

•运动人体科学•

## 中国老年人身体活动变化轨迹与慢性病共病的关联： 基于 CHARLS 数据的实证研究

李丹<sup>1,2</sup>, 郑华涛<sup>1,2</sup>, 马仁涛<sup>1,2</sup>, 杨鄂<sup>1,2</sup>, 赖雨<sup>1,2</sup>, 罗丹<sup>1,2</sup>, 王世强<sup>1,2</sup>

(1.湖南工业大学 体育学院, 湖南 株洲 412006; 2.体质健康和运动健身湖南省重点实验室, 湖南 株洲 412006)

**摘要:** 基于 2011—2020 年中国健康与养老追踪调查(CHARLS)5 期数据, 采用组基轨迹模型识别调查对象随访期间身体活动随时间变化的潜在分组和轨迹特征, 并采用 Bootstrap 法检验模型稳定性, 采用多因素 Logistic 回归模型分析不同身体活动轨迹类型与慢性病共病的关联。通过亚组分析探究不同特征老年人在不同身体活动变化轨迹下的共病差异, 并通过 Bonferroni 多重校正进行多重比较。结果显示: 纳入 3 182 名老年人, 共识别出 4 种身体活动轨迹, 分别为身体活动持续低组(693 人, 占 21.78%)、先低后上升组(1 651 人, 占 51.89%)、先高后下降组(225 人, 占 7.07%)及持续高身体活动组(613 人, 占 19.26%), 4 组间慢性病共病发生率比较, 差异具有统计学意义( $\chi^2=36.036$ ,  $P<0.01$ )。调整混杂因素后, 以身体活动持续低组为参照, 先低后上升组和持续高组发生慢性病共病的风险显著降低, OR 值(95%CI) 分别为 0.673(0.558~0.813)、0.613(0.484~0.777)。身体活动先低后上升组和持续高组老年人患二元共病的风险也显著降低, 分别是持续低组的 0.758 倍(95%CI: 0.581~0.990)和 0.627 倍(95%CI: 0.445~0.884), 三元及以上共病风险分别是身体活动持续低组的 0.625 倍(95%CI: 0.501~0.780)和 0.607 倍(95%CI: 0.459~0.801)。与身体活动持续低组相比, 身体活动先高后降低组和持续高组对慢性病共病的风险均无明显差异。亚组分析显示, 先低后上升组和持续高身体活动组在年龄 $\geq 65$ 岁、男性、居住在城镇的老年人中, 与慢性病共病风险的关联更为显著。研究认为, 中国老年人身体活动存在不同轨迹类型, 不同轨迹与老年慢性病共病风险存在差异, 先低后上升和持续高身体活动轨迹具有较低的慢性病共病发生风险。

**关键词:** 老年人; 身体活动; 组基轨迹; 慢性病共病

中图分类号: G804.5 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2025)05-0144-09

### Association between physical activity change trajectory and comorbidity of chronic diseases in Chinese older people:

### An empirical study based on the CHARLS data

LI Dan<sup>1,2</sup>, ZHENG Huatao<sup>1,2</sup>, MA Rentao<sup>1,2</sup>, YANG E<sup>1,2</sup>, LAI Yu<sup>1,2</sup>, LUO Dan<sup>1,2</sup>, WANG Shiqiang<sup>1,2</sup>

(1.School of Physical Education, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412006, China; 2.Hunan Provincial Key Laboratory of Physical Health and Sports Fitness, Zhuzhou 412006, China)

**Abstract:** Based on the data in five periods from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS) from 2011 to 2020, group-based trajectory modeling was used to identify the potential grouping and trajectory characteristics of physical activity over time during the follow-up period, and the Bootstrap was also used to test stability of model, and multivariate logistic regression model was employed to examine the latent correlation between different types of physical activity trajectories and comorbidity of chronic diseases. Subgroup analyses

were performed to examine comorbidity differences among older people with various characteristics across different physical activity trajectories, with multiple comparisons by adjusted using the Bonferroni correction. Results show that 3 182 older people was selected and the respondents' physical activity trajectories were categorized into four groups including continuous low physical activity (693 individuals, 21.78%), initially low then rising (1 651 individuals, 51.89%), initially high then declining (225 individuals, 7.07%), and continuous high physical activity (613 individuals, 19.26%), and there was a statistically significant difference in the incidence of chronic diseases among the four groups ( $\chi^2=36.036$ ,  $P<0.001$ ). After adjusted with confounding factors, the multivariate logistic regression analysis revealed that compared to the continuous low physical activity group, the risk of chronic disease comorbidity was significantly lower in the initially low then rising group (OR = 0.673, 95% CI: 0.558~0.813) and the continuous high physical activity group (OR = 0.613, 95% CI: 0.484~0.777). The risk of binary comorbidity and ternary and above comorbidity was also significantly reduced in these two groups, with OR values (95% CI) of 0.758 (0.581~0.990), 0.627 (0.445~0.884), 0.625 (0.501~0.780), and 0.607 (0.459~0.801), respectively. Compared to continuous low physical activity group, in risk of comorbidity with chronic diseases, there was no significant difference in initially high then declining and continuous high group in physical activity. Subgroup analyses show that the risk of comorbidity with chronic diseases was more significantly reduced in the initially low then rising group and the continuous high physical activity group among individuals aged  $\geq 65$  years, males, those living in urban areas. The conclusion holds that physical activity of Chinese older people exhibits different types with trajectories, and there is significant difference between different trajectories and comorbidity risk of chronic diseases in older people, and meanwhile, the trajectory with initially low then rising and continuous high physical activity group show an inferior risk of trajectory with chronic diseases.

