

· 论 著 ·

老年人体力活动与死亡的关联研究

张传帝^{1,2}, 斯淑婷³, 余运贤¹

1. 浙江大学公共卫生学院流行病学与卫生统计学系, 浙江 杭州 310012; 2. 杭州市临平区中西医结合医院, 浙江 杭州 311100;
3. 义乌市妇幼保健院 (浙江大学医学院附属儿童医院义乌分院), 浙江 义乌 322000

摘要: **目的** 探讨老年人体力活动与死亡风险的关系, 为指导老年人保持适量的体力活动提供依据。**方法** 采用回顾性队列研究方法, 通过美国国立卫生研究院-美国退休人员协会饮食与健康研究数据库收集 50~71 岁老年人的基本信息、每周体力活动项目和活动时间等资料; 以全因死亡为结局指标, 控制人口学、饮食和疾病等因素, 采用限制性立方样条模型和多因素 Cox 比例风险回归模型分析体力活动时间、活动量及不同强度组合模式与全因死亡的关联。**结果** 收集 266 072 人资料, 年龄为 (70.11±5.36) 岁, 其中男性 155 244 人, 占 58.35%; 女性 110 828 人, 占 41.65%。截至 2011 年 12 月 31 日随访结束, 266 072 人中全因死亡 36 006 例。体力活动时间 $M(Q_R)$ 为 14.00 (14.00) h/周, 体力活动量 $M(Q_R)$ 为 53.00 (54.71) MET-h/周。限制性立方样条结果显示, 体力活动达到 15.0 h/周或 50.0 MET-h/周前, 全因死亡风险下降较快; 但随着体力活动继续增加, 全因死亡风险下降趋势变缓 (均 $P<0.05$)。多因素 Cox 比例风险回归分析结果显示, 与无体力活动者相比, 体力活动时间为 0.1~<15.0 h/周、15.0~<29.5 h/周、≥29.5 h/周者 ($HR=0.502$ 、 0.386 、 0.368) 或体力活动量为 0.1~<50.0 MET-h/周、50.0~<110.8 MET-h/周、≥110.8 MET-h/周者 ($HR=0.511$ 、 0.379 、 0.354) 的全因死亡风险较低; 轻度 (0.1~<5.0 h/周)、中度 (≥5.0 h/周) 和重度 (≥1.3 h/周) 体力活动组合模式的全因死亡风险较低 ($HR=0.320$)。**结论** 适量的体力活动与死亡风险降低有关, 推荐老年人每周体力活动 15.0 h 或 50.0 MET-h 并且结合不同强度。

关键词: 体力活动; 死亡风险; 关联; 回顾性队列研究

中图分类号: R339.39 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2024) 11-0945-05

Association between physical activity and mortality among the elderly

ZHANG Chuandi^{1,2}, SI Shuting³, YU Yunxian¹

1. Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang 310012, China; 2. Hangzhou Linping District Integrated Traditional Chinese and Western Medicine Hospital, Hangzhou, Zhejiang 311100, China; 3. Yiwu Maternity and Children Health Hospital (Yiwu Branch of Children's Hospital Affiliated to Zhejiang University School of Medicine), Yiwu, Zhejiang 322000, China

Abstract: Objective To investigate the association between physical activity and the risk of mortality, so as to provide the basis for guiding the elderly to maintain appropriate levels of physical activity. **Methods** A retrospective cohort study was adopted. Basic information, weekly physical activity items and duration of the elderly aged 50-71 years old was collected from the National Institutes of Health-American Association of Retired Persons Diet and Health Study database. With all-cause mortality risk as the main outcome indicator, controlling for demographic, dietary and disease factors, the association between the duration, metabolic equivalent and intensity of physical activity and all-cause mortality risk was analyzed using restricted cubic spline and multivariable Cox proportional risk regression model. **Results** A total of 266 072 participants were included, with an mean age of (70.11±5.36) years old. There were 155 244 males

