/0000-0002-5485-0639> (杨玲)

引用本文: 彭团辉, 杨玲, 丁小歌, 蒙鹏骏. 长期运动对健康老年人群血脂影响的系统评价及 Meta 分析 [J]. 中国组织工程研究, 2023, 27(14):2276-2282.



95% CI: 0.08–1.33, $P=0.026$) in older adults, but there was no significant change in low-density lipoprotein level after exercise intervention ($SMD=-0.17$, 95% CI: -0.36 to 0.02 , $P=0.085$). Subgroup analysis results revealed that ≥ 150 minutes of exercise per week could effectively improve blood lipids and the total effect size was greater than that of < 150 minutes of exercise per week.

CONCLUSION: Long-term exercise can effectively improve the levels of triglyceride, total cholesterol, and high-density lipoprotein in healthy elderly people, but the effect on improving low density lipoprotein has not been determined, which may be related to a variety of factors. We suggest that when exercising to improve blood lipids, we should not only pay attention to the effect on total low-density lipoprotein, but also focus on the health benefits of exercise for adults or older adults with different health conditions. At the same time, in order to better improve the health effects of exercise, we recommend that older adults need at least 150 minutes of exercise a week. However, due to the obvious heterogeneity of the included studies, the conclusions of this study need to be verified by more high-quality studies.

Keywords: older adults; exercise; blood lipid; low-density lipoprotein; randomized controlled trial; Meta-analysis

How to cite this article: PENG TH, YANG L, DING XG, MENG PJ. A systematic review and meta-analysis of the effects of long-term exercise on blood lipids in healthy elderly people. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu*. 2023;27(14):2276-2282.

0 引言 Introduction

随着经济的发展、生活方式和饮食结构的改变，心血管疾病已经成为中国城乡居民的首要死亡原因。目前，中国心血管疾病患病率及死亡率仍处于上升阶段，推算心血管疾病现患人数 3.30 亿，其中脑卒中 1 300 万，冠心病 1 139 万；心血管疾病死亡占城乡居民总死亡原因的首位，农村为 46.66%，城市为 43.81%^[1]。中国心血管疾病负担日渐加重，已成为重大的公共卫生问题。

血脂代谢异常一直是心血管疾病的危险因素，老年人血脂异常将严重影响其生活质量。如何让老年人健康地生活一直被研究者关注的话题。近年来，研究发现运动可以有效缓解老年人血脂代谢异常，提高老年人的生活质量^[2-4]。但是，目前关于运动改善血脂仍存在一些未解决的问题。首先哪种运动方式及强度可以最大化改善血脂仍然未知；其次，运动是否可以有效影响低密度脂蛋白存在争议。虽然多数研究认为运动可以降低低密度脂蛋白，但这可能是因为研究对象所致，因为多数的研究对象均为老年慢性病患者，他们的低密度脂蛋白水平都较高。除此之外，也有研究对运动降低低密度脂蛋白提出了相反的观点，ALBARRATI 等^[5]认为低到中等强度运动无法改善低密度脂蛋白。MURPHY 等^[6]评估了每周 2 次 45 min 行走对久坐人群血脂的影响，发现运动干预并没有降低低密度脂蛋白，但改善了受试者体脂并提高了肺活量。MIYAKI 等^[7]发现有氧运动后甚至增加了低密度脂蛋白，但没有统计学意义。所以，此次研究选用健康、非慢性病患者的老年人群为研究对象，旨在评价长期运动对健康老年人群血脂的影响，探讨长期运动是否可以影响健康老年人群低密度脂蛋白。

1 资料和方法 Data and methods

1.1 资料来源

1.1.1 检索者 彭团辉、杨玲。

1.1.2 资料库 PubMed、Cochrane library、EBSCO、中国知网数据库。

1.1.3 检索词 中文检索词：“运动、老年人、血脂、血清甘油三酯、总胆固醇、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、随机对照”。英文检索词：采用主题词结合自由词进行检索，包括“Exercise; Aged; Triglycerides; Cholesterol; Lipoproteins, HDL; Lipoproteins, LDL; Randomized Controlled Trials as topic”。

1.1.4 检索文献时限 各数据库建库至 2021 年 6 月。

1.1.5 数据库检索策略 以 PubMed 为例，检索式见图 1。

```
#1 Search: Physical Activity
#2 Search: Physical Exercise
#3 Search: Physical Training
#4 Search: "Exercise"[Mesh]
#5 #1 OR #2 OR #3 OR #4
#6 Search: elderly
#7 Search: "Aged"[Mesh]
#8 #6 OR #7
#9 Search: Triacylglycerol
#10 Search: Triacylglycerols
#11 Search: TG
#12 Search: "Triglycerides"[Mesh]
#13 #9 OR #10 OR #11 OR #12
#14 Search: total cholesterol
#15 Search: total cholesterol
#16 Search: TC
#17 Search: "Cholesterol"[Mesh]
#18 #14 OR #15 OR #16 OR #17
#19 Search: High-Density lipoproteins
#20 Search: High Density lipoproteins
#21 Search: HDL
#22 Search: "Lipoproteins, HDL"[Mesh]
#23 #19 OR #20 OR #21 OR #22
#24 Search: Low-Density lipoproteins
#25 Search: Low Density lipoproteins
#26 Search: LDL
#27 Search: "Lipoproteins, LDL"[Mesh]
#28 #24 OR #25 OR #26 OR #27
#29 #13 OR #18 OR #23 OR #28
#30 Search: "Randomized Controlled Trial" [Publication Type]
#31 Search: "Randomized Controlled Trials as topic"[Mesh]
#32 #30 OR #31
#33 #5 AND #8 AND #29 AND #32
```

图 1 | PubMed 数据库检索策略

Figure 1 | Search strategies for PubMed database

1.2 文献纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 文献纳入依据循证医学

PICOS 原则：①研究对象均为老年人，平均年龄大于或等于 60 岁；②干预措施包括多种运动运动方式且时间大于 2 个月；③运动干预 vs. 不运动干预；④结局指标包括血脂四项；④研究类型为随机对照研究。