**Keywords:** older people; physical activity; group-based trajectory; comorbidity of chronic diseases

据国家统计局最新数据显示, 2024 年末我国 60 岁以上老年人达 3.1 亿, 人口老龄化程度进一步加深<sup>[1]</sup>。随着预期寿命的不断增长, 我国老年人慢性病患者基数不断扩大, 75%以上的老年人至少患有 1 种慢性病<sup>[2]</sup>。《“健康中国 2030”规划纲要》指出, 慢性病造成的疾病负担占总体疾病负担的 70%以上。由于运动能力下降、内脏器官障碍和机体功能下降等多种生理因素, 老年慢性病共病患者数量也逐渐增多<sup>[3]</sup>。2008 年 WHO 将慢性病共病定义为个体同时患两种或两种以上慢性非传染性疾病, 是需要持续性和多样化治理的健康问题。研究发现, 慢性病共病发生率为 65.6%, 且呈不断上升趋势<sup>[4]</sup>。相比单一慢性病患者, 共病不仅造成老年人更严重的健康结局和更差的生活质量, 还会增加家庭经济支出和国家医疗卫生负担, 已经成为全球性公共卫生问题<sup>[5]</sup>。目前, 我国老年人慢性病共病的实证研究相对较少, 尤其缺乏高质量的本土循证依据, 限制了共病指南的制订和实施<sup>[6]</sup>。因此, 研究老年慢性病共病的发生模式、影响因素和干预策略, 可为我国老年人慢性病共病的管理提供科学依据, 是当前预防医学和老年医学的热点话题<sup>[7]</sup>。

既往研究证实, 身体活动可以提高心肺耐力、减少骨骼肌丢失、提高免疫系统的防御能力, 降低 2 型糖尿病、脑卒中、骨质疏松等多种慢性疾病的发生风

险, 有助于减缓衰老导致的多种身心健康问题<sup>[8-9]</sup>。目前, 已有少量研究探讨身体活动与慢性病共病的关联。来自英国生物银行的研究显示, 与低身体活动人群相比, 中高身体活动显著降低中老年人多重慢性病患者的死亡风险同时增加了预期寿命<sup>[10]</sup>。一项印度的横断面研究发现, 与身体活动缺乏者相比, 中等和高身体活动老年人具有较低的慢性病共病发生率<sup>[11]</sup>。Delpino 等<sup>[12]</sup>以社区环境老年人为对象的 Meta 研究表明, 身体活动与慢性病共病风险呈负相关, 低身体活动水平老年人具有较高的慢性病共病风险。基于我国横断面调查数据显示, 每周满足 150 min 以上的中等强度和 75 min 以上的高强度身体活动均能显著降低老年人慢性病共病的发生风险<sup>[13]</sup>。目前关于身体活动和老年慢性病共病关系的研究存在以下问题: 一是研究相对较少且主要集中在国外人群队列研究, 基于我国大样本研究较为缺乏。二是多数研究关注某个静态时间点的身体活动水平, 忽视身体活动在队列随访期间的动态变化, 缺少从身体活动变化轨迹的视角探讨其与慢性病共病关联。鉴于此, 本研究基于中国健康与养老追踪 (China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS) 数据, 采用基于群组的轨迹模型(Group-Based Trajectory Modeling, GBTM)识别我国老年人身体活动变化轨迹, 进而探讨身体活动变化轨迹对慢性病共病风险的影

响, 为我国老年人慢性病共病指南的制订提供本土证据, 同时也为共病管理提供参考依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 调查对象

数据来源于中国健康与养老追踪调查。此项调查主要针对中国 45 岁及以上的中老年人, 样本覆盖中国 28 个省、自治区、直辖市, 150 个区、县和 450 个社区(村级)单位<sup>[14]</sup>。目前, CHARLS 已发布基线调查数据(2011 年)、第 1 次随访调查数据(2013 年)、第 2 次随访调查数据(2015 年)、第 3 次随访调查数据(2018 年)、第 4 次随访调查数据(2020 年), 共 5 期调查数据。本研究选取连续 5 期参加身体活动和慢性病患病随访的老年人(≥60 岁)进行分析。排除标准: (1) 小于 60 岁或者年龄信息缺失(7 925 人); (2) 协变量信息缺失(9 023 人); (3) 身体活动数据缺失(0 人); (4) 慢性病评估数据缺失(5 632 人), 最终 3 182 名老年人数据纳入分析。本研究数据从 CHARLS 官网主页(<http://charls.pku.edu.cn/>)下载, CHARLS 项目获得北京大学生物医学伦理委员会批准(伦理审批号: IRB00001052-11015)。

### 1.2 研究方法

#### 1) 慢性病共病评估。

CHARLS 入户调查问卷就 15 种慢性病患病情况展开访查<sup>[14]</sup>, 分别为高血压、血脂异常、糖尿病或血糖升高、癌症等恶性肿瘤、慢性肺部疾病、肝脏疾病、心脏病、中风、肾脏疾病、消化系统疾病、情感及精神问题、与记忆有关的疾病、帕金森症、关节炎或风湿病、哮喘。本研究选取问卷中“是否有医生曾经告诉过受访者有(慢性病名称)?”进行共病情况评估, 将不患或仅患 1 种慢性病定义为非共病, 患 2 种疾病定义为二元共病, 患 3 种及以上疾病定义为三元共病<sup>[3]</sup>。