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2024.11.006

基金项目: 十四五国家重点研发计划项目 (2021YFC2701901, 2022YFC2703505)

作者简介: 张传帝, 硕士研究生在读, 主管医师, 主要从事公共卫生工作

通信作者: 余运贤, E-mail: yunxianyu@zju.edu.cn

(58.35%) and 110 828 females (41.65%), with a total of 36 006 deaths by December 31, 2011. The median duration of physical activity was 14.00 (interquartile range, 14.00) h/week and the median metabolic equivalents was 53.00 (interquartile range, 54.71) MET-h/week. Restricted cubic spline analysis indicated that the risk of all-cause mortality declined rapidly within the physical activity range of 0 to 15.0 h/week or 50.0 MET-h/week, but with the continuing increase in physical activity, the decline in the risk of all-cause mortality slowed down (all $P<0.05$). Multivariable Cox proportional risk regression analysis showed that compared with participants with no physical activity, participants with the duration of 0.1-15.0 h/week, 15.0-29.5 h/week, ≥ 29.5 h/week ($HR=0.502, 0.386$ and 0.368), or the metabolic equivalent of 0.1-50.0 MET-h/week, 50.0-110.8 MET-h/week and ≥ 110.8 MET-h/week ($HR=0.511, 0.379$ and 0.354) were associated with a reduced risk of all-cause mortality. The combination of mild (0.1-5.0 h/week), moderate (≥ 5.0 h/week) and vigorous (≥ 1.3 h/week) activities had a lower risk of all-cause mortality ($HR=0.320$). **Conclusion** Moderate physical activity is associated with a reduced risk of mortality, and it is recommended to do 15.0 h or 50.0 MET-h of physical activity per week in combination with different intensities.

Keywords: physical activity; mortality risk; association; retrospective cohort study

休闲时间体力活动 (leisure time physical activity, LTPA) 增加与较低的死亡风险相关^[1-3]。一项队列研究发现, 中度结合重度体力活动与全因死亡风险降低有关^[4]。美国运动医学学院和美国心脏协会 2018 年更新了《体力活动和公共卫生推荐》, 推荐了中度和重度体力活动的低限阈值^[5]。但上述指南及研究均未明确体力活动的上限值, 无法确定在达到最低要求后继续增加体力活动能否获得更好收益, 并且缺乏轻度体力活动的推荐数据^[6-7]。此外, 随着全球人口老龄化加剧, 老年人的健康问题日益受到关注, 体力活动作为影响老年人健康的重要因素之一, 与死亡的关联研究具有重要的现实意义。本研究利用美国国立卫生研究院-美国退休人员协会饮食与健康研究资料, 探讨老年人体力活动不同时间或量、不同强度组合模式与全因死亡的关联。

1 资料与方法

1.1 资料来源

研究资料来源于美国国立卫生研究院-美国退休人员协会饮食与健康研究, 这是一项大型前瞻性队列研究, 通过美国国家癌症研究所特殊研究机构审查委员会审查, 于 1995 年 10 月—1996 年 5 月启动, 向居住在美国 6 个州和另外 2 个大都市地区的 350 万名 50~71 岁美国退休人员协会成员邮寄调查问卷^[8], 收集人口学信息、饮食及生活方式等资料。566 398 人参与了基线调查, 其中 313 829 人于 2004—2007 年接受了随访调查。

本研究采用回顾性队列研究方法, 纳入随访问卷中有体力活动信息的调查资料, 收集基线调查资料和随访资料, 并排除代理应答 ($n=14\ 155$) 或极端体力活动 (轻度、中度和重度体力活动量在第 99 个百分点以上) 者 ($n=33\ 602$)。调查对象死亡资料通过匹配

