

# 不同身体活动模式与代谢综合征患病风险的横断面分析——基于 NHANES 2011—2020

夏君玫<sup>1</sup>, 郝宏弢<sup>1</sup>, 梁计陵<sup>1</sup>, 刘宇航<sup>2</sup>, 高思垚<sup>1</sup>, 唐嘉岭<sup>1</sup>

1. 中南大学体育教研部, 湖南长沙 410083; 2. 华中师范大学体育学院

**摘要:** **目的** 通过探究不同身体活动模式和代谢综合征 (metabolic syndrome MS) 之间的潜在关系, 为运动预防和控制 MS 提供循证依据。 **方法** 以美国国家健康与营养调查 (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) 2011—2020 年数据中 15 338 名成年人为研究对象, 根据身体活动水平划分不同模式, 采用美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第三次报告 (NCEP-ATP III) 标准诊断 MS。应用多因素 logistic 回归分析不同活动模式与 MS 风险的关系, 采用限制性立方样条 (restricted cubic splines, RCS) 分析剂量—反应关系并进行亚组分析。 **结果** 与不活跃组相比, 周末战士组 ( $aOR=0.856$ ,  $95\%CI:0.736 \sim 0.995$ ) 和规律运动组 ( $aOR=0.758$ ,  $95\%CI:0.690 \sim 0.833$ ) 与 MS 风险呈负向关联; RCS 分析显示 MS 风险随身体活动总时长增加而呈下降趋势 ( $P \leq 0.001$ )。亚组分析发现周末战士模式对 60 岁以上人群 ( $aOR=0.679$ ,  $95\%CI:0.518 \sim 0.887$ ) 和男性 ( $aOR=0.792$ ,  $95\%CI:0.639 \sim 0.979$ ) 保护效应更显著; 规律运动组中活动时长、强度、频率的增加与 MS 风险呈显著负相关。 **结论** 本研究表明, 规律运动与周末战士身体活动模式均与较低的 MS 风险相关, 强调了身体活动在预防和干预 MS 综合策略中的重要性。

**关键词:** 身体活动; 代谢综合征; 横断面研究

中图分类号: R181.2 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)19-3464-08

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202504014

## Associations of different physical activity patterns with prevalence of metabolic syndrome: a cross-sectional analysis of NHANES 2011—2020

XIA Jun-mei\*, HAO Hong-tao, LIANG Ji-ling, LIU Yu-hang, GAO Si-yao, TANG Jia-ling

\*Department of Physical Education, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China

**Abstract: Objective** This study investigates potential relationships between distinct physical activity patterns and metabolic syndrome (MS) to provide evidence for exercise-based prevention and control of MS. **Methods** Utilising data from 15 338 US adults in NHANES 2011—2020, participants were stratified into physical activity patterns. Metabolic syndrome (MS) was diagnosed via NCEP-ATP III criteria. Multivariable logistic regression evaluated associations between activity patterns and MS risk. Restricted cubic splines (RCS) were used to model dose-response relationships, and subgroup analyses were conducted. **Results** Compared with inactive individuals, both weekend warriors ( $aOR=0.856$ ,  $95\% CI: 0.736-0.995$ ) and regular exercisers ( $aOR=0.758$ ,  $95\% CI: 0.690-0.833$ ) exhibited significant inverse associations with MS risk. RCS analysis demonstrated a progressive reduction in MS risk with increasing total physical activity duration ( $P \leq 0.001$ ). Subgroup analyses revealed enhanced protective effects for weekend warriors among adults aged  $>60$  years ( $aOR=0.679$ ,  $95\% CI: 0.518-0.887$ ) and males ( $aOR=0.792$ ,  $95\% CI: 0.639-0.979$ ). In the regular exercise group, increases in activity duration, intensity, and frequency were significantly associated with lower MS risk. **Conclusion** This study demonstrates that both regular exercise and weekend warrior physical activity patterns correlate with reduced metabolic syndrome risk, highlighting the importance of physical activity in comprehensive MS prevention and intervention strategies.

**Keywords:** Physical activity; Metabolic syndrome; Cross-sectional analysis

代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是一组相互关联的代谢异常的集合, 也是多种慢性疾病的前兆<sup>[1]</sup>。随着人口老龄化和超重肥胖等情况的加剧, MS

及其继发疾病已成为危害人类健康的重大公共卫生问题<sup>[2]</sup>。近年来 MS 患病呈上升趋势, 运动量减少、长期久坐、不良饮食习惯是 MS 患病率升高的主要原因<sup>[3]</sup>。目前全球约超 10 亿人患有 MS, 中国老年人 MS 合并患病率高达 23.9%, 女性合并患病率明显高于男性<sup>[4-5]</sup>。因此, 防控 MS 对保障人民群众生命健康具有重要意义。

基金项目: 教育部人文社会科学研究一般项目 (22YJC890029)

作者简介: 夏君玫 (1972—), 女, 硕士, 教授, 研究方向: 运动干预慢性病

通信作者: 唐嘉岭, E-mail: tangjialing@csu.edu.cn

研究表明,增加身体活动与低 MS 患病率存在显著关联,其中有氧联合抗阻运动是 MS 相关健康问题最有效的运动类型之一<sup>[6-7]</sup>。除运动的种类、强度外,时长的增加也与 MS 的患病风险呈负向关系<sup>[8]</sup>。世界卫生组织<sup>[9]</sup>和我国身体活动指南<sup>[10]</sup>均推荐 65 岁以下成年人每周进行至少 150 min 的中高强度身体活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)。但在快节奏的现代社会生活中,许多人受诸多因素影响,无法定期完成推荐的身体活动量,只能选择在每周 1~2 d 内集中进行锻炼,这些人群被称为“周末战士”<sup>[11]</sup>。为了解包括周末战士在内不同锻炼频率的身体活动模式与 MS 的潜在联系,本文利用美国国家健康与营养调查(National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES)数据库进行研究,以期对 MS 的预防提供更多科学依据。