#### 2) 身体活动评估。

依据国际身体活动量表(IPAQ)短卷评价老年人身体活动。该问卷中共设置 7 个问题, 依据不同身体强度活动的时间和 1 周内活动次数, 用于低、中、高 3 种不同身体活动水平构建。根据以往研究<sup>[15]</sup>, 将 10 min≤身体活动时间<0.5 h 赋值为 30 min; 0.5 h≤身体活动时间<2 h 赋值为 60 min; 2 h≤身体活动时间<4 h 赋值为 180 min; 4 h≤身体活动时间赋值为 240 min。为避免分组误差, 根据数据截断原则将每天进行某种强度身体活动时间超过 3 h 的个体重新编码为 180 min。该原则允许每种强度身体活动每周最多报告 21 h(1 260 min)。身体活动水平计算方法参照国际身体活动计算方法, 以代谢当量(metabolic equivalent, MET)代替身体活动总量, 即 MET 赋值×每周频率×每天时间, 其中低身

体活动水平 MET 赋值为 3.3, 中身体活动水平 MET 赋值为 4.0, 高身体活动水平赋值为 8.0, 得出个体所做 3 种身体活动的量, 相加即得个体每周的 MET 值。据身体活动水平分组标准, 将受试者分为低、中、高 3 种身体活动水平, 并分别赋值 1、2、3<sup>[16]</sup>。

#### 3) 统计学分析。

本研究主要探讨身体活动变化轨迹对慢性病共病风险的影响, 变量赋值见表 1。采用 SAS 9.4 的 PROC TRAJ 程序拟合老年人身体活动变化轨迹, 最佳轨迹数量及模型评价标准如下: (1) 平均后验概率(Average posterior probability, AvePP)通常大于 0.7; (2) 每个轨迹组的比例(Proportions per class%)一般不低于 5%; (3) 正确分类优势(Odds of Correct Classification, OCC)一般大于 5; (4) 基于组成员概率得到的群体分布比例( $\pi_j$ )接近组成员后验概率得到的群体分布比例( $P_j$ ); (5) 相对熵(Relative entropy,  $E_k$ )通常  $> 0.70$ ; (6) 贝叶斯信息准则(Bayesian Information Criterion, BIC)更接近 0<sup>[17-19]</sup>, 根据上述原则确定身体活动最佳的分组数量。采用 Bootstrap 法对基于 GBTM 建立的模型进行稳定性检验, 采用多因素非条件 Logistic 回归模型分析老年人不同身体活动轨迹对慢性病共病的作用及分层分析, 并使用 GraphPad Prism 8 绘制亚组森林图。将不同身体活动轨迹、人口学因素相乘项纳入二元 Logistic 回归交互模型, 以探讨其对慢性病共病的交互作用。采用 Bonferroni 校正方法, 校正后  $\alpha=0.003$ , 仅当校正后  $P$  值  $<0.003$  时认为结果具有统计学意义。

表 1 研究变量及赋值

变量	赋值
性别	0=男性, 1=女性
年龄	0=<65, 1=≥65
有无伴侣	0=有伴侣, 1=无伴侣
是否吸烟	0=吸烟, 1=吸烟(否)
是否饮酒	0=饮酒, 1=饮酒(否)
受教育程度	0=文盲, 1=小学及以下, 2=初中及以上
居住区域	0=城镇, 1=农村
睡眠时长	0=<6 h, 1=6~8 h, 2=≥8 h
共病等级	0=非共病, 1=二元共病, 2=三元及以上共病
共病	0=非共病, 1=共病
身体活动轨迹	1=持续低组, 2=先低后上升组, 3=先高后下降组, 4=持续高组

## 2 结果与分析

### 2.1 身体活动变化轨迹最佳组数确定

使用 GBTM 分析纳入调查的老年人身体活动随时

间变化的轨迹特征, 当固定组轨迹阶数为 2 阶时建立 1~4 个群组轨迹模型。依据客观拟合标准表发现, 第 4 组 BIC 为 -18 893.29, 相较前 3 组更接近 0, 且其余指标皆符合评价标准, 模型拟合度最好, 最终确定 4 组为最适合的轨迹组数(见表 2)。组 1 共 693 人, 占比 21.78%, 始终呈低稳定趋势, 定义为“持续低组”。

表 2 确定身体活动轨迹的客观拟合标准

组数	多项式	Avepp(%)	OCC	P <sub>j</sub> (%)	π <sub>j</sub> (%)	BIC	E <sub>k</sub>
1	2	100		100	100	-19 986.15	0
2	2 2	98.25~88.50	17.5~24.6	74.54~25.46	76.16~23.84	-19 258.79	0.85
3	2 2 2	91.12~80.22~91.43	9.2~13.4~33.6	51.82~22.82~25.36	52.75~23.17~24.08	-18 958.20	0.745
4	2 2 2 2	81.45~91.30~71.58~87.16	15.4~9.5~35.0~29.6	21.78~51.89~7.07~19.26	22.20~52.46~6.71~18.63	-18 893.29	0.766

## 2.2 多项式阶数的确定

在确定多项式阶数的过程中, 当轨迹组的数量设定为 4 时, 每个轨迹组在不同多项式阶数下的参数估计结果如表 3 所示。在所有轨迹组中当多项式阶数为 2 时, *P* 值均小于 0.01, 最终采用多项式阶数为 2(即 2222)来进行模型拟合(见表 3)。