1.2.2 排除标准 为了保证受试者的血脂水平相差不大，降低研究间的异质性，根据《中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)》和欧美血脂相关指南的定义^[8-10]，制定了以下排除标准：①排除高血压、糖尿病等慢性疾病老年人，且研究对象并无明显的心血管疾病，研究对象的血脂等级需处于低风险；②排除单次运动干预研究；③排除对照组存在药物或其他干预方式。

1.3 资料提取 由 2 位研究者采用独立双盲的方式对最终纳入的文献逐一进行数据提取，内容包括：作者、发表年份、国家、体质量、性别、年龄、干预周期、干预人数、干预方式以及结局指标。如意见不统一，则由第 3 名研究者通过共同讨论进行判定。

1.4 文献质量评价 由 2 位研究者独立通过 Cochrane 偏倚风险评估工具对纳入文献进行质量评价，利用 Review manager 5.3 对纳入文献进行质量评估，包括随机序列生成、分配隐藏、双盲、结果数据不完整、选择性报告及其他偏倚。如意见不统一，则由第 3 名研究者通过共同讨论进行判定。

1.5 结局指标 此项 Meta 分析的主要结局指标：低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein, LDL)；次要结局指标：三酰甘油 (triglyceride, TG)、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白 (high-density lipoprotein, HDL)。

1.6 统计学分析 运用 Stata 14.0 软件对结果进行统计分析。采用固定效应模型和随机效应模型计算标准化均数差 (SMD)，并通过 I^2 统计量定量分析研究间异质性。当 $I^2=0$ 时研究间无异质性；当 $I^2=25\%$ 时，表明存在轻度异质性；当 $I^2=50\%$ 时，表明存在中度异质性；当 $I^2=75\%$ 时，表明存

在高度异质性。异质性较小时采用固定效应模型，若异质性较大则采用随机效应模型，并通过亚组分析探索异质性的来源。对有多种运动方式的研究，对其结果进行了数据合并，具体参考方式见图 2。

2 结果 Results

2.1 文献检索结果 通过各个数据库检索，共获得文献 2 000 篇；导入文献管理软件 EndNote X9 去除重复文献后，获得文献 1 638 篇；通过阅读题目和摘要排除不相关文献 1 408 篇，剩余可能合格文献 230 篇；进一步阅读全文去除不相关文献 221 篇，最终纳入定性和 Meta 分析的共有 9 篇文献^[7, 11-18]，见图 3。

2.2 纳入文献的基本特征 纳入的 9 篇研究中，共 409 名受试者（实验组 226 名，对照组 183 名）。其中，有 2 篇文献缺少三酰甘油的数据^[11-12]；有 3 篇文献是多种运动方式^[11, 13-14]，4 篇文献是有氧运动^[7, 12, 15-16]，1 篇是登台阶^[17]，1 篇是水上运动^[18]；对照组保持日常生活或者不运动。纳入文献的基本特征见表 1。

2.3 纳入研究的质量评价 纳入的 9 篇研究中^[7, 11-18]，所有研究都提及随机分配。1 篇研究未做到分配隐藏^[14]，其余均不确定。9 篇文献都让受试者签订了知情同意书^[7, 11-18]，故均未做到双盲，但系统评价员判断结局不会受到未施盲法的影响，均选择了“低风险”。3 篇研究出现了人员失访和退出的情况^[11-12, 14]，其余研究未出现或者进行了相应的处理。3 篇文献存在

	组 1 (如男性)	组 2 (如女性)	合并组
样本量	N1	N2	N1 + N2
均数	M1	M2	$\frac{N_1M_1 + N_2M_2}{N_1 + N_2}$
标准差	SD1	SD2	$\sqrt{\frac{(N_1 - 1)SD_1^2 + (N_2 - 1)SD_2^2 + \frac{N_1N_2}{N_1 + N_2}(M_1^2 + M_2^2 - 2M_1M_2)}{N_1 + N_2 - 1}}$

图 2 | 合并组计算公式

Figure 2 | Calculation formula in combined group

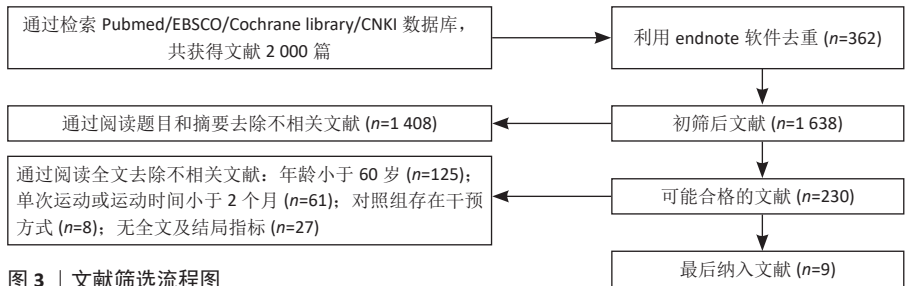


图 3 | 文献筛选流程图

Figure 3 | Flow chart of literature retrieval

报告偏倚^[11-13]，1 篇文献不存在^[14]，且其余无法判断。4 篇文献存在其他偏倚^[11-14]，3 篇不存在^[7, 15, 17]，且其余无法确定。见图 4, 5。

2.4 Meta 分析结果

2.4.1 三酰甘油效应量 Meta 分析 7 篇文献进行了运动对老年人三酰甘油干预效果的评估^[7, 13-18]，图 6 为实验组和对照组三酰甘油效应量数据合并 Meta 分析结果。结果显示，运动干预后老年人三酰甘油水平显著降低 ($SMD=-0.67$, $95\%CI: -1.14$

至 -0.20 , $P=0.006$)，差异有统计学意义。异质性检验结果显示 $I^2=67.1\%$ ，表示存在较高异质性，应选择随机效应模型，并探讨异质性的来源。

为了探究异质性的来源，对体质量、干预周期、每周运动时间进行了亚组分析 (表 2)，结果显示均不是异质性的来源。于是采用了敏感性分析的方法进一步寻找异质性的来源，发现去除 ANTUNES 等^[15]后，总的效应量变为 $SMD=-0.44$, $95\%CI:$