## 1 对象与方法

**1.1 研究人群** 研究采用 NHANES 数据库 2011—2020 年调查周期中共计 43 395 名成年参与者的数据。排除标准:(1)年龄<20 岁;(2)缺失身体活动数据;(3)缺失 MS 及协变量信息。最终共纳入 15 335 例参与者数据。见图 1。

### 1.2 研究变量

**1.2.1 自变量定义与赋值** 自变量为身体活动模式(physical activity pattern),使用 NHANES 中的标准化问卷对身体活动(physical activity)进行评估,并综合考量了活动频率(每周次数)和持续时间(单次时长)。其中 1 min 高强度活动被等效为 2 min 中等强度活动,合并为 MVPA,因此每周总 MVPA 时长可以通过公式计算: $2 \times \text{高强度身体活动} + \text{中等强度身体活动}$ <sup>[12]</sup>。根据每周 MVPA 频次与总时长,自变量赋值如下所示:

不活跃组:没有报告每周 MVPA,赋值 = 0;

活动不足组:MVPA<150 min,赋值 = 1;

周末战士组:MVPA $\geq$ 150 min,1~2 次运动中完成,赋值 = 2;

规律运动组:MVPA $\geq$ 150 min, $\geq$ 3 次运动完成,赋值 = 3。

**1.2.2 因变量定义与赋值** 因变量为 MS,应用美国国家胆固醇教育计划成人治疗组第三次报告(NCEP-ATP III)的标准判定:(1)男性腰围>102 cm 或女性>88 cm;(2)空腹血糖 $\geq$ 100 mg/dl;(3)甘油三酯 $\geq$ 150 mg/dl;(4)男性高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)<40 mg/dl 或女性<50 mg/dl;(5)收缩压 $\geq$ 130 mmHg 和 / 或舒张压 $\geq$ 85 mmHg。满足 $\geq$ 3 项即定义为患病<sup>[13]</sup>。赋值方式:MS 患病 =1,MS 未患病 =0。

**1.3 协变量评估** 研究纳入的协变量包括年龄、种族、性别、教育水平、婚姻状况、家庭贫困收入比、吸烟状况、饮酒状况、总热量摄入、久坐时间、睡眠时间、高血压、糖尿病、肥胖、心血管疾病。

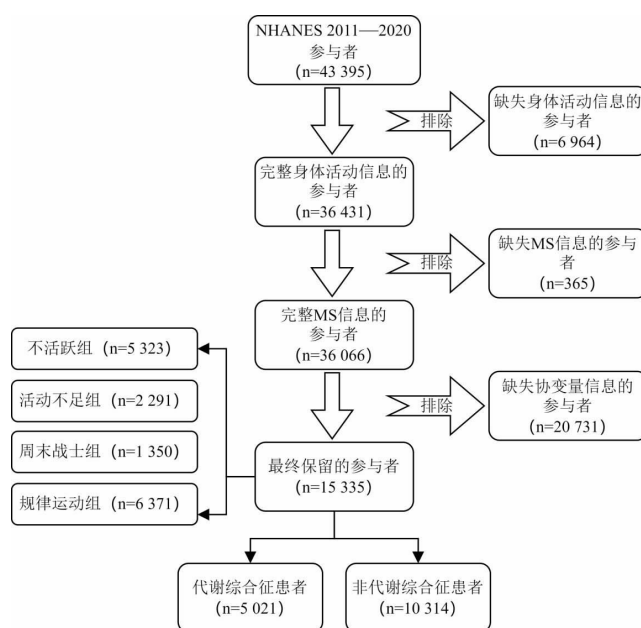


图 1 参与者的筛选流程图

Figure 1 Flow chart of participant screening

**1.4 统计学分析** 研究使用 R 4.3.2 进行分析处理。根据 MS 状态进行人口学特征描述,连续变量采用  $t$  检验进行比较,以(均数 $\pm$ 标准误)表示;分类变量采用  $\chi^2$  检验,以频数(%)表示;应用限制性立方样条(restricted cubic spline, RCS)分析身体活动时长与 MS。构建多因素 logistic 模型估算不同身体活动模式与 MS 之间的比值比(odds ratio, OR)及 95%置信区间(confidence interval, CI),以探讨二者之间的关系,logistic 回归模型设置如下:模型 1 仅含自变量;模型 2 在模型 1 基础上调整年龄、种族、性别;模型 3 在模型 2 的基础上进一步调整了剩余协变量。

并针对性别、年龄、和不同模式的时间、强度、频率进行亚组分析,所有统计检验均为双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 2 结果

**2.1 研究人群的基本特征** 如表 1 所示,在符合研究的 15 335 名参与者中 MS 的患病率约为 32.7%,男性患病率低于女性,60 岁以上人群患病率最高,为 42.0%( $P\leq 0.001$ ),共有 7 721 人(56.7%)符合指南推荐的运动量,其中 1 042 人(10.2%)为周末战士人群,6 371 人(46.5%)为规律运动人群。此外高血压患者和肥胖人群的患病率较高(65.7%~68.3%, $P\leq 0.001$ )。

表 1 研究对象的一般特征 [ $n(\%)$ , ( $\bar{x} \pm s$ )]

Table 1 General characteristics of the study subject [ $n(\%)$ , ( $\bar{x} \pm s$ )]