表 3 身体活动变化轨迹的参数估计

轨迹组别	Parameter	β	SE	t	P
持续低组	截距项	-0.017 61	0.026 73	-0.659	0.51
	一次项	0.332 13	0.036 87	9.008	< 0.01
	二次项	-0.047 28	0.009 39	-5.035	< 0.01
先低后上升组	截距项	-0.061 68	0.017 19	-3.588	< 0.01
	一次项	0.405 12	0.021 80	18.583	< 0.01
	二次项	0.017 06	0.005 31	3.213	< 0.01
先高后下降组	截距项	1.833 43	0.050 65	36.198	< 0.01
	一次项	-0.989 06	0.076 43	-12.941	< 0.01
	二次项	0.183 87	0.020 41	9.009	< 0.01
持续高组	截距项	1.871 54	0.028 89	64.782	< 0.01
	一次项	-0.583 24	0.040 25	-14.49	< 0.01
	二次项	0.138 69	0.009 93	13.967	< 0.01

当轨迹组数设定为 4, 每组内多项式阶数设定为 2 时, 表 4 呈现轨迹组拟合效果的主要评价指标。结果显示, 每个身体活动轨迹组中 AvePP(%) 均 > 70%, 正确分类优势(OCC) 均 > 5, 组成员的后验概率(P<sub>j</sub>) 与组成员概率(π<sub>j</sub>) 之间存在较好的一致性, 表明模型拟合效果良好。

## 2.3 模型稳定性检验

采用 Bootstrap 法对基于 GBTM 建立的模型进行稳定性检验。通过对已构建的身体活动变化轨迹进行 500 次抽样模拟, 分析身体活动变化轨迹组与共病之间关系的稳定性。先低后升组(OR=0.674, 95%CI:

组 2 共 1 651 人, 占比 51.89%, 基线身体活动水平较低, 后期呈上升趋势, 定义为“先低后上升组”。组 3 共 225 人, 占比 7.07%, 基线身体活动水平较高, 后期呈下降趋势, 定义为“先高后下降组”。组 4 共 613 人, 占比 19.26%, 始终呈高稳定趋势, 定义为“持续高组”。

0.555~0.810, *P* < 0.001) 和持续高组(OR=0.613, 95%CI: 0.487~0.783, *P* < 0.001) 与持续低组相比, 均显示出显著的保护效应且 Bootstrap 估计的 OR 值波动范围较小, 置信区间范围合理, 未出现异常波动。结果证明, 本研究所建立的 GBTM 模型表现出良好的稳定性, 身体活动轨迹组与共病风险的关联结果可靠。

表 4 四组身体活动轨迹的拟合效果评价指标

轨迹组别	OCC	Avepp(%)	P <sub>j</sub> (%)	π <sub>j</sub> (%)
持续低组	15.4	81.45	21.78	22.20
先低后上升组	9.5	91.30	51.89	52.46
先高后下降组	35.0	71.58	7.07	6.71
持续高组	29.6	87.16	19.26	18.63

## 2.4 不同身体活动变化轨迹分组的基线特征

调查的 3 182 名老年人平均年龄为 (69.67 ± 7.34) 岁, 男性 1 663 人(52.2%), 女性 1 519 人(47.8%), 非共病者 2 112 人, 占 66.4%, 共病者 1 070 人, 占 33.6%。除不同性别、吸烟状况和睡眠状况外, 老年人共病情况差异均存在统计学意义(*P* < 0.05)(见表 5)。

## 2.5 身体活动变化轨迹对老年人慢性病共病关联的多元 Logistic 回归分析

以共病状况(非共病=0, 共病=1, 二元共病=2, 三元及以上共病=3) 为因变量, 选取持续低组身体活动轨迹为自变量进行多元 Logistic 回归分析。调整混杂因素后, 与持续低组相比, 先低后上升组(OR=0.673, 95%CI: 0.558~0.813) 和持续高组(OR=0.613, 95%CI: 0.484~0.777) 共病发生风险、先低后上升组(OR=0.758, 95%CI: 0.581~0.990) 和持续高组(OR=0.627, 95%CI: 0.445~0.884) 二元共病发生风险、先低后上升组(OR=0.625, 95%CI: 0.501~0.780) 和持续高组(OR=0.607, 95%CI: 0.459~0.801) 三元及以上共病发生风险均降低(见表 6)。

表5 纳入研究对象的基本情况及身体活动轨迹和慢性病共病的影响分析

变量	整体 (n=3 182)	持续低组 (n=693)	先低后上升组 (n=1 651)	先高后下降组 (n=225)	持续高组 (n=613)	$\chi^2$ 值	P 值
年龄						9.113	<0.001
<65	894(28%)	155(22%)	499(30%)	58(26%)	182(30%)		
≥65	2 288(72%)	538(78%)	1 152(70%)	167(74%)	431(70%)		
性别						7.110	0.141
男	1 663(52%)	340(49%)	890(54%)	122(54%)	311(51%)		
女	1 519(48%)	353(51%)	761(46%)	103(46%)	302(49%)		
居住地						1.886	<0.001
农村	2 271(71%)	466(67%)	1 144(69%)	166(74%)	495(81%)		
城镇	911(29%)	227(33%)	507(31%)	59(26%)	118(19%)		
有无伴侣						4.990	<0.001
无	667(21%)	202(29%)	298(18%)	40(18%)	127(21%)		
有	2 515(79%)	491(71%)	1 353(82%)	185(82%)	486(79%)		
教育程度						5.713	<0.051
文盲	1 173(37%)	270(39%)	590(36%)	71(32%)	242(39%)		
小学及以下	1 201(38%)	278(40%)	615(37%)	90(40%)	218(36%)		
初中及以上	808(25%)	145(21%)	446(27%)	64(28%)	153(25%)		
是否吸烟						4.651	0.501
否	1 780(56%)	392(57%)	906(55%)	124(55%)	358(58%)		
是	1 402(44%)	301(43%)	745(45%)	101(45%)	255(42%)		
是否饮酒						55.053	<0.001
否	2 010(63%)	485(70%)	1 003(61%)	144(64%)	378(62%)		
是	1 172(37%)	208(30%)	648(39%)	81(36%)	235(38%)		
睡眠时长						864.597	0.091
<6 h	745(23%)	180(26%)	379(23%)	53(24%)	133(22%)		
6~8 h	1 222(38%)	231(33%)	658(40%)	84(37%)	249(41%)		
≥8 h	1 215(38%)	282(41%)	614(37%)	88(39%)	231(38%)		
共病						36.036	<0.001
非共病	2 112(66%)	405(58%)	1 136(69%)	137(61%)	434(71%)		
二元共病	405(13%)	101(15%)	211(13%)	27(12%)	66(11%)		
三元及以上共病	665(21%)	187(27%)	304(18%)	61(27%)	113(18%)		