表 1 | 纳入研究的基本特征

Table 1 | Basic characteristics of the included studies

作者	发表年份	国家	体质量 (BMI)	性别	年龄 (岁)	干预周期	干预人数 (T/C)	干预方式		指标
								实验组	对照组	
MARTINS ^[13]	2010	葡萄牙	超重	女 38 男 25	76±8	16 周	32/31	有氧训练: 每周 3 次, 每次 45 min; 抗阻训练: 1 组 8 重复 (1-2 周); 1 组 12 重复 (3-4 周); 2 组 8 重复 (5-6 周); 2 组 10 重复 (7-8 周); 2 组 12 重复 (9-10 周); 2 组 15 重复 (11-12 周); 3 组 12 重复 (13-14 周); 3 组 15 重复 (15-16 周)。组内间隔时间至少 3 min。每周 3 次	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	
MIYAKI ^[7]	2012	日本	正常	女 22	60±6	2 个月	11/11	有氧训练 1 周 3-5 次, 每次 45 min	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	
OHTA ^[17]	2012	日本	正常	女 26	65-85	12 周	13/13	登台阶, 每天进行 10-20 min, 每周总计 140 min	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	
ANTUNES ^[15]	2015	巴西	超重	男 45	60-75	6 个月	22/23	有氧训练, 3 次/周, 每次 60 min	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	
ANDERSEN ^[14]	2016	丹麦	超重	男 26	68.1±2.1	52 周	足球: 9; 抗阻: 9; 对照: 8	两组前 16 周均每周 2 次, 每次 1 h, 后 36 周每周 3 次, 每次 1 h。足球: 一周 2 次 (1-16 周), 每次 1 h; 一周 3 次 (17-52 周), 每次 1 h; 抗阻: 3×16-20RM(1-4 周); 3×12RM(5-8 周); 3×10RM(9-12 周); 4×8RM(13-52 周)	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	
ROSSI ^[11]	2016	巴西	超重	女 65	61.06±6.3	16 周	有氧: 15; 有氧+抗阻: 32; 对照: 18	有氧运动: 一周 3 次, 每次 1 h; 联合运动: 27 min 力量+30 min 有氧	安静 TC; HDL; LDL	
HA ^[18]	2018	韩国	超重	女 19	75±4.32	12 周	11/8	水上运动, 一周 3 次, 每次 50 min	安静 TG; TC; HDL; LDL	
VICENTE-CAMPOS ^[16]	2012	西班牙	超重	女 25 男 18	62-67	7 个月	22/21	70% 最大心率有氧训练, 每周三四次, 每次 50 min	安静 TG; TC; HDL; LDL	
FINUCANE ^[12]	2010	英国	超重	女 44 男 56	67.4-76.3	12 周	50/50	有氧训练, 一周 3 次, 每次 60 min	保持日 TG; TC; 常生活 HDL; LDL	

表注: T= 实验组; C= 对照组; TG= 三酰甘油; TC= 总胆固醇; HDL= 高密度脂蛋白; LDL= 低密度脂蛋白; 超重: 根据 WHO 规定, BMI 超过 25 kg/m²。BMI= 体质指数

-0.732 至 -0.157, $P=0.002$, 且 $I^2=0\%$, 与未去除前相比异质性变化较大, 表明 ANTUNES 等^[15] 这篇研究可能是异质性的来源。

2.4.2 总胆固醇效应量 Meta 分析 共有 9 篇文献进行了运动对老年人总胆固醇干预效果的评估^[7, 11-18], 图 7 为实验组和对对照组总胆固醇效应量数据合并 Meta 分析结果。结果显示, 运动干预后老年人总胆固醇水平显著降低 ($SMD=-0.42$, $95\%CI: -0.82$ 至 -0.02 , $P=0.04$), 差异有统计学意义。异质性检验结果显示 $I^2=71.9\%$, 表示存在较高异质性, 应选择随机效应模型, 并探讨异质性的来源。

为了探究异质性的来源, 对体质量、干预周期、是否合并数据、每周运动时间进行了亚组分析 (表 3), 结果显示均不是异质性的来源。于是采用了敏感性分析的方法进一步寻找异质性的来源, 发现去除 ANTUNES 等^[15] 后, 总的效应量变为 $SMD=-0.235$, $95\%CI: -0.447$ 至 -0.024 , $P=0.029$, 且 $I^2=0\%$, 与未去除前相比异质性变化较大, 表明 ANTUNES 等^[15] 这篇研究可能是异质性的来源。

2.4.3 高密度脂蛋白效应量 Meta 分析 共有 9 篇文献进行了运动对老年人高密度脂蛋白干预效果的评估^[7, 11-18], 图 8 为实验组和对对照组高密度脂蛋白效应量数据合并 Meta 分析结果。结果显示, 运动干预后老年人高密度脂蛋白水平显著增加 ($SMD=0.71$, $95\%CI: 0.08-1.33$, $P=0.026$), 差异有统计学意义。异质性检验结果显示 $I^2=88.3\%$, 表示存在较高异质性, 应选择随机效应模型, 并探讨异质性的来源。

为了探究异质性的来源, 对体质量、干预周期、是否合并数据、每周运动时间进行了亚组分析 (表 4), 结果显示均不是异质性的来源。于是采用了敏感性分析的方法进一步寻找异质性的来源, 逐篇排除文献后并未发现异质性有较大变化。

2.4.4 低密度脂蛋白效应量 Meta 分析 共有 9 篇文献进行了运动对老年人低密度脂蛋白干预效果的评估^[7, 11-18], 图 9 为实验组和对对照组低密度脂蛋白效应量数据合并 Meta 分析结果。结果显示, 运动干预后老年人低密度脂蛋白水平没有发生显著性变化 ($SMD=-0.17$, $95\%CI: -0.36-0.02$, $P=0.085$), 差异没有统计学意义。异质性检验结果显示 $I^2=0\%$, 不存在异质性, 应选择固定效应模型。

2.5 敏感性分析 敏感性分析是检验 Meta 分析结果稳定性的方法, 在这里采用不同效应模型比较检验结局的稳定。表 5 发现, 不同效应模型比较结局指标前后没有明显的变化, 说明此次研究 Meta 分析的结果稳定。