美国国家健康统计中心维护的国家死亡指数获得。

1.2 方法

1.2.1 体力活动评估

2004—2007 年随访调查收集调查对象过去 12 个月的体力活动情况, 包括轻度家务、中重度家务、中度户外杂务、重度户外杂务、家庭修理、照看儿童、照看成年人、步行锻炼、日常步行、慢跑或跑步、打网球等球类运动、打高尔夫球、游泳、骑自行车、其他有氧运动和举重或力量训练 16 项体力活动的每周活动时间。每周活动时间编码如下: 0 h (<5 min)、0.08 h、0.25 h、0.5 h、1 h、1.5 h、2.5 h (2~3 h)、5 h (4~6 h)、8.5 h (7~10 h) 和 12 h (>10 h)。体力活动强度根据代谢当量 (metabolic equivalent, MET) 判断, <3 METs 为轻度, $3\sim<6$ METs 为中度, ≥ 6 METs 为重度^[9], 每项活动的 MET 乘以每周活动时间并求和, 计算总体力活动量 (MET-h/周)。

1.2.2 全因死亡定义

采用《疾病和有关健康问题的国际统计分类 (第九次修订本)》(ICD-9) 和第十次修订本 (ICD-10) 对死因进行分类。全因死亡指一定时期内各种原因导致的总死亡。以随访开始至调查对象死亡或随访结束日期 (2011 年 12 月 31 日) 的时间计算随访人年数。

1.2.3 潜在混杂因素资料收集

收集调查对象的基本信息和危险因素, 包括年龄、性别、体质指数 (BMI)、受教育程度、吸烟、饮酒、饮食摄入量、自评健康状况、维生素或矿物质补充情况、恶性肿瘤家族史、恶性肿瘤史、高血压史、高胆固醇血症史、帕金森病史、心脏病史和久坐时间等。饮食摄入量通过食物频率问卷计算^[10], 根据美国农业部 1994—1996 年对个人摄入量的持续调查数据^[11], 将每种食物的食用频率和份量转换

为摄入量。

1.2.4 体力活动时间、活动量、模式与全因死亡的风险分析

基于 Cox 比例风险回归模型，分别绘制总体力活动、轻度体力活动、中度体力活动和重度体力活动的每周活动时间、活动量与全因死亡风险的限制性立方样条图，限制性立方样条的节点数设定为 4，控制混杂因素，可视化呈现体力活动与全因死亡风险的非线性关系。根据限制性立方样条图结果将体力活动时间、活动量各分为 4 组：0、拐点前、拐点后 < 体力活动时间或量的 75%、拐点后 ≥ 体力活动时间或量的 75%。按照体力活动强度（轻度、中度、重度）和每种强度活动时间（限制性立方样条图：0、拐点前、拐点后）可组合为 27 种体力活动模式。采用多因素 Cox 比例风险回归模型分析不同体力活动时间、活动量、模式与全因死亡的关联。

1.3 统计分析

采用 R 4.0.2 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数±标准差 ($\bar{x} \pm s$) 描述，不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距 [$M(Q_n)$] 描述；定性资料采用相对数描述。采用多因素 Cox 比例风险回归模型和限制性立方样条模型分析体力活动与全因死亡的关联。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 基本情况

分析 266 072 名调查对象资料，年龄为 (70.11±5.36) 岁。男性 155 244 人，占 58.35%；女性 110 828 人，占 41.65%；受教育程度为大学以上 62 218 人，占 23.38%。BMI 为 25.0~<30.0 kg/m² 97 932 人，占 36.81%。自评健康状况为好 211 122 人，占 79.35%。总体力活动时间 $M(Q_n)$ 为 14.00 (14.00) h/周，其中轻度、中度和重度活动分别为 4.00 (7.50)、6.25 (8.50)

和 1.00 (2.50) h/周；总体力活动量 $M(Q_n)$ 为 53.00 (54.71) MET-h/周，其中轻度、中度和重度活动分别为 11.00 (20.00)、24.95 (35.15) 和 6.00 (18.25) MET-h/周。随访时间 $M(Q_n)$ 为 7.12 (0.24) 年，截至 2011 年 12 月 31 日，纳入的 266 072 人中全因死亡 36 006 例。