表6 身体活动轨迹与共病 Logistic 回归分析<sup>1)</sup>

身体活动轨迹组	共病		二元共病		三元及以上共病	
	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值	OR 值(95%CI)	P 值
模型 1						
持续低	1		1		1	
先低后上升	0.638(0.531~0.766)	<0.01	0.745(0.537~0.969)	<0.05	0.580(0.468~0.718)	<0.01
先高后下降	0.903(0.664~1.228)	0.517	0.790(0.496~1.260)	0.323	0.964(0.681~1.366)	0.838
持续高	0.580(0.461~0.730)	<0.01	0.610(0.435~0.855)	<0.05	0.564(0.430~0.739)	<0.01
模型 2						
持续低	1		1		1	
先低后上升	0.654(0.544~0.788)	<0.01	0.752(0.577~0.981)	<0.05	0.601(0.484~0.746)	<0.01
先高后下降	0.917(0.673~1.250)	0.584	0.792(0.495~1.265)	0.329	0.987(0.695~1.402)	0.943
持续高	0.588(0.466~0.742)	<0.01	0.617(0.439~0.869)	<0.05	0.572(0.435~0.751)	<0.01
模型 3						
持续低	1		1		1	
先低后上升	0.673(0.558~0.813)	<0.01	0.758(0.581~0.990)	<0.05	0.625(0.501~0.780)	<0.01
先高后下降	0.935(0.682~1.281)	0.675	0.800(0.500~1.281)	0.353	1.014(0.709~1.451)	0.938
持续高	0.613(0.484~0.777)	<0.01	0.627(0.445~0.884)	<0.05	0.607(0.459~0.801)	<0.01

1)模型 1: 未校正任何变量。模型 2: 校正年龄、性别、居住区域、有无伴侣、教育程度。模型 3: 校正年龄、性别、居住区域、有无伴侣、教育程度、是否吸烟、是否饮酒、睡眠时长。

## 2.6 身体活动变化轨迹对不同特征老年人共病影响的多因素 Logistic 回归分层分析

以共病情况为因变量, 以持续低组身体活动轨迹为自变量, 进行多因素 Logistic 回归分层分析。结果显示, 与持续低组相比, 先低后上升组对年龄 $\geq 65$ 岁(OR=0.637, 95%CI: 0.516~0.786)、男性(OR=0.617, 95%CI: 0.475~0.801)、居住地为城镇(OR=0.558, 95%CI: 0.403~0.772)、无伴侣(OR=0.478, 95%CI: 0.330~0.692)、教育程度为小学及以下(OR=0.555, 95%CI: 0.415~0.743)的老年人群患共病风险的作用更

大,  $P$  值均小于 0.01。持续高组对年龄 $\geq 65$ 岁(OR=0.563, 95%CI: 0.431~0.736)、男性(OR=0.562, 95%CI: 0.403~0.783)、居住地为城镇(OR=0.437, 95%CI: 0.266~0.716)、教育程度为文盲(OR=0.554, 95%CI: 0.384~0.799)的老年人群患共病风险的作用更大,  $P$  值均小于 0.01。经 Bonferroni 多重校正后, 以上组别  $P$  值均小于 0.003, 具有统计学意义。在回归模型中加入相乘交互项后发现, 各变量与身体活动轨迹对慢性病共病关联的交互作用均无显著性差异(见图 1)。