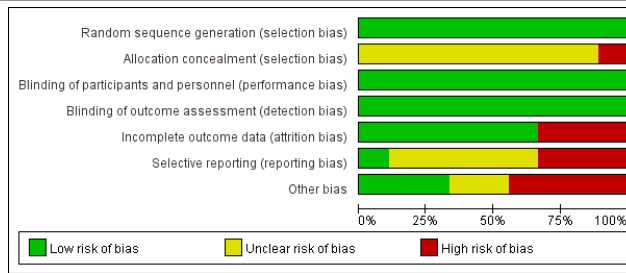


图 4 | 纳入研究文献质量评估

Figure 4 | Quality assessment of the included studies

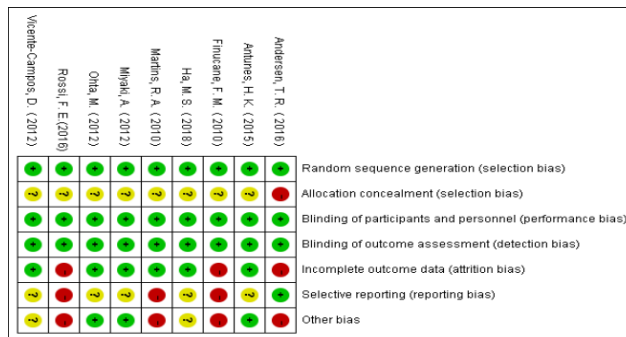
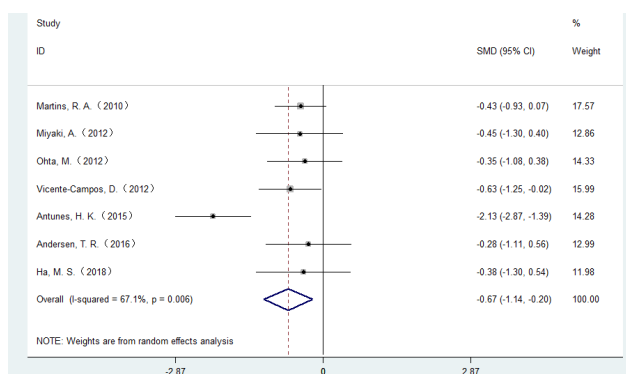


图 5 | 纳入研究文献方法质量学评估示意图

Figure 5 | Schematic diagram of methodological quality assessment of the included studies



图注: 运动干预后老年人三酰甘油水平显著降低 ($SMD=-0.67$, $95\%CI: -1.14$ 至 -0.20 , $P=0.006$)

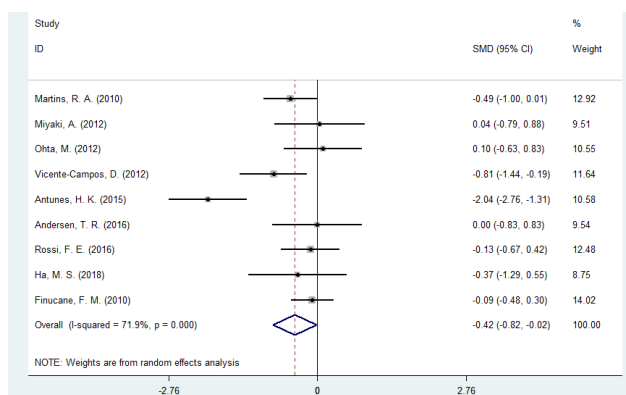
图 6 | 三酰甘油效应量 Meta 分析森林图

Figure 6 | Forest plot of Meta-analysis on the effect size of triglyceride

表 2 | 健康老年人长期运动后三酰甘油的亚组分析

Table 2 | Subgroup analysis of triglyceride after long-term exercise in healthy elderly people

研究特征	实验数	Tau ²	SMD (95% CI)	I ² 值	P 值	SMD P 值	
体质量	超重	5	0.40	-0.772(-1.416, -0.128)	76.6%	0.002	0.019
	正常	2	0	-0.393(-0.948, 0.162)	0%	0.862	0.165
干预周期	< 6 个月	4	0	-0.407(-0.751, -0.063)	0%	0.998	0.021
	≥ 6 个月	3	0.77	-1.108(-2.097, 0.061)	85.0%	0.001	0.065
每周运动时间	< 150 min	2	0	-0.403(-0.816, -0.01)	0%	0.867	0.056
	≥ 150 min	5	0.46	-0.792(-1.484, -0.1)	74.6%	0.003	0.025



图注: 运动干预后老年人总胆固醇水平显著降低 ($SMD=-0.42$, $95\%CI: -0.82$ 至 -0.02 , $P=0.04$)

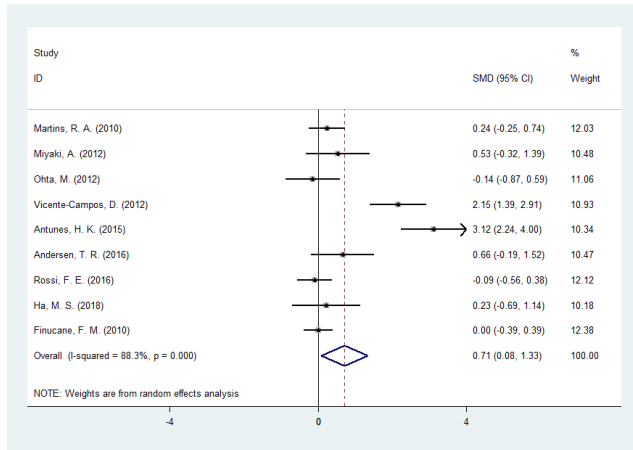
图 7 | 总胆固醇效应量 Meta 分析森林图

Figure 7 | Forest plot of Meta-analysis on the effect size of total cholesterol

表 3 | 健康老年人长期运动后总胆固醇的亚组分析

Table 3 | Subgroup analysis of total cholesterol after long-term exercise in healthy elderly people

研究特征	实验数	Tau ²	SMD(95% CI)	I ² 值	P 值	SMD P 值	
体质量	超重	7	0.30	-0.546(-1.109, -0.074)	76.4%	0	0.024
	正常	2	0	0.076(-0.473, 0.625)	0%	0.920	0.786
干预周期	< 6 个月	6	0	-0.172(-0.406, -0.061)	0%	0.738	0.148
	≥ 6 个月	3	0.80	-0.963(-2.075, 0.131)	85.4%	0.001	0.084
是否合并数据	是	2	0	-0.088(-0.543, 0.367)	0%	0.804	0.704
	否	7	0.34	-0.52(-1.024, -0.017)	77.4%	0	0.043
每周运动时间	< 150 min	2	0.75	-0.258(-0.829, 0.313)	42.5%	0.187	0.375
	≥ 150 min	7	0.37	-0.482(-1.002, -0.038)	77.4%	0	0.069