特征	总人数	MS		$t/\chi^2$ 值	P 值
		否	是		
人口学基本特征	15 335(100)	10 314(67.3)	5 021(32.7)	—	—
年龄(岁)				1 041.858	<0.001
20~39	5 051(34.9)	4 215(42.2)	836(18.4)		
40~59	5 064(36.7)	3 290(35.5)	1 774(39.6)		
≥60	5 220(28.4)	2 809(22.4)	2 411(42.0)		
性别				28.281	<0.001
女性	8 154(53.6)	5 330(53.4)	2 824(54.2)		
男性	7 181(46.4)	4 984(46.6)	2 197(45.8)		
种族				106.371	<0.001
非西班牙裔白人	6 092(68.7)	3 959(67.8)	2 133(70.7)		
非西班牙裔黑人	3 566(10.4)	2 513(11.0)	1 053(8.9)		
墨西哥裔美国人	1 808(7.2)	1 081(6.7)	727(8.3)		
其他种族	3 869(13.7)	2 761(14.5)	1 108(12.0)		
教育程度				303.593	<0.001
小于 9 年级	965(3.1)	507(2.5)	458(4.5)		
9~11 年级(包括 12 年级但没有文凭)	1 526(6.9)	940(6.2)	586(8.4)		
高中毕业或等同学历	3 168(20.5)	1 989(18.0)	1 179(25.9)		
大学及以上学历	4 696(37.6)	3 561(42.1)	1 135(27.4)		
大学未毕业、副学士学位	4 980(31.9)	3 317(31.1)	1 663(33.8)		
贫困收入比				74.245	<0.001
高收入群体	5 353(47.8)	3 839(49.7)	1 514(43.5)		
低收入群体	9 982(52.2)	6 475(50.3)	3 507(56.5)		
婚姻状况				346.653	<0.001
已婚/与伴侣居住	8 998(63.6)	5 958(62.6)	3 040(65.8)		
丧偶/离婚/分居	3 350(18.0)	1 961(15.7)	1 389(23.2)		
未婚	2 987(18.4)	2 395(21.7)	592(11.0)		
吸烟状况				136.976	<0.001
曾经吸烟	3 700(25.8)	2 207(22.9)	1 493(32.3)		
正在吸烟	2 543(14.9)	1 710(14.9)	833(14.9)		
从未吸烟	9 092(59.3)	6 397(62.2)	2 695(52.8)		
饮酒状况				190.912	<0.001
曾经饮酒	1 598(9.0)	854(7.0)	744(13.3)		
正在饮酒	11 676(81.0)	8 159(83.6)	3 517(75.2)		
从未饮酒	2 061(10.0)	1 301(9.4)	760(11.5)		
久坐时间(min/d)	399.42 ± 2.90	392.06 ± 3.98	416.03 ± 3.80	11.057*	<0.001
睡眠时间(h)				23.328	<0.001
<7	5 359(30.9)	3 521(30.2)	1 838(32.3)		
7~9	9 703(67.4)	6 636(68.3)	3 067(65.4)		
>9	273(1.7)	157(1.5)	116(2.3)		
热量摄入(kcal)				60.433	<0.001
Q1 (<1 474.5)	3 942(22.9)	2 493(22.6)	1 449(23.5)		
Q2 (1 474.5 ~ 1 905.5)	3 927(25.2)	2 608(24.8)	1 319(26.1)		
Q3 (1 905.5 ~ 2 455)	3 820(26.2)	2 610(26.5)	1 210(25.5)		
Q4 (>2 455)	3 646(25.7)	2 603(26.1)	1 043(24.8)		
高血压				2 066.577	<0.001
否	8 972(63.2)	7 336(76.1)	1 636(34.3)		
是	6 363(36.8)	2 978(23.9)	3 385(65.7)		
心血管疾病				422.788	<0.001
否	13 726(91.5)	9 598(94.6)	4 128(84.3)		
是	1 609(8.5)	716(5.4)	893(15.7)		
糖尿病				2 549.318	<0.001
否	13 015(88.6)	9 805(96.8)	3 210(70.0)		
是	2 320(11.4)	509(3.2)	1 811(30.0)		
肥胖				2 047.571	<0.001
否	9 211(60.8)	7 483(73.7)	1 728(31.7)		
是	6 124(39.2)	2 831(26.3)	3 293(68.3)		
调查年份(年)				39.963	<0.001
2011—2012	3 150(21.7)	2167(21.8)	983(21.3)		
2013—2014	3 363(22.1)	2236(22.0)	1 127(22.5)		
2015—2016	2 956(20.8)	1872(19.7)	1 084(23.2)		
2017—2018	2 254(17.7)	1502(17.9)	752(17.3)		
2019—2020	3 612(17.7)	2537(18.6)	1 075(15.7)		
身体活动情况				438.589	<0.001
不活跃组	5 323(28.1)	3 079(23.4)	2 244(38.8)		
活动不足组	2 291(15.1)	1 455(13.8)	836(18.2)		
周末战士组	1 350(10.2)	969(10.7)	381(9.1)		
规律运动组	6 371(46.5)	4 811(52.1)	1 560(33.9)		

注:带星号(\*)的数值为  $t$  检验统计量,其余为  $\chi^2$  值。

**2.2 全人群中身体活动模式对 MS 的影响** 多因素 logistic 回归模型结果如表 2 所示, 周末战士组 ( $aOR=0.856, 95\% CI: 0.736 \sim 0.995$ ) 和规律运动组 ( $aOR=0.758, 95\% CI: 0.690 \sim 0.833$ ) 都与 MS 患病呈负相关; 规律运动组患病率更低且更显著, 而在活动不足组 ( $aOR=0.919, 95\% CI: 0.819 \sim 1.032$ ) 中未观察到

到这种关系。将规律运动组作为参照组则未观察到周末战士组和规律运动组与 MS 之间存在显著关联 ( $aOR=1.129, 95\% CI: 0.973 \sim 1.308$ ), 而活动不足组 ( $aOR=1.212, 95\% CI: 1.078 \sim 1.362$ ) 和不活跃组 ( $aOR=1.319, 95\% CI: 1.200 \sim 1.449$ ) 出现 MS 的风险较高。

表 2 身体活动模式与 MS 在 20 岁及以上成年人中的关系

Table 2 Relationship between physical activity patterns and metabolic syndrome in adults aged  $\geq 20$  years