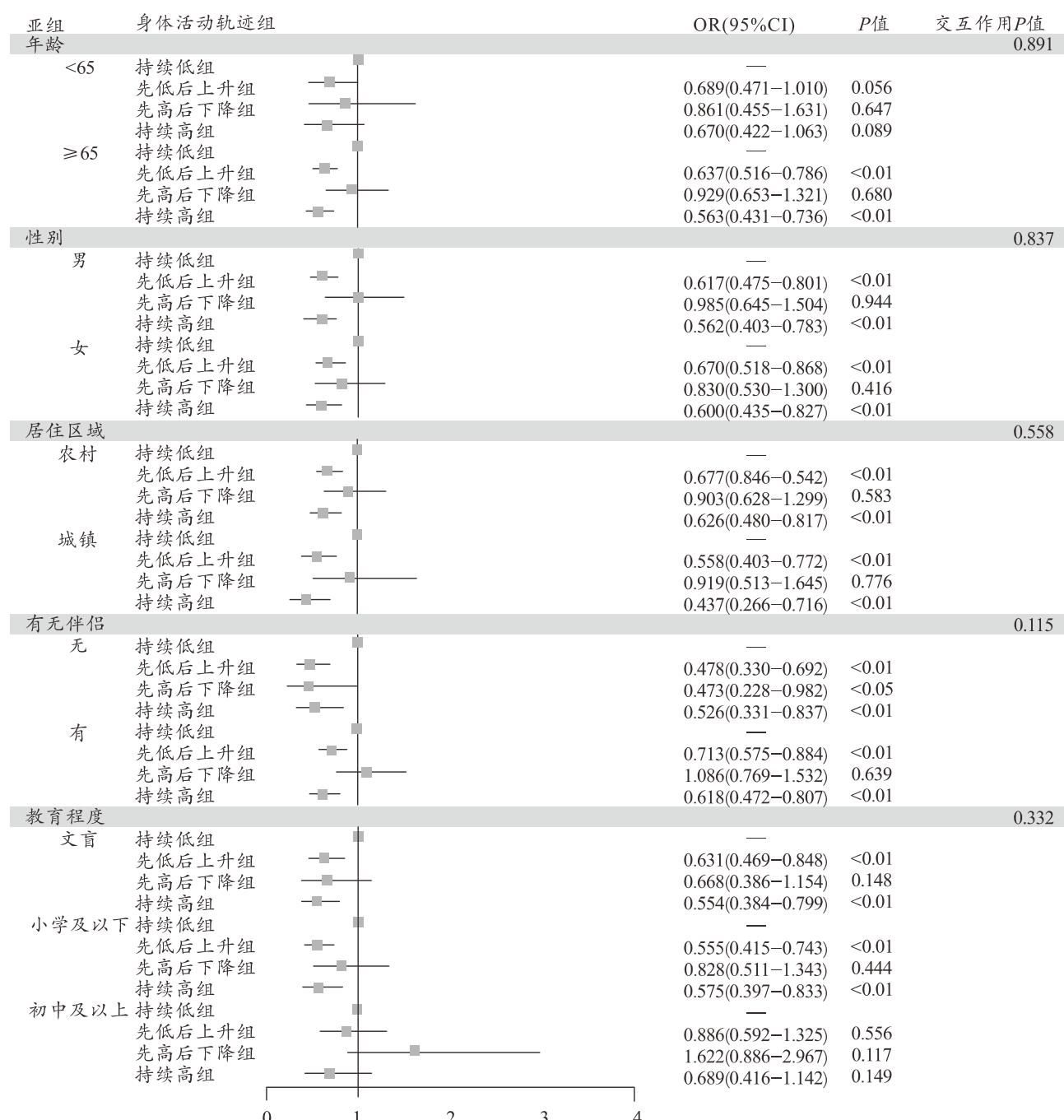


图 1 身体活动变化轨迹对不同特征老年人共病影响的多因素 Logistic 回归分层

### 3 讨论

#### 3.1 我国老年人身体活动变化轨迹类型

本研究采用 GBTM 的分析方法, 使用 CHARLS 2011—2020 五期追踪数据识别出我国老年人身体活动水平的 4 条异质性变化轨迹。结果显示, 身体活动先低后上升组(51.89%)人数最多, 其次是身体活动持续低组(21.78%)和身体活动持续高水平组(19.26%), 占比最低的是身体活动先高后下降组(7.07%)。身体活动先低后上升组比例最高, 这也与团队前期的研究结果吻合。自 2011 年以来我国老年人身体活动达标率显著提升<sup>[20]</sup>, 显示在相继实施《全民健身计划》以来全民健身的显著成效, 人均体育场地面积、社会体育指导员人数均显著增加, 可能促进我国老年人体育锻炼参与水平和参与比例的提升。另一方面, 研究显示老年人长期维持高水平身体活动的比例较低, 这与 Ding 等<sup>[21]</sup>的研究结果一致, 认为我国老年人满足 WHO 身体活动指南的比例不足 40%。这说明依然需要加强老年人群身体活动组织和指导, 提高老年人主动健康意识, 引导老年人参加规律的身体活动<sup>[22]</sup>。

与本研究结果一致, Barbiellini 等<sup>[23]</sup>利用意大利威尼斯老人队列研究项目也识别出 4 组身体活动轨迹: 持续低水平组、高水平下降组、低水平上升组、持续高水平组。一项澳大利亚女性健康队列研究, 采用 GBTM 方法同样识别出 4 种成年女性历时 9 年的身体活动变化轨迹<sup>[24]</sup>。另外, 卢婧雯等<sup>[16]</sup>也采用 CHARLS 数据, 分析 2011—2018 年我国中老年人身体活动轨迹, 同样也识别 4 种身体活动轨迹, 但不同轨迹的人群占比不同。这可能与评价低、中、高不同身体活动水平的标准有所不同有关, 该研究采用的是不同活动强度天数和每天活动时长综合判断, 本研究采用基于 IPAQ 的代谢当量计算方法。与本研究结果不同, Aarø 等<sup>[25]</sup>基于 WHO 全球老龄化与成人健康研究(SAGE)的研究队列, 使用全球身体活动问卷(GPAQ)识别全球中老年人的 3 种身体活动轨迹。同样, 一项对 3 231 名英国中老年人身体活动进行 20 年的追访研究识别出低水平下降、低水平保持、中等水平上升等 3 组身体活动变化轨迹。而 Buvarp 等<sup>[26]</sup>通过萨尔廷-格里姆比身体活动水平量表(Saltin-Grimby Physical Activity Level Scale)评价身体活动, 纵向分析 1 367 名 2014—2019 年瑞典成人身体活动, 识别出 2 种身体活动轨迹。以上研究可以看出, 由于身体活动的评价工具及测算方法、观察的人群年龄性别、追访的周期等因素的不同, 不同研究间身体活动变化的轨迹及占比可能存在一定差异。