图注：运动干预后老年人高密度脂蛋白水平显著增加 (SMD=0.71, 95%CI: 0.08-1.33, P=0.026)

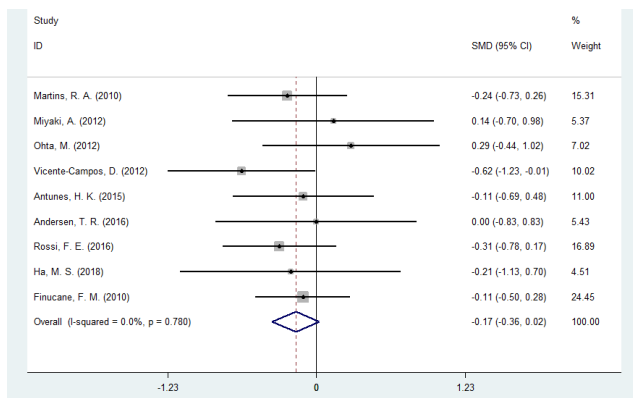
图 8 | 高密度脂蛋白效应量 Meta 分析森林图

Figure 8 | Forest plot of Meta-analysis on the effect size of high-density lipoprotein

表 4 | 健康老年人长期运动后高密度脂蛋白的亚组分析

Table 4 | Subgroup analysis of high-density lipoprotein after long-term exercise in healthy elderly people

研究特征	实验数	Tau ²	SMD(95% CI)	I ² 值	P 值	SMD P 值	
体质量	超重	7	0.95	0.859(0.092, 1.627)	90.9%	0	0.028
	正常	2	0.63	0.16(-0.496, 0.816)	27.9%	0.239	0.633
干预周期	< 6 个月	6	0	0.067(-0.159, 0.293)	0%	0.761	0.562
	≥ 6 个月	3	1.23	1.976(0.632, 3.32)	87.3%	0	0.004
是否合并数据	是	2	0.16	0.198(-0.521, 0.918)	90.4%	0.129	0.589
	否	7	1.04	0.848(0.043, 1.654)	56.7%	0	0.039
每周运动时间	< 150 min	2	0	0.121(-0.289, 0.531)	0%	0.397	0.563
	≥ 150 min	7	1.10	0.914(0.088, 1.741)	90.8%	0	0.030



图注：运动干预后老年人低密度脂蛋白水平没有显著变化 (SMD=-0.17, 95%CI: -0.36-0.02, P=0.085)

图 9 | 低密度脂蛋白效应量 Meta 分析森林图

Figure 9 | Forest plot of Meta-analysis on the effect size of low-density lipoprotein

表 5 | 不同效应模型对比分析

Table 5 | Comparative analysis of different effect models

指标	改变前				改变后			
	效应模型	SMD	95%CI 值	I ² 值	效应模型	SMD	95%CI 值	I ² 值
三酰甘油	随机	-0.67	-1.14, -0.20	67.1%	固定	-0.66	-0.92, -0.39	67.1%
总胆固醇	随机	-0.42	-0.82, -0.02	71.9%	固定	-0.34	-0.56, -0.17	71.9%
低密度脂蛋白	固定	-0.17	-0.36, 0.02	0%	随机	-0.12	-0.37, 0.02	0%
高密度脂蛋白	随机	0.71	0.08, 1.33	88.3%	固定	0.42	0.21, 0.62	88.3%

2.6 发表偏倚分析 最终纳入文献数量少于 10 篇, 不适合采用漏斗图来评估发表偏倚, 所以研究也存在潜在的发表偏倚。

3 讨论 Discussion

3.1 长期运动对健康老年人群三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白的影响 随着年龄的增加, 老年人群易出现高脂血症, 这是老年人易发心血管相关疾病的高危因素。多年来, 运动一直是预防及治疗血脂代谢紊乱的重要手段, 于 2016 年发布的《中国成人血脂防治指南》也提到了运动治疗血脂紊乱的重要作用^[8]。此次荟萃分析发现, 长期运动可以有效改善健康老年人群三酰甘油、总胆固醇和高密度脂蛋白, 但三者均有较大的异质性。

运动对血脂的影响与多种因素相关, 包括受试者的特征、运动形式及运动量, 这些都可能是异质性的来源。为了探究异质性的来源, 进行了亚组分析, 由于研究数量有限, 无法对运动形式进行亚组分析, 文中分别对受试者体质量、干预周期以及每周运动时间进行了亚组分析。

体质量亚组分析结果发现, 体质量并不是三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白总效应量的异质性来源, 但有趣的是, 文中发现超重组的运动改善血脂效果大于正常组且具有统计学意义。以往荟萃分析表明, 有氧运动可以有效改善血脂和脂蛋白, 并且受试者的体质量指数有所下降^[19-21], 表明二者可能存在一定的联系。但此次研究由于部分文献缺少运动后体质量指数数据, 无法进一步分析运动改善血脂和体质量降低是否存在一定的联系。但是, IGARASHI 等^[22] 随后将体质量指数和血脂进行了亚组分析, 发现体质量指数显著降低组的血脂并没有发生明显的改变, 作者认为这可能与运动周期有关。苏杭^[23] 的 Meta 分析结果显示, 有氧运动可以显著改善 13-24 岁肥胖人群身体形态和血脂水平, 但 12 周以下有氧运动对身体形态有显著影响, 对血脂影响不明显; 12 周以上有氧运动对二者均有显著影响。汪毅^[24] 对静坐中老年女性运动干预的研究也发现, 6 个月的运动干预对体质量和血脂均有显著的改善, 而 3 个月的干预没有明显的改善。

有研究发现, 较为全面的血脂状况改善要在较长的锻炼周期后(6 个月)才能出现^[25]。对干预周期的亚组分析发现, 干预周期并不是三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白总效应量的异质性来源。在三酰甘油、总胆固醇组的亚组分析中, ≥ 6 个月的运动虽然降脂总效应量大于 < 6 个月的运动, 但差异无统计学意义, 这可能