身体活动模式	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值
以不活跃组为参考						
不活跃组	ref		ref		ref	
活动不足组	0.788(0.713 ~ 0.872)	<0.001	0.836(0.753 ~ 0.928)	<0.001	0.919(0.819 ~ 1.032)	0.160
周末战士组	0.539(0.473 ~ 0.614)	<0.001	0.720(0.627 ~ 0.825)	<0.001	0.856(0.736 ~ 0.995)	0.044
规律运动组	0.445(0.411 ~ 0.481)	<0.001	0.558(0.514 ~ 0.606)	<0.001	0.758(0.690 ~ 0.833)	<0.001
P for trend		<0.001		<0.001		<0.001
以规律运动为参考						
规律运动组	ref		ref		ref	
周末战士组	1.213(1.062 ~ 1.382)	0.004	1.291(1.125 ~ 1.478)	<0.001	1.129(0.973 ~ 1.308)	0.110
活动不足组	1.772(1.599 ~ 1.963)	<0.001	1.498(1.346 ~ 1.665)	<0.001	1.212(1.078 ~ 1.362)	<0.001
不活跃组	2.248(2.077 ~ 2.432)	<0.001	1.792(1.650 ~ 1.947)	<0.001	1.319(1.200 ~ 1.449)	<0.001
P for trend		<0.001		<0.001		<0.001

注: 模型 1 是单变量模型, 未调整任何协变量; 模型 2 进行了年龄、性别和种族的调整; 模型 3 进行了年龄、性别、种族、教育程度、婚姻状况、身体质量指数、贫困收入比、吸烟状况、饮酒情况、久坐时间、睡眠时间的调整; aOR 表示调整后的比值比。

**2.3 不同年龄中身体活动模式对 MS 的影响** 将研究人群以 20 岁为间隔分组, 进行亚组分析后发现: 对于 60 岁以上人群, 周末战士组与 MS 患病率呈显著负相关 ( $aOR=0.679, 95\% CI: 0.518 \sim 0.887$ ), 而在其他年龄段的周末战士组中并未观察到这一现象。见表 3。

性别进行亚组分析后发现: 相较于不运动或缺乏运动的人群, 规律运动组中所有性别群体的 MS 患病率均较低, 但在周末战士组中, 只有男性群体中的周末战士组与 MS 的患病呈负相关 ( $aOR=0.792, 95\% CI: 0.639 \sim 0.979$ ), 女性中并未观察到统计学关联 ( $aOR=0.968, 95\% CI: 0.773 \sim 1.208$ )。见表 4。

**2.4 不同性别中身体活动模式对 MS 的影响** 按照

表 3 不同年龄组的身体活动模式与 MS 的关系 [ $aOR(95\% CI)$ ]

Table 3 Relationships between physical activity patterns and metabolic syndrome by age group [ $aOR(95\% CI)$ ]

年龄亚组	身体活动模式						
	不活跃组	活动不足组	P 值	周末战士组	P 值	规律运动组	P 值
20 ~ 39 岁人群							
模型 1	ref	0.945(0.742 ~ 1.201)	0.648	0.726(0.562 ~ 0.931)	0.013	0.521(0.436 ~ 0.622)	<0.001
模型 2	ref	0.937(0.732 ~ 1.193)	0.598	0.765(0.589 ~ 0.989)	0.043	0.535(0.446 ~ 0.642)	<0.001
模型 3	ref	0.893(0.671 ~ 1.185)	0.436	0.833(0.619 ~ 1.116)	0.224	0.677(0.547 ~ 0.838)	<0.001
40 ~ 59 岁人群							
模型 1	ref	0.853(0.719 ~ 1.011)	0.068	0.799(0.643 ~ 0.992)	0.043	0.593(0.518 ~ 0.679)	<0.001
模型 2	ref	0.874(0.735 ~ 1.037)	0.124	0.801(0.642 ~ 0.997)	0.048	0.596(0.519 ~ 0.683)	<0.001
模型 3		1.050(0.867 ~ 1.272)	0.616	1.055(0.828 ~ 1.342)	0.661	0.847(0.725 ~ 0.989)	0.036
60 岁以上人群							
模型 1	ref	0.763(0.653 ~ 0.890)	<0.001	0.587(0.459 ~ 0.748)	<0.001	0.536(0.472 ~ 0.610)	<0.001
模型 2	ref	0.769(0.658 ~ 0.898)	<0.001	0.600(0.469 ~ 0.766)	<0.001	0.543(0.477 ~ 0.618)	<0.001
模型 3	ref	0.828(0.698 ~ 0.982)	0.030	0.679(0.518 ~ 0.887)	0.005	0.735(0.635 ~ 0.850)	<0.001

注: 模型进行了调整, 考虑了多个因素, 包括性别、种族、教育水平、贫困收入比、睡眠时间、婚姻状况、吸烟状况和饮酒情况。

表 4 不同性别分组下身体活动模式与 MS 的关系

Table 4 Relationships between physical activity patterns and metabolic syndrome by sex

主变量	男性组 aOR(95%CI)	P 值	女性组 aOR(95%CI)	P 值
模型 1				
不活跃组	ref		ref	
活动不足组	0.897(0.767 ~ 1.048)	0.170	0.720(0.630 ~ 0.822)	<0.001
周末战士组	0.507(0.424 ~ 0.605)	<0.001	0.622(0.510 ~ 0.757)	<0.001
规律运动组	0.435(0.386 ~ 0.490)	<0.001	0.465(0.418 ~ 0.517)	<0.001
模型 2				
不活跃组	ref		ref	
活动不足组	0.952(0.809 ~ 1.119)	0.554	0.759(0.662 ~ 0.871)	<0.001
周末战士组	0.677(0.560 ~ 0.817)	<0.001	0.790(0.643 ~ 0.968)	0.024
规律运动组	0.560(0.493 ~ 0.634)	<0.001	0.564(0.505 ~ 0.631)	<0.001
模型 3				
不活跃组	ref		ref	
活动不足组	0.997(0.829 ~ 1.199)	0.976	0.877(0.754 ~ 1.019)	0.087
周末战士组	0.792(0.639 ~ 0.979)	0.032	0.968(0.773 ~ 1.208)	0.773
规律运动组	0.711(0.615 ~ 0.823)	<0.001	0.812(0.717 ~ 0.921)	<0.001