#### 3.2 身体活动变化轨迹类型与老年慢性病共病的关系

近期, 美国《预防慢性病》杂志发表的研究指出,

具有每周 150 min 以上身体活动的人群, 可以降低 19 种慢性病的发生风险, 而长期身体活动不足者慢性病风险较高<sup>[27]</sup>。然而, 规律身体活动对老年慢病共病风险研究缺乏。本研究发现, 与身体活动持续低组相比, 先低后上升组和持续高组老年人慢性病共病的发生风险均显著降低, 且身体活动持续高组的效益更加明显。结果表明, 长期规律身体活动老年人患慢性病共病的风险低于非规律活动老年人群。与本研究结果趋势相同, Gonzalez-Jaramillo 等<sup>[28]</sup>开展的系统综述研究发现, 与持续身体活动不足患者相比, 长期保持较高身体活动可以使冠心病引起的死亡率降低 50%, 其次是身体活动缺乏转变为活跃的患者, 死亡率降低 45%, 而身体活动活跃转变为缺乏者无明显的死亡率差异。Aggio 等<sup>[29]</sup>研究进一步强调身体活动轨迹和心血管相关健康状况的关联, 结果发现与身体活动低水平下降组相比, 身体活动先中等后上升的中老年人具有更低的心血管疾病死亡率、更少的严重冠心病及其他心血管事件。Nemoto 等<sup>[24]</sup>通过 12 年的追踪研究证实, 与持续低身体活动组相比, 身体活动水平上升组和持续高水平组成年女性患糖尿病、肥胖症以及身体残疾的风险更低, 且高水平组患抑郁症的风险也更低。以上多项研究均证实持续高和先低后上升的身体活动轨迹对降低多种慢性病风险的效益, 而本研究的重要发现则是进一步证实持续高身体活动轨迹对老年人群慢性病共病的效益最佳。究其原因, 可能是长期身体活动有助于降低衰老造成的器官功能减弱、减少骨骼肌流失、提高心肺功能等<sup>[29]</sup>, 进而降低慢性病的发生风险, 这也佐证《中国人群身体活动指南(2021)》提出的理念“动则有益、贵在坚持”。

本研究进一步发现, 与二元共病相比, 持续高和先低后上升两种轨迹对具有更低的三元及以上慢性病共病发生风险, 这表明长期规律身体活动可能有助于降低更多种类的慢性病共病风险。可能是由于, 在老年群体中不同慢性病之间有共同的病理基础, 其中炎症反应、免疫能力下降是主要的共病产生机制<sup>[30]</sup>。衰老产生的炎症反应介质像白细胞介素、肿瘤坏死因子等会破坏组织器官功能、增加氧化应激和免疫衰老, 从而增加心血管疾病、糖尿病、慢阻肺等疾病共病风险<sup>[31]</sup>。而研究表明, 规律的身体活动可以降低衰老导致的慢性炎症反应<sup>[32]</sup>和延缓免疫衰老<sup>[33]</sup>, 进而可以减少多种慢性病的发生, 推测这也可能是持续高身体活动轨迹更能预防老年慢性病共病发生风险的原因所在。

#### 3.3 身体活动变化轨迹与老年慢性病共病关联的群 体差异性

为进一步探讨老年人身体活动变化轨迹与慢性病

共病风险的关联在不同亚组中是否存在差异性, 本研究按照年龄、性别、居住区域、有无伴侣和受教育程度等5个亚组进行分析。结果发现, 与持续低组相比, 身体活动持续高组和先低后上升组仅在65岁以上老年人具有显著差异, 而65岁以下老年人不存在这种关联, 说明身体活动对高龄老年人带来的降低慢性病共病风险的益处更大。这可能是由于随着年龄增长, 老年人身体机能会出现多方面衰退, 更容易发生慢性病共病, 而身体活动能防止骨骼肌丢失、提高心肺功能, 因此健康水平低的高龄老年人更能从身体活动中获益<sup>[34]</sup>。按照居住地分组, 两种身体活动轨迹更能降低城镇老年人慢性病共病风险, 一部分原因可能是城镇老年人拥有更好的体育锻炼设施, 可能接受更多的健身指导, 参加高强度体育锻炼的时间更长。按照受教育程度分组, 两种身体活动轨迹组对低学历的老年人影响更显著, 这可能是受教育程度低的老年健康状况较差, 慢性病共病发生率更高, 一旦开始参加和坚持规律身体活动, 更容易获得健康收益。

综上所述, 本研究采用GBTM识别出我国老年人4种身体活动轨迹, 进一步发现身体活动持续高和先低后上升的两个轨迹组老年人慢性病共病的发生风险较低, 而持续低和先高后下降身体活动组老年人慢性病共病的风险较高。本研究也存在一定的局限性: 一是本研究身体活动的调查数据是基于IPAQ问卷, 虽然是国际常用的身体活动测评工具, 但存在回忆偏差、个体差异性考虑不足等因素, 与身体活动加速度计等客观测量工具相比往往高估身体活动水平, 可能造成结果偏差<sup>[35]</sup>; 二是本研究虽然是纵向数据调查研究, 但仍是观察性研究, 无法确定不同身体活动轨迹与慢性病共病之间的因果关系。鉴于上述不足, 未来可从以下方向开展深入研究: 一是采用客观测量的身体活动测量工具, 准确报告调查对象的身体活动水平并开展纵向追踪研究, 进一步探讨不同身体活动轨迹与老年人慢性病共病的因果关联; 二是使用聚类分析和网络分析等方法深入开展慢性病共病组合模式的研究, 进一步分析不同身体活动变化轨迹和不同慢性病共病组合模式的关联, 为制订我国共病指南提供本土证据, 也为慢性病共病的精准防控提供参考依据。