2.2 体力活动时间、活动量与全因死亡的关联

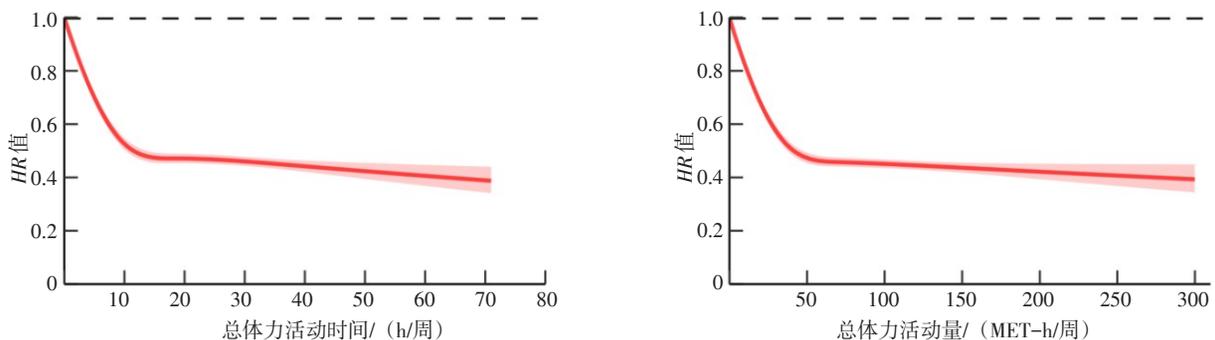
全因死亡风险随体力活动增加而下降；当总体力活动达到 15.0 h/周或 50.0 MET-h/周前，全因死亡风险下降较快，随着总体力活动继续增加，全因死亡风险下降趋势变缓 (均 $P<0.001$)，见图 1。全因死亡风险随轻度、中度和重度体力活动时间或量的变化趋势与上述相似，轻度体力活动拐点为 5.0 h/周或 12.5 MET-h/周，中度体力活动拐点为 5.0 h/周或 25.0 MET-h/周，重度体力活动为 1.3 h/周或 12.5 MET-h/周。多因素 Cox 比例风险回归分析结果显示，总体力活动、轻度、中度和重度体力活动时间或量与全因死亡风险降低存在统计学关联 (均 $P<0.05$)；不同强度体力活动比较，中度体力活动的全因死亡风险相对较低，见表 1。

2.3 不同体力活动模式与全因死亡的关联

按不同强度体力活动时间组合，调整混杂因素后，与无体力活动组相比，轻度 (0.1~<5.0 h/周)、中度 (≥5.0 h/周) 和重度 (≥1.3 h/周) 体力活动组合模式的全因死亡风险较低 ($HR=0.320$, 95%CI: 0.286~0.357)；而仅参与重度体力活动与全因死亡风险降低无统计学关联。见表 2。

3 讨论

本研究结果显示，一定范围的体力活动增加与全因死亡风险降低相关；当体力活动时间达到 15.0 h/周或总体力活动量达到 50.0 MET-h/周时，继续增加体力活动对进一步降低死亡风险的益处有限。一



注：均调整年龄、性别和受教育程度等混杂因素。阴影部分为 95%CI 下限和上限包含的区域。

图 1 体力活动与全因死亡风险关联的限制性立方样条图

Figure 1 Restricted cubic spline graph showing the association between physical activity with risk of all-cause mortality