注:模型进行了调整,考虑了多个因素,包括性别、种族、教育水平、贫困收入比、睡眠时间、婚姻状况、吸烟状况和饮酒情况。

2.5 不同身体活动模式中时长、强度、频率对 MS 的影响 图 2 结果显示,MS 的风险随身体活动总时长的增加而呈下降趋势( $P_{总趋势} \leq 0.001$ ;  $P_{非线性} \leq 0.001$ ); 为进一步探讨周末战士和规律运动两种身体活动模式与 MS 的关系并分析结果的合理性,研究将两组人群的身体活动按照时长、强度、频率进行了亚组分析。结果表明,在三个层面中,规律运动的模式与 MS 之间有着显著的负向关系。受限于运动频率过低的绝对影响,周末战士人群的结果虽未达到统计学的显著性水平,但依旧在身体活动总时长的层面与 MS 之间显示出微弱的负向关系。见表 5。

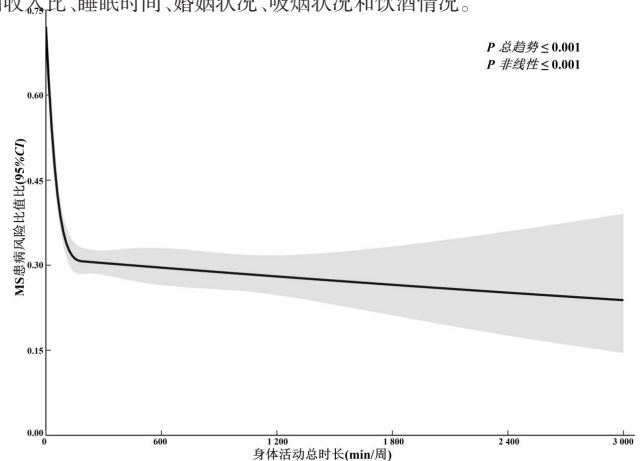


图 2 总身体活动时长与 MS 风险的限制性立方样条

Figure 2 RCS of total physical activity duration and metabolic syndrome risk

表 5 不同身体活动模式的时间、强度、频率对 MS 的影响

Table 5 Effects of duration, intensity, and frequency of different physical activity patterns on metabolic syndrome

主变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值
身体活动时长(min/d)						
周末战士组						
Q1	ref		ref		ref	
Q2	0.673(0.447 ~ 1.022)	0.060	0.767(0.500 ~ 1.186)	0.227	0.738(0.455 ~ 1.204)	0.220
Q3	0.817(0.532 ~ 1.264)	0.360	0.960(0.613 ~ 1.516)	0.860	0.853(0.512 ~ 1.430)	0.544
Q4	0.670(0.441 ~ 1.026)	0.063	0.812(0.521 ~ 1.274)	0.360	0.749(0.449 ~ 1.257)	0.271
规律运动组						
Q1	ref		ref		ref	
Q2	0.678(0.553 ~ 0.833)	<0.001	0.734(0.594 ~ 0.909)	0.004	0.762(0.602 ~ 0.967)	0.025
Q3	0.575(0.466 ~ 0.712)	<0.001	0.675(0.542 ~ 0.842)	<0.001	0.633(0.495 ~ 0.812)	<0.001
Q4	0.505(0.406 ~ 0.629)	<0.001	0.679(0.539 ~ 0.856)	0.001	0.567(0.436 ~ 0.740)	<0.001
身体活动强度水平(%)						
周末战士组						
≤25%	ref		ref		ref	
26% ~ 50%	0.930(0.671 ~ 1.288)	0.660	1.006(0.716 ~ 1.413)	0.972	0.986(0.674 ~ 1.441)	0.941
51% ~ 75%	1.002(0.716 ~ 1.402)	0.990	1.092(0.769 ~ 1.551)	0.622	0.977(0.655 ~ 1.454)	0.907

(续表)

主变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值	aOR(95%CI)	P 值
>75%	0.843(0.603 ~ 1.176)	0.315	0.982(0.689 ~ 1.400)	0.922	0.955(0.632 ~ 1.441)	0.825
规律运动组						
≤25%	ref		ref		ref	
26% ~ 50%	0.767(0.654 ~ 0.899)	0.001	0.853(0.724 ~ 1.005)	0.057	0.905(0.753 ~ 1.087)	0.288
51% ~ 75%	0.736(0.630 ~ 0.860)	<0.001	0.849(0.722 ~ 0.998)	0.047	0.775(0.645 ~ 0.931)	0.007
>75%	0.642(0.547 ~ 0.752)	<0.001	0.842(0.711 ~ 0.997)	0.047	0.702(0.575 ~ 0.857)	<0.001
身体活动频率(d/周)						
周末战士组						
1	ref		ref		ref	
2	1.028(0.801 ~ 1.324)	0.829	0.946(0.728 ~ 1.232)	0.678	0.920(0.689 ~ 1.231)	0.574
规律运动组						
3 ~ 4	ref		ref		ref	
≥5	0.773(0.688 ~ 0.869)	<0.001	0.760(0.674 ~ 0.858)	<0.001	0.863(0.754 ~ 0.988)	0.033