是因为此次研究文献数量较少, 往后的研究需要进一步扩大研究数量。其次, 根据 AHA 和 ACSM 指南建议^[26], 此次研究侧重于每周运动时间为 150 min。亚组分析结果显示每周运动时间并不是总效应量的异质性来源, 每周运动时间 ≥ 150 min 的运动可以有效改善血脂状况, 并且总的效应量大于每周 < 150 min 的运动。因此, 血脂的改善可能与运动量有关。以前的 Meta 分析研究也得到过类似的结论, KODOMA 等^[27]发现运动提高高密度脂蛋白的最小运动量为每周运动 120 min 或者每周消耗 3 765.6 kJ 能量, 并且每次运动延长 10 min, 高密度脂蛋白水平增加约 0.036 4 mmol/L。这种关系同样的血压中也有研究, 一项涉及东亚人的 Meta 分析显示, 每周运动量 ≥ 150 min 的受试者比那些每周运动 < 150 min 的受试者降低收缩压的幅度更大^[28]。

由于此次研究先前的亚组分析并未找到三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白总效应量的异质性来源, 所以进一步进行了敏感性分析。敏感性分析结果发现, ANTUNES 等^[15]这篇研究可能是三酰甘油、总胆固醇总效应量异质性的来源。通过进一步阅读这篇研究和其它研究, 认为可能是不同方法测量运动强度所致, ANTUNES 等^[15]的运动强度是通过直接测定第一通气阈设定, 而其它研究是通过间接设定心率百分比确定运动强度, 二者可能存在一定误差。但并没有找到高密度脂蛋白总效应量的异质性来源, 可能其异质性由其它原因引起, 比如地区、人种等^[22]。

3.2 长期运动对健康老年人群低密度脂蛋白的影响 当前的研究并没有发现长期运动可以有效降低老年人群低密度脂蛋白, 这与前人的研究结果相同^[5, 22, 29]。在该研究纳入的 9 篇文献中, 有 2 篇报道了运动后低密度脂蛋白的降低^[13, 17], 但 MARTINS 等^[13]控制了饮食类型, 并没有要求受试者随意进食; OHTA 等^[17]的样本量较少且个体差异大, 导致研究结果可能不可靠。作者认为, 在研究过程中多种因素会对试验结果有影响, 比如运动类型、饮食、样本量、体质量减轻、脂肪含量降低、受试者对运动的完成度以及专家监督都可能对试验结果产生一定的影响。此外, 纳入研究的背景、文化、教育程度不同也可能对结果产生影响, 这些因素混合在一起, 在不同程度上影响了此次研究结果的准确性。

高低密度脂蛋白水平会导致心血管相关疾病发生率的增加, 所以研究运动与低密度脂蛋白之间的关系, 明白运动在其中的作用是十分重要的^[30]。目前, 关于

运动对人体低密度脂蛋白的影响仍有很大争议。有研究认为, 运动可以降低低密度脂蛋白^[31-32], 另有研究发现运动增加了低密度脂蛋白^[33]。作者认为, 这些研究结果的不同可能是由于受试者体质量差异所导致的。一些研究表明, 单独的有氧运动不能改变空腹血液中低密度脂蛋白水平, 除非体质量在干预中间也发生了变化。除此之外, GOLDBERG 等^[34]研究发现若体质量丢失 1 kg, 则会导致低密度脂蛋白降低大约 0.021 mmol/L。

尽管目前关于运动对低密度脂蛋白的影响还没有统一的观点, 但研究仍表明低密度脂蛋白相关亚型在预防及治疗心血管疾病中的重要作用。研究发现, 小而密的低密度脂蛋白 (small and low density lipoprotein, sdLDL) 与心血管相关疾病的关系更为密切^[35-36]。一项荟萃分析发现, 运动可以有效降低 sdLDL 的粒子数目, 并且增加了粒子径大小^[37]。因此, 作者认为运动对低密度脂蛋白的影响不应只关注于对总低密度脂蛋白的影响, 也应考虑对低密度脂蛋白亚型的影响。然而, VARADY 等^[38]研究发现短期耐力运动降低了高胆固醇血症患者的低密度脂蛋白颗粒体积, 因此他们认为有氧运动可能会增加冠心病的风险。相反, ELOSUA 等^[39]研究认为有氧运动没有对低密度脂蛋白粒子径有影响。

当然, 另有一些研究认为低水平的低密度脂蛋白可能带来更为负面的影响。YANG 等^[40]研究发现, 在患有急性出血性梗死的人群中, 低水平的低密度脂蛋白与高出血性转化发生率相关。一项关于低密度脂蛋白水平与出血性卒中风险的队列研究发现, 当低密度脂蛋白水平低于 1.82 mmol/L 时, 卒中发生率提高为 0.8%; 而当低密度脂蛋白水平 ≥ 1.82 mmol/L 时, 卒中中的发生率为 0.4%; 进一步分析发现, 低密度脂蛋白水平与脑出血风险之间存在 U 型曲线关系, 与低密度脂蛋白胆固醇水平为 2.6-3.38 mmol/L 的患者相比, 低密度脂蛋白胆固醇水平 < 1.82 mmol/L 的患者发生出血性卒中的风险是其的 2.17 倍 (95%CI: 1.05-4.48)^[41]。JOHANNESSEN 等^[42]的研究也得到了类似的结论, 低密度脂蛋白水平与全因死亡率之间呈现 U 型关系, 低密度脂蛋白水平过高或过低都与全因死亡风险增加有关。研究共纳入 10.8 万人, 年龄在 20-100 岁之间, 发现在所有人群以及未接受降脂治疗的人群中, 当低密度脂蛋白水平为 3.6 mmol/L (140 mg/dL) 时, 平均全因死亡风险最低; 而在接受降脂治疗的人群中, 当低密度脂蛋白胆固醇水平为 2.3 mmol/L (89 mg/dL) 时, 平均全因死