表 1 体力活动与全因死亡风险的关联分析

Table 1 Association between physical activity and risk of all-cause mortality

项目	变量	HR 值 (95%CI)
总体力活动	活动时间/ (h/周)	
	0	1.000
	0.1 ~	0.502 (0.452 ~ 0.558)
	15.0 ~	0.386 (0.347 ~ 0.430)
	≥29.5	0.368 (0.329 ~ 0.411)
	活动量/ (MET-h/周)	
0	1.000	
0.1 ~	0.511 (0.460 ~ 0.567)	
50.0 ~	0.379 (0.341 ~ 0.422)	
≥110.8	0.354 (0.317 ~ 0.395)	
轻度体力活动	活动时间/ (h/周)	
	0	1.000
	0.1 ~	0.680 (0.637 ~ 0.725)
	5.0 ~	0.640 (0.598 ~ 0.685)
	≥13.5	0.659 (0.610 ~ 0.712)
	活动量/ (MET-h/周)	
0	1.000	
0.1 ~	0.682 (0.639 ~ 0.727)	
12.5 ~	0.636 (0.595 ~ 0.680)	
≥34.8	0.653 (0.606 ~ 0.704)	
中度体力活动	活动时间/ (h/周)	
	0	1.000
	0.1 ~	0.602 (0.571 ~ 0.635)
	5.0 ~	0.472 (0.446 ~ 0.499)
	≥15.5	0.456 (0.427 ~ 0.487)
	活动量/ (MET-h/周)	
0	1.000	
0.1 ~	0.591 (0.561 ~ 0.623)	
25.0 ~	0.473 (0.447 ~ 0.501)	
≥66.6	0.461 (0.432 ~ 0.492)	
重度体力活动	活动时间/ (h/周)	
	0	1.000
	0.1 ~	0.783 (0.762 ~ 0.804)
	1.3 ~	0.734 (0.713 ~ 0.755)
	≥5.0	0.753 (0.720 ~ 0.788)
	活动量/ (MET-h/周)	
0	1.000	
0.1 ~	0.777 (0.758 ~ 0.797)	
12.5 ~	0.726 (0.704 ~ 0.748)	
≥41.5	0.763 (0.727 ~ 0.801)	

项前瞻性队列研究发现,在完成相当于 11.2 MET-h/周的活动后,更高的体力活动量并没有进一步降低死亡风险^[12],本研究结果与其类似。其他研究也报告了体力活动对死亡风险的益处,在最高活动水平时会减弱^[13-15]。本研究总体力活动时间 15.0 h/周或总

表 2 不同强度体力活动时间组合模式与全因死亡风险的关联分析

Table 2 Association between combinations of duration of different intensities of physical activities and risk of all-cause mortality

体力活动时间/ (h/周)			HR 值 (95%CI)
轻度	中度	重度	
0	0	0	1.000
0	0	0.1~<1.3	1.301 (0.891~1.900)
0	0	≥1.3	0.797 (0.458~1.386)
0	0.1~<5.0	0	0.727 (0.619~0.854)
0	0.1~<5.0	0.1~<1.3	0.643 (0.516~0.800)
0	0.1~<5.0	≥1.3	0.540 (0.420~0.694)
0	≥5.0	0	0.386 (0.282~0.528)
0	≥5.0	0.1~<1.3	0.488 (0.349~0.683)
0	≥5.0	≥1.3	0.361 (0.274~0.475)
0.1~<5.0	0	0	0.840 (0.742~0.952)
0.1~<5.0	0	0.1~<1.3	0.779 (0.621~0.978)
0.1~<5.0	0	≥1.3	0.517 (0.390~0.685)
0.1~<5.0	0.1~<5.0	0	0.583 (0.524~0.649)
0.1~<5.0	0.1~<5.0	0.1~<1.3	0.452 (0.405~0.504)
0.1~<5.0	0.1~<5.0	≥1.3	0.392 (0.351~0.439)
0.1~<5.0	≥5.0	0	0.411 (0.367~0.461)
0.1~<5.0	≥5.0	0.1~<1.3	0.345 (0.309~0.386)
0.1~<5.0	≥5.0	≥1.3	0.320 (0.286~0.357)
≥5.0	0	0	0.777 (0.656~0.920)
≥5.0	0	0.1~<1.3	0.572 (0.329~0.995)
≥5.0	0	≥1.3	0.527 (0.356~0.779)
≥5.0	0.1~<5.0	0	0.486 (0.435~0.543)
≥5.0	0.1~<5.0	0.1 ~<1.3	0.401 (0.356~0.452)
≥5.0	0.1~<5.0	≥1.3	0.366 (0.324~0.413)
≥5.0	≥5.0	0	0.409 (0.365~0.457)
≥5.0	≥5.0	0.1~<1.3	0.329 (0.293~0.368)
≥5.0	≥5.0	≥1.3	0.331 (0.296~0.369)