注:Q1、Q2、Q3、Q4 表示取四分位数;模型进行了调整,考虑了多个因素,包括性别、种族、教育水平、贫困收入比、睡眠时间、婚姻状况、吸烟状况和饮酒情况。

### 3 讨论

本研究的主要目的是探讨以周末战士为主不同身体活动模式与 MS 患病风险之间的关联。结果显示,与不运动人群相比,周末战士和规律运动的身体活动模式均与较低患病率有显著关联。亚组分析的结果显示,在男性和 60 岁以上的人群中,周末战士身体活动模式与 MS 的低患病率仍存在显著关联;同时更长时间、更大强度的 MVPA 与 MS 的低患病率关联更加明显。

充分的身体活动是 MS 的保护因素,只要达到推荐的每周 150 min 中等强度身体活动水平就可以有效降低 MS 患病率<sup>[6,14]</sup>。一项涉及我国 20 502 名农村成年人研究发现:与不活跃的参与者相比,周末战士人群患 MS、糖尿病和高血压的风险较低<sup>[15]</sup>,这与本研究的结果一致。另一项利用英国生物银行样本库中 89 573 名参与者队列数据的研究发现:与每周规律运动的人群相比,周末战士身体活动模式同样可以降低心房颤动、心肌梗死、心力衰竭和中风等不良事件发生的风险<sup>[16]</sup>。因此,研究推断周末战士人群患 MS 风险较低的原因可能是与规律运动的模式具有相似的健康效应。

有研究发现,身体活动可以改善 MS 的异常组分<sup>[17-18]</sup>。高血压是 MS 中最常见的组分,同时也是 MS 与心血管疾病联系最为紧密的组分<sup>[19-20]</sup>。而身体活动会增加人体的血流量,促进组织中儿茶酚胺的清除,减弱肌肉交感神经活动的增加以及神经血管传导的钝化现象从而降低血压<sup>[21]</sup>。有研究对自发性高血压大鼠进行 8 周游泳训练后发现,大鼠的血管紧张素(1-7)和 MAS 受体的表达水平均有所上调<sup>[22]</sup>。此外,有研究发现,休闲时间身体活动与高血压风险之间存

在负相关,在这一条件下满足最低身体活动水平的个体患高血压的风险平均降低 6%,且随着时长与强度的增长,该风险会进一步下降<sup>[23]</sup>。另一项研究在对 110 万名英国女性进行研究后发现,每日进行身体活动的女性比每周进行 2 ~ 3 次身体活动的女性罹患冠心病、脑血管病及静脉血栓栓塞的风险更低<sup>[24]</sup>。因此,在保证安全的前提下增加运动强度会产生更大的血压降幅<sup>[25]</sup>。

肥胖也是 MS 的常见组分之一。有研究证实,定期进行身体活动,尤其是进行抗阻运动,可以增加人体肌肉量,从而提高基础代谢率,更高的基础代谢率意味着安静时可以燃烧更多的热量,而有氧运动可以调控脂肪运动因子表达进而改善胰岛素敏感性<sup>[26]</sup>,耐力运动则可增加骨骼肌的脂肪酸运输能力并提高线粒体脂肪酸氧化能力,从而促进膳食脂肪从储存向氧化的转变<sup>[27]</sup>。一项有关周末战士和规律运动人群身体活动与腹部和全身肥胖关联的研究显示,在身体活动总量相同的情况下,每周进行 1 ~ 2 次锻炼的参与者往往具有较低的腹部脂肪、较小腰围和较少的全身脂肪量<sup>[28]</sup>。为此有学者针对运动干预的周期、强度进行研究后发现仅 3 周时长的有氧运动就能显著下调中度和重度肥胖青少年血脂、TG 和胰岛素抵抗指数等指标<sup>[29]</sup>。

综上所述,周末战士身体活动模式具有与规律运动身体活动模式相似的健康益处,增加身体活动 MS 的常见异常组分有着较好的改善效果。

本研究发现,不论每周锻炼的频次如何,只要达到推荐的身体活动量就可以降低 MS 的风险。建议身体情况允许的人群应更加积极地参与日常体育运动,进行至少每周 150 min 的中高强度有氧运动,并有目的的增加运动强度。如果无法进行规律运动选择周末

战士的身体活动模式也是一种可行的运动方案。

本文也存在一定局限性,由于本文受横断面研究设计的限制,无法得出变量之间的因果关系。此外,身体活动的数据依赖于自我报告,难以避免参与者对实际情况的夸大或低估。因此,未来研究应采用电子设备精确测量身体活动量,深入研究身体活动模式对 MS 或其他慢性疾病的干预效果。