亡风险最低。所以, 他们认为对于动脉粥样硬化性心血管疾病风险较低的人群, 低密度脂蛋白胆固醇水平略高 (3.6 mmol/L) 并不一定有害, 决定何时启动降脂治疗很重要, 而不仅仅是低密度脂蛋白胆固醇水平略微增加就要治疗。这些研究均表明并不是低密度脂蛋白水平越低越好, 这也证明了为什么部分研究发现运动后受试者低密度脂蛋白水平有所增加或不变。

总之, 运动可以有效预防及治疗血脂紊乱这是毋庸置疑的, 对于低密度脂蛋白, 多种因素会对试验结果造成影响, 不应只关注于运动对总低密度脂蛋白的影响, 也应关注对低密度脂蛋白亚型的影响, sdLDL 已被证明是冠心病的重要相关危险因素之一^[43]。但是, 对于这些研究, 作者认为应关注于运动对不同健康状况成年或老年人的健康效益, 而不仅仅是血液中某种脂蛋白。

3.3 研究的局限性 此次 Meta 分析仍存在一定的局限性: ①文章纳入的都是公开发表的文献, 未公开发表的文献没有纳入, 在一定程度上可能会影响资料的全面性; ②各研究间运动强度、频率及时间存在较大差别, 可能会产生一定的异质性并影响 Meta 分析的结果; ③此次研究并没有达到预期的研究目的, 由于部分文献缺少受试者的运动强度, 故只对运动时间进行了讨论, 期待以后有更多的研究可以纳入讨论, 为运动预防及治疗老年人血脂提供更多科学的理论依据。

3.4 总结 此次研究发现长期运动可以有效改善健康老年人群三酰甘油、总胆固醇、高密度脂蛋白水平, 但尚未确定对低密度脂蛋白的改善作用, 这可能与多种因素相关。作者建议进行运动改善血脂时不应只关注于对总低密度脂蛋白的影响, 还应关注于运动对不同健康状况成年或老年人的健康效益。同时为了更好地提高运动健康效应, 建议老年人需要每周运动至少 150 min。但是, 由于纳入研究的异质性比较明显, 该研究结论尚需要开展更多的高质量研究进行验证。

致谢: 感谢徐晓阳教授在百忙之中对本文设计过程给予的指导和帮助。

作者贡献: 文章设计者为彭团辉, 资料收集者和数据分析者为彭团辉和杨玲, 彭团辉、丁小歌和蒙鹏骏负责撰写论文, 杨玲、徐晓阳负责文章审核。

利益冲突: 文章的全部作者声明, 在课题研究过程和文章撰写过程中不存在利益冲突。

开放获取声明: 这是一篇开放获取文章, 根据《知识共享许可协议》“署名-非商业性使用-相同方式共享 4.0”条款, 在合理引用的情况下, 允许他人以非商业性目的基于原文内容编辑、调整和扩展, 同时允许任何用户阅读、下载、拷贝、传递、打印、检索、超级链接该文献, 并为之建立索引, 用作软件的输入数据或其它任何合法用途。

版权转让: 文章出版前全体作者与编辑部签署了文章版权转让协议。

出版规范: 文章撰写遵守了《系统综述和荟萃分析报告规范》(PRISMA 声明)。文章出版前已经过专业反剽窃文献检测系统进行 3 次查重。文章经小同行外审专家双盲外审, 同行评议认为文章符合期刊发稿宗旨。