体力活动量 50.0 MET-h/周可作为每周体力活动上限的参考值。

针对不同体力活动模式的研究显示,轻度(0.1~<5.0 h/周)、中度(≥5.0 h/周)和重度(≥1.3 h/周)体力活动组合,其全因死亡风险相对较低。CHASTIN 等^[16]认为,轻度体力活动尽管不如中度、重度体力活动有效,但在居民日常生活中的可行性更高,建议在体力活动推荐指南中增补轻度体力活动的相关数据。

关于重度体力活动与全因死亡的关联,目前的研究结果存在争议。本研究未发现仅重度体力活动与全因死亡风险的统计学关联,与 SHIROMA 等^[17]报道类似。丹麦哥本哈根的一项研究发现,较高的职业性体力活动与全因死亡风险增加有关(高强度, OR=

1.13, 95%CI: 1.01~1.27; 极高强度, $OR=1.27$, 95%CI: 1.05~1.54)^[18]。试验显示, 长期高强度运动会损害血糖调节能力, 导致线粒体功能受损^[19]。但其他研究认为, 高强度体力活动可促进健康, 或剧烈体力活动比例与死亡风险呈负相关^[4, 20-22]。

本研究利用大样本量的前瞻性队列, 并且考虑了LTPA, 探索了不同体力活动时间或量、不同体力活动强度组合与全因死亡风险的关联, 为体力活动的上限值提供了参考, 并推荐不同强度的体力活动以适当的比例组合。但研究也存在以下几点不足: 体力活动资料来源于自填问卷, 可能存在测量偏倚; 饮食与体力活动的评估间隔近10年, 且随访期间可能发生变化, 影响两者的交互作用分析; 该队列的参与者为老年人, 限制了结果的外推。