**利益冲突声明** 本研究不存在任何利益冲突

## 参考文献

- [ 1 ] 中华医学会健康管理学分会,《中华健康管理学杂志》编辑委员会,国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院),等. 成人代谢综合征防控健康教育专家共识 [J]. 中华健康管理学杂志, 2024, 18(2): 81-92.  
Chinese Society of Health Management, Chinese Journal of Health Management Editorial Committee, National Research Center for Clinical Medicine of Geriatric Diseases (Xiangya Hospital), et al. Expert consensus on health education for prevention and control of metabolic syndrome in adults [J]. Chinese Journal of Health Management, 2024, 18(2): 81-92.(In Chinese)
- [ 2 ] 刘早玲,唐溢乐,苏津,等. 代谢综合征患者糖化白蛋白及糖化血红蛋白比值与全因死亡率的关系 [J]. 现代预防医学, 2024, 51(23): 4225-4230.  
Liu ZL, Tang YL, Su J, et al. Relationship between the glycosylated albumin to glycosylated hemoglobin ratio and all-cause mortality in patients with metabolic syndrome [J]. Modern Preventive Medicine, 2024, 51(23): 4225-4230.(In Chinese)
- [ 3 ] 田露,刘斌. 身体活动与运动对代谢综合征的影响与作用[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(2): 296-302.  
Tian L, Liu B. Effects of physical activity and exercise on metabolic syndrome[J]. Chinese Journal of Tissue Engineering Research, 2020, 24(2): 296-302.(In Chinese)
- [ 4 ] Saklayen MG. The global epidemic of the metabolic syndrome[J]. Current Hypertension Reports, 2018, 20(2): 12.
- [ 5 ] 李燕萍,周裕婧,朱士胜,等. 中国老年人代谢综合征患病率 META 分析[J]. 现代预防医学, 2022, 49(5): 913-917.  
Li YP, Zhou YJ, Zhu SS, et al. Prevalence of metabolic syndrome in Chinese elderly: a META-analysis [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(5): 913-917.(In Chinese)
- [ 6 ] 吴佩芸,林诚. 代谢综合征运动干预作用机制的研究进展[J]. 中华高血压杂志:中英文, 2024, 32(2): 133-139.  
Wu PY, Lin C. Research progress on the mechanism of exercise intervention in metabolic syndrome [J]. Chinese Journal of Hypertension, 2024, 32(2): 133-139.(In Chinese)
- [ 7 ] 陈丹丹,张慧,邵静,等. 代谢综合征患者饮食和运动管理方案最佳证据总结[J]. 浙江大学学报:医学版, 2022, 51(1): 27-37.  
Chen DD, Zhang H, Shao J, et al. Summary of the best evidence of diet and physical activity management in patients with metabolic syndrome[J]. Journal of Zhejiang University. Medical Sciences, 2022, 51(1): 27-37.(In Chinese)
- [ 8 ] Seo MW, Eum Y, Jung HC. Leisure time physical activity: a protective factor against metabolic syndrome development [J]. BMC Public Health, 2023, 23(1): 2449.
- [ 9 ] Bull FC, Al-Ansari SS, Biddle S, et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour [J]. British Journal of Sports Medicine, 2020, 54(24): 1451-1462.
- [ 10 ] 赵文华,李可基,王玉英,等. 中国人群身体活动指南(2021) [J]. 中国公共卫生, 2022, 38(2): 129-130.  
Zhao WH, Li KJ, Wang YY, et al. Physical activity guidelines for Chinese (2021)[J]. Chinese Journal of Public Health, 2022, 38(2): 129-130.(In Chinese)
- [ 11 ] O'donovan G, Sarmiento OL, Hamer M. The rise of the "Weekend Warrior"[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2018, 48(8): 604-606.
- [ 12 ] Liang JH, Huang S, Pu YQ, et al. Whether weekend warrior activity and other leisure-time physical activity pattern reduce the risk of depression symptom in the representative adults? A population-based analysis of NHANES 2007-2020 [J]. Journal of Affective Disorders, 2023, 340: 329-339.
- [ 13 ] Expert panel on detection EATOHBCIA. Executive summary of the third report of the National cholesterol education program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III)[J]. JAMA: the Journal of the American Medical Association, 2001, 285(19): 2486-2497.
- [ 14 ] Myers J, Kokkinos P, Nyelin E. Physical activity, cardiorespiratory fitness, and the metabolic syndrome[J]. Nutrients, 2019, 11(7): 1652.
- [ 15 ] Xiao J, Chu MJ, Shen H, et al. Relationship of "weekend warrior" and regular physical activity patterns with metabolic syndrome and its associated diseases among Chinese rural adults [J]. Journal of Sports Sciences, 2018, 36(17): 1963-1971.
- [ 16 ] Khurshid S, Al AMA, Churchill TW, et al. Accelerometer-Derived "weekend warrior" physical activity and incident cardiovascular disease [J]. JAMA: the Journal of the American Medical Association, 2023, 330(3): 247.
- [ 17 ] Cao Z, Min JH, Chen H, et al. Accelerometer-derived physical activity and mortality in individuals with type 2 diabetes [J]. Nature Communications, 2024, 15(1): 5164.
- [ 18 ] Zou QP, Su C, Du WW, et al. Longitudinal association between physical activity, blood lipids, and risk of dyslipidemia among Chinese adults: findings from the China health and nutrition surveys in 2009 and 2015[J]. Nutrients, 2023, 15(2): 341.
- [ 19 ] 闫文艳,李彦琦,包含,等. 内蒙古地区代谢综合征人群高血压及糖尿病的治疗及控制情况[J]. 现代预防医学, 2023, 50(16): 3054-3061, 3072.  
Yan WY, Li YQ, Bao H, et al. Treatment and control of hypertension and diabetes mellitus in a population with metabolic syndrome, Inner Mongolia [J]. Modern Preventive Medicine, 2023, 50(16): 3054-3061, 3072.(In Chinese)
- [ 20 ] Katsimardou A, Imprialos K, Stavropoulos K, et al. Hypertension in metabolic syndrome: novel insights [J]. Current Hypertension Reviews, 2020, 16(1): 12-18.
- [ 21 ] Skow RJ, Fraser GM, Steinback CD, et al. Prenatal exercise and cardiovascular health (PEACH) study: impact on muscle sympathetic nerve (Re)activity[J]. Medicine and Science in Sports and Exercise, 2021, 53(6): 1101-1113.
- [ 22 ] Filho AG, Ferreira AJ, Santos SHS, et al. Selective increase of angiotensin (1-7) and its receptor in hearts of spontaneously hypertensive rats subjected to physical training [J]. Experimental Physiology, 2008, 93(5): 589-598.