4 参考文献 References

- [1] 中国心血管健康与疾病报告编写组. 中国心血管健康与疾病报告 2020 概要 [J]. 中国循环杂志, 2021, 36(6): 521-545.
- [2] 蔡芳. 有氧运动对老年慢性病患者健康管理效果的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(19): 4762-4765.
- [3] 王保平. 老年人体育锻炼现状及其对老年人心血管功能指标的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(5): 1005-1007.
- [4] PEKAS EJ, SHIN J, SON WM, et al. Habitual Combined Exercise Protects against Age-Associated Decline in Vascular Function and Lipid Profiles in Elderly Postmenopausal Women. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(11): 3893.
- [5] ALBARRATI AM, ALGHAMDI M SM, NAZER RI, et al. Effectiveness of Low to Moderate Physical Exercise Training on the Level of Low-Density Lipoproteins: A Systematic Review. *Biomed Res Int*. 2018; 2018: 5982980.
- [6] MURPHY MH, MURTAGH EM, BOREHAM CA, et al. The effect of a worksite based walking programme on cardiovascular risk in previously sedentary civil servants. *BMC Public Health*. 2006; 6: 136.
- [7] MIYAKI A, MAEDA S, CHOI Y, et al. Habitual aerobic exercise increases plasma pentraxin 3 levels in middle-aged and elderly women. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37(5): 907-911.
- [8] 诸骏仁. 中国成人血脂异常防治指南 (2016 年修订版) [J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10): 937-953.
- [9] STONE NJ, ROBINSON JG, LICHTENSTEIN AH, et al. 2013 ACC/AHA guideline on the treatment of blood cholesterol to reduce atherosclerotic cardiovascular risk in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2014; 63(25 Pt B): 2889-2934.
- [10] CATAPANO AL, REINER Z, DE BACKER G, et al. ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias The Task Force for the management of dyslipidaemias of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Atherosclerosis Society (EAS). *Atherosclerosis*. 2011; 217(1): 3-46.
- [11] ROSSI FE, FORTALEZA AC, NEVES LM, et al. Combined Training (Aerobic Plus Strength) Potentiates a Reduction in Body Fat but Demonstrates No Difference on the Lipid Profile in Postmenopausal Women When Compared With Aerobic Training With a Similar Training Load. *J Strength Cond Re*. 2016; 30(1): 226-234.
- [12] FINUCANE FM, SHARP SJ, PURSLOW LR, et al. The effects of aerobic exercise on metabolic risk, insulin sensitivity and intrahepatic lipid in healthy older people from the Hertfordshire Cohort Study: a randomised controlled trial. *Diabetologia*. 2010; 53(4): 624-631.
- [13] MARTINS RA, VERISSIMO MT, COELHO E SILVA MJ, et al. Effects of aerobic and strength-based training on metabolic health indicators in older adults. *Lipids Health Dis*. 2010; 9: 76.
- [14] ANDERSEN TR, SCHMIDT JF, PEDERSEN MT, et al. The Effects of 52 Weeks of Soccer or Resistance Training on Body Composition and Muscle Function in +65-Year-Old Healthy Males--A Randomized Controlled Trial. *PLoS One*. 2016; 11(2): e0148236.
- [15] ANTUNES HK, DE MELLO MT, DE AQUINO LEMOS V, et al. Aerobic physical exercise improved the cognitive function of elderly males but did not modify their blood homocysteine levels. *Dement Geriatr Cogn Dis Extra*. 2015; 5(1): 13-24.
- [16] VICENTE-CAMPOS D, MORA J, CASTRO-PINERO J, et al. Impact of a physical activity program on cerebral vasoreactivity in sedentary elderly people. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012; 52(5): 537-544.
- [17] OHTA M, HIRAO N, MORI Y, et al. Effects of bench step exercise on arterial stiffness in postmenopausal women: contribution of IGF-1 bioactivity and nitric oxide production. *Growth Horm IGF Res*. 2012; 22(1): 36-41.
- [18] HA MS, KIM JH, KIM YS, et al. Effects of aquarobic exercise and burdock intake on serum blood lipids and vascular elasticity in Korean elderly women. *Exp Gerontol*. 2018; 101: 63-68.
- [19] LEON AS, SANCHEZ OA. Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc*. 2001; 33: S502-515.
- [20] KELLEY GA, KELLEY KS, ROBERTS S, et al. Combined effects of aerobic exercise and diet on lipids and lipoproteins in overweight and obese adults: a meta-analysis. *J Obes*. 2012; 2012: 985902.
- [21] KELLEY GA, KELLEY KS, ROBERTS S, et al. Comparison of aerobic exercise, diet or both on lipids and lipoproteins in adults: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Nutr*. 2012; 31(2): 156-167.
- [22] IGARASHI Y, AKAZAWA N, MAEDA S. Effects of Aerobic Exercise Alone on Lipids in Healthy East Asians: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Atheroscler Thromb*. 2019; 26(5): 488-503.
- [23] 苏杭. 我国运动减肥相关研究可视化分析及其高频关键词结果的 Meta 分析 [D]. 武汉: 武汉体育学院, 2020.
- [24] 汪毅. 55-65 岁静坐少动女性运动干预的时效性研究 [D]. 北京: 北京体育大学, 2016.
- [25] 张培珍. 血脂异常的中老年人调脂运动处方的研究 [D]. 北京: 北京体育大学, 2004.
- [26] NELSON ME, REJESKI WJ, BLAIR SN, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39(8): 1435-1445.
- [27] KODAMA S, TANAKA S, SAITO K, et al. Effect of aerobic exercise training on serum levels of high-density lipoprotein cholesterol: a meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2007; 167(10): 999-1008.
- [28] IGARASHI Y, AKAZAWA N, MAEDA S. Regular aerobic exercise and blood pressure in East Asians: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Exp Hypertens*. 2018; 40(4): 378-389.
- [29] KUHLE CL, STEFFEN MW, ANDERSON PJ, et al. Effect of exercise on anthropometric measures and serum lipids in older individuals: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2014; 4(6): e005283.
- [30] 袁空军. 中国人群 1990—2019 年高低密度脂蛋白胆固醇因疾病负担趋势分析 [J]. 中国循证医学杂志, 2022, 22(4): 444-449.
- [31] MUSCELLA A, STEFANO E, MARSIGLIANTE S. The effects of exercise training on lipid metabolism and coronary heart disease. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2020; 319(1): H76-H88.
- [32] 赵少平. 中等强度有氧运动对高血脂患者血脂水平影响的元分析——基于随机对照试验的证据 [J]. 武汉体育学院学报, 2022, 56(3): 79-85.
- [33] O'DONOVAN G, OWEN A, BIRD SR, et al. Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate- or high-intensity exercise of equal energy cost. *J Appl Physiol* (1985). 2005; 98(5): 1619-1625.
- [34] GOLDBERG AC, HOPKINS PN, TOTTH PP, et al. Familial hypercholesterolemia: screening, diagnosis and management of pediatric and adult patients: clinical guidance from the National Lipid Association Expert Panel on Familial Hypercholesterolemia. *J Clin Lipidol*. 2011; 5(3): 133-140.
- [35] DAVIDSON MH, BALLANTYNE CM, JACOBSON TA, et al. Clinical utility of inflammatory markers and advanced lipoprotein testing: advice from an expert panel of lipid specialists. *J Clin Lipidol*. 2011; 5(5): 338-367.
- [36] 刘广彬. 低密度脂蛋白亚型与冠状动脉病变程度的关系 [J]. 中国动脉硬化杂志, 2019, 27(12): 1053-1057.
- [37] SARZYNSKI MA, BURTON J, RANKINEN T, et al. The effects of exercise on the lipoprotein subclass profile: A meta-analysis of 10 interventions. *Atherosclerosis*. 2015; 243(2): 364-372.
- [38] VARADY KA, ST-PIERRE AC, LAMARCHE B, et al. Effect of plant sterols and endurance training on LDL particle size and distribution in previously sedentary hypercholesterolemic adults. *Eur J Clin Nutr*. 2005; 59(4): 518-525.
- [39] ELOSUA R, MOLINA L, FITO M, et al. Response of oxidative stress biomarkers to a 16-week aerobic physical activity program, and to acute physical activity, in healthy young men and women. *Atherosclerosis*. 2003; 167(2): 327-334.
- [40] YANG N, LIN M, WANG BG, et al. Low level of low-density lipoprotein cholesterol is related with increased hemorrhagic transformation after acute ischemic cerebral infarction. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2016; 20(4): 673-678.
- [41] MA C, GUROL ME, HUANG Z, et al. Low-density lipoprotein cholesterol and risk of intracerebral hemorrhage: A prospective study. *Neurology*. 2019; 93(5): e445-e457.
- [42] JOHANNESEN C DL, LANGSTED A, MORTENSEN MB, et al. Association between low density lipoprotein and all cause and cause specific mortality in Denmark: prospective cohort study. *BMJ*. 2020; 371: m4266.
- [43] WU B, YU Z, TONG T, et al. Evaluation of small dense low-density lipoprotein concentration for predicting the risk of acute coronary syndrome in Chinese population. *J Clin Lab Anal*. 2020; 34(3): e23085.

(责任编辑: ZN, JZP)