## 参考文献:

- [1] 国家统计局. 我国2024年经济社会主要目标实现 [EB/OL]. (2025-01-17)[2025-03-05]. [https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202501/t20250117\\_1958332.html](https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202501/t20250117_1958332.html)
- [2] 章轶立, 黄馨懿, 齐保玉, 等. 老年人共病研究的现实意义、内容方法与前景展望[J]. 中国循证医学杂志, 2023, 23(7): 862-868.
- [3] CHEN J, ZHANG F, ZHANG Y, et al. Trajectories network analysis of chronic diseases among middle-aged and older adults: Evidence from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS)[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 559.
- [4] ZHANG Q, HAN X, ZHAO X, et al. Multimorbidity patterns and associated factors in older Chinese: Results from the China health and retirement longitudinal study[J]. BMC Geriatr, 2022, 22(1): 470.
- [5] LU J, LI Y, CAO L, et al. Effect of multimorbidity on old-age disability among adults over 50 years old: Evidence from a meta-analysis[J]. Public Health Nurs, 2025, 42(1): 524-534.
- [6] 王子君, 史乾灵, 宫恩莹, 等. 共病指南: 现状、挑战与机遇[J]. 中国循证医学杂志, 2024, 24(6): 621-625.
- [7] NICHOLSON K, LIU W, FITZPATRICK D, et al. Prevalence of multimorbidity and polypharmacy among adults and older adults: A systematic review[J]. Lancet Healthy Longev, 2024, 5(4): e287-e296.
- [8] LIAO J, HU M, IMM K, et al. Association of daily sitting time and leisure-time physical activity with body fat among U.S. adults[J]. J Sport Health Sci, 2024, 13(2): 195-203.
- [9] 谢劲. 社会支持对城市空巢老人身体活动的影响——自我效能的中介作用与互联网使用的调节作用[J]. 体育学刊, 2022, 29(6): 85-92.
- [10] CHUDASAMA Y V, KHUNTI K K, ZACCARDI F, et al. Physical activity, multimorbidity, and life expectancy: A UK biobank longitudinal study[J]. BMC Med, 2019, 17(1): 108.
- [11] BORO B, SAIKIA N. Association of multimorbidity and physical activity among older adults in India: An analysis from the longitudinal ageing survey of India (2017—2018)[J]. BMJ Open, 2022, 12(5): e053989.
- [12] DELPINO F M, DELIMA A P M, DA SILVA B G C, et al. Physical activity and multimorbidity among community-dwelling older adults: A systematic review with meta-analysis[J]. Am J Health Promot, 2022, 36(8): 1371-1385.
- [13] REN K, TAO Y, WANG M. The association between intensity-specific physical activity and the number of multiple chronic diseases among Chinese elderly: A study based on the China Health and Retirement Longitudinal study

- (CHARLS)[J]. *Prev Med Rep*, 2024, 41: 102714.
- [14] ZHAO Y, HU Y, SMITH J P, et al. Cohort profile: The China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS)[J]. *Int J Epidemiol*, 2014, 43(1): 61-68.
- [15] TIAN Y, SHI Z. Effects of physical activity on daily physical function in Chinese middle-aged and older adults: A longitudinal study from CHARLS[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(21): 428173-428192.
- [16] 卢婧雯, 王伟炳. 中老年人体力活动轨迹与工具性生活自理能力的关联性分析[J]. 首都体育学院学报, 2024, 36(2): 207-216+226.
- [17] ANKUDA C K, ORNSTEIN K A, KELLEY A S. Assessing health care use trajectories after the onset of functional disability: Application of a group-based trajectory model[J]. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*, 2022, 77(Suppl\_1): S31-S38.
- [18] 张泽云, 袁满琼, 石再兴, 等. 中国中老年人共病发展轨迹及其对新发失能的影响[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(12): 1893-1899.
- [19] XIONG J, FANG Q, HUANG L, et al. Group-based trajectory analysis for postpartum depression symptoms among Chinese primiparous women[J]. *J Clin Med*, 2022, 11(21): 428571-428593.
- [20] 郭凯林, 王世强, 李丹, 等. 我国老年人身体活动及其影响因素的历时变化——基于CHARLS2011年和2018年数据的分析[J]. 武汉体育学院学报, 2022, 56(7): 68-75.
- [21] DING M, ZHOU Y, LI C, et al. Can the WHO's recommendations of physical activity volume decrease the risk of heart disease in middle and older aged Chinese people: The evidence from a seven year longitudinal survey[J]. *BMC Geriatr*, 2022, 22(1): 596.
- [22] 刘美廷, 张连成. 双管齐下: 基于双过程理论的锻炼行为促进思考[J]. 体育学刊, 2024, 31(6): 64-70.
- [23] BARBIELLINI AMIDEI C, TREVISAN C, DOTTO M, et al. Association of physical activity trajectories with major cardiovascular diseases in elderly people[J]. *Heart*, 2022, 108(5): 360-366.
- [24] NEMOTO Y, BROWN W J, DING D, et al. Trajectories of physical activity and chronic conditions among mid-aged women[J]. *Am J Prev Med*, 2024, 67(3): 389-396.
- [25] AGGIO D, PAPACHRISTOU E, PAPACOSTA O, et al. Trajectories of physical activity from midlife to old age and associations with subsequent cardiovascular disease and all-cause mortality[J]. *J Epidemiol