- [20] Tumbarello M, Viale P, Viscoli C, et al. Predictors of mortality in bloodstream infections caused by *Klebsiella pneumoniae* carbapenemase-producing *K. pneumoniae*: importance of combination therapy [J]. *Clinical Infectious Diseases*, 2012, 55(7): 943–950.
- [21] Patel G, Huprikar S, Factor SH, et al. Outcomes of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection and the impact of antimicrobial and adjunctive therapies [J]. *Infection Control and Hospital Epidemiology: the Official Journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America*, 2008, 29(12): 1099–1106.
- [22] 刘秀凤,肖志军,唐群力,等. 老年住院患者感染肺炎克雷伯菌的临床特点及耐药性分析[J]. *老年医学与保健*, 2023, 29(1): 43–48.  
Liu XF, Xiao ZJ, Tang QL, et al. Analysis of clinical characteristics and drug resistance of *Klebsiella pneumoniae* infection in elderly inpatients [J]. *Geriatrics & Health Care*, 2023, 29 (1): 43–48. (In Chinese)
- [23] 李晓君,黄兴辉,周晓红,等. 老年患者碳青霉烯类耐药肺炎克雷伯菌血流感染危险因素及预后分析[J]. *中国感染与化疗杂志*, 2024, 24(2): 162–170.  
Li XJ, Huang XH, Zhou XH, et al. Risk factors and prognosis of carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* bloodstream infection in elderly patients [J]. *Chinese Journal of Infection and Chemotherapy*, 2024, 24(2): 162–170. (In Chinese)
- [24] Wang S, Li D, Chu YZ, et al. Determination of oropharyngeal pathogenic colonization in the elderly community [J]. *Chin Med J (Engl)*, 2009, 122(3): 315–318.
- [25] 张婧,薛恒怡,李妍妍,等. 高龄患者住院期间死亡的影响因素探讨[J]. *武警医学*, 2022, 33(11): 972–975.  
Zhang J, Xue HY, Li YY, et al. Influencing factors of in-hospital mortality of aged patients[J]. *Medical Journal of the Chinese People's Armed Police Forces*, 2022, 33(11): 972–975. (In Chinese)
- [26] 陈镇凡,许桂英,董凤英,等. 住院老年患者贫血与衰弱表型的相关性研究[J]. *中华保健医学杂志*, 2020, 22(5): 538–539.  
Chen ZF, Xu GY, Dong FY, et al. Association between anemia and frailty phenotype in hospitalized elderly patients [J]. *Chinese Journal of Health Care and Medicine*, 2020, 22(5): 538–539. (In Chinese)
- [27] 刘思宏. WBC 与 PCT 联合检测对泌尿系感染进展为尿源性脓毒血症的早期预测价值[D]. 广州:广州医科大学, 2023.  
Liu SH. Combined detection of WBC and PCT for early prediction of progression from urinary tract infection to urosepsis [D]. Guangzhou: Guangzhou Medical University, 2023. (In Chinese)
- [28] Li JH, Li YY, Song N, et al. Risk factors for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* infection: A meta-analysis [J]. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 2020, 21: 306–313.
- [29] Chang H, Wei J, Zhou W, et al. Risk factors and mortality for patients with Bloodstream infections of *Klebsiella pneumoniae* during 2014–2018: Clinical impact of carbapenem resistance in a large tertiary hospital of China [J]. *Journal of Infection and Public Health*, 2020, 13(5): 784–790.
- [30] Cheng SY, Wang H, Lin SH, et al. Association of admission hyperglycemia and all-cause mortality in acute myocardial infarction with percutaneous coronary intervention: A dose-response meta-analysis[J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 932716.
- [31] Yang YT, Liu XD. Imbalance of drug Transporter–CYP450s interplay by diabetes and its clinical significance [J]. *Pharmaceutics*, 2020, 12(4): 348.
- [32] Ray A, Sharma S, Atal S, et al. Tigecycline-Induced severe hypoglycemia in a Non-Diabetic individual: a case report and brief review of Tigecycline-Induced severe hypoglycemia [J]. *American Journal of Case Reports*, 2020, 21: 924556–924563.

收稿日期: 2025-04-26

(上接第 3470 页)

- [23] Liu XJ, Zhang DD, Liu Y, et al. Dose-Response association between physical activity and incident hypertension: a systematic review and Meta-Analysis of cohort studies [J]. *Hypertension*, 2017, 69(5): 813–820.
- [24] Armstrong MEG, Green J, Reeves GK, et al. Response to letter regarding article, "frequent physical activity May not reduce vascular disease risk as much as moderate activity: large prospective study of women in the United Kingdom"[J]. *Circulation*, 2015, 132(18): e225.
- [25] 刘泉清,刘敏. 不同运动形式对原发性高血压的影响研究进展[J]. *中国体育科技*, 2021, 57(12): 82–91.  
Liu QQ, Liu M. Research progress on the effects of different forms of exercise on essential hypertension [J]. *China Sport Science and Technology*, 2021, 57(12): 82–91. (In Chinese)
- [26] 唐韶慨,耿元文,林琴琴,等. 运动调控肌肉、肝脏、脂肪的运动因子的文献计量学分析[J]. *首都体育学院学报*, 2022, 34(5): 555–567.  
Tang SK, Geng YW, Lin QQ, et al. Bibliometric analysis of studies related to the regulation of exercise on muscle, liver and lipid exerkines[J]. *Journal of Capital University of Physical Education and Sports*, 2022, 34(5): 555–567. (In Chinese)
- [27] Mengeste AM, Rustan AC, Lund J. Skeletal muscle energy metabolism in obesity[J]. *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 2021, 29(10): 1582–1595.
- [28] Lei L, Li J, Wang W, et al. The associations of "weekend warrior" and regularly active physical activity with abdominal and general adiposity in US adults[J]. *Obesity*, 2024, 32(4): 822–833.
- [29] 潘丽英,马春莲,谷涌泉. 6 周有氧运动改善不同程度肥胖青少年体质健康的研究 [J]. *武汉体育学院学报*, 2022, 56(7): 76–83.  
Pan LY, Ma CL, Gu YQ. Six week aerobic exercise training improving physical health of adolescents with different degrees of obesity [J]. *Journal of Wuhan Institute of Physical Education*, 2022, 56(7): 76–83. (In Chinese)

收稿日期: 2025-04-01