参考文献

- [1] JOHNSEN N F, EKBLOND A, THOMSEN B L, et al. Leisure time physical activity and mortality [J]. *Epidemiology*, 2013, 24 (5): 717-725.
- [2] SAINT-MAURICE P F, COUGHLAN D, KELLY S P, et al. Association of leisure-time physical activity across the adult life course with all-cause and cause-specific mortality [J/OL]. *JAMA Netw Open*, 2019, 2 (3) [2024-08-19]. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2019.0355>.
- [3] AREM H, MOORE S C, PATEL A, et al. Leisure time physical activity and mortality: a detailed pooled analysis of the dose-response relationship [J]. *JAMA Intern Med*, 2015, 175 (6): 959-967.
- [4] WANG Y F, NIE J, FERRARI G, et al. Association of physical activity intensity with mortality: a national cohort study of 403 681 US adults [J]. *JAMA Intern Med*, 2021, 181 (2): 203-211.
- [5] ZHAO M, VEERANKI S P, MAGNUSSEN C G, et al. Recommended physical activity and all cause and cause specific mortality in US adults: prospective cohort study [J/OL]. *BMJ*, 2020, 370 [2024-08-19]. <https://doi.org/10.1136/bmj.m2031>.
- [6] MATTHEWS C E, KEADLE S K, TROIANO R P, et al. Accelerometer-measured dose-response for physical activity, sedentary time, and mortality in US adults [J]. *Am J Clin Nutr*, 2016, 104 (5): 1424-1432.
- [7] DOHRN IM, SJOSTROM M, KWAK L, et al. Accelerometer-measured sedentary time and physical activity: a 15 year follow-up of mortality in a Swedish population-based cohort [J]. *J Sci Med Sport*, 2018, 21 (7): 702-707.
- [8] SCHATZKIN A, SUBAR A F, THOMPSON F E, et al. Design and serendipity in establishing a large cohort with wide dietary intake distributions: the National Institutes of Health-American Association of Retired Persons Diet and Health Study [J]. *Am J Epidemiol*, 2001, 154 (12): 1119-1125.
- [9] AINSWORTH B E, HASKELL W L, HERRMANN S D, et al. 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values [J]. *Med Sci Sports Exerc*, 2011, 43 (8): 1575-1581.
- [10] ZHUANG P, WU F, MAO L, et al. Egg and cholesterol consumption and mortality from cardiovascular and different causes in the United States: a population-based cohort study [J]. *PLoS Med*, 2021, 18 (2): 1-23.
- [11] SUBAR A F, MIDTHUNE D, KULLDORFF M, et al. Evaluation of alternative approaches to assign nutrient values to food groups in food frequency questionnaires [J]. *Am J Epidemiol*, 2000, 152 (3): 279-286.
- [12] OSAWA Y, ABE Y, TAKAYAMA M, et al. Physical activity and all-cause mortality and mediators of the association in the very old [J/OL]. *Exp Gerontol*, 2021 [2024-08-19]. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2021.111374>.
- [13] ZHAO H, ZHANG X N, SHI Z, et al. Association of level of leisure-time physical activity with risks of all-cause mortality and cardiovascular disease in an elderly Chinese population: a prospective cohort study [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2020, 17 (10): 628-637.
- [14] WILLIAMS P T, THOMPSON P D. Increased cardiovascular disease mortality associated with excessive exercise in heart attack survivors [J]. *Mayo Clin Proc*, 2014, 89 (9): 1187-1194.
- [15] 魏嘉畅, 刘姿琪, 孙嘉鸿, 等. 中国中老年人身体活动量与全因死亡风险关系及其中介因子分析 [J]. *中国公共卫生*, 2024, 40 (6): 730-736.
- [16] CHASTIN S F M, DE CRAEMER M, DE COCKER K, et al. How does light-intensity physical activity associate with adult cardiometabolic health and mortality? Systematic review with meta-analysis of experimental and observational studies [J]. *Br J Sports Med*, 2019, 53 (6): 370-376.
- [17] SHIROMA E J, SESSO H D, MOORTHY M V, et al. Do moderate-intensity and vigorous-intensity physical activities reduce mortality rates to the same extent? [J]. *J Am Heart Assoc*, 2014, 3 (5): 1-10.
- [18] HOLTERMANN A, SCHNOHR P, NORDESTGAARD B G, et al. The physical activity paradox in cardiovascular disease and all-cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults [J]. *Eur Heart J*, 2021, 42 (15): 1499-1511.
- [19] FLOCKHART M, NILSSON L C, TAIS S, et al. Excessive exercise training causes mitochondrial functional impairment and decreases glucose tolerance in healthy volunteers [J]. *Cell Metab*, 2021, 33 (5): 957-970.
- [20] 任艳军, 徐虹, 周晓红, 等. 杭州市城区成年居民健康相关生命质量的影响因素研究 [J]. *预防医学*, 2023, 35 (6): 465-469.
- [21] 陈希, 章娟, 李霖, 等. 中国中老年人身体活动与全因死亡风险的关系: 前瞻性队列研究 [J]. *中国全科医学*, 2023, 26 (31): 3890-3895.
- [22] 陈蓉, 林静静, 秦家胜, 等. 中老年人睡眠质量与体力活动、静坐时间的关联研究 [J]. *预防医学*, 2023, 35 (6): 533-537.

收稿日期: 2024-05-29 修回日期: 2024-08-19 本文编辑: 徐文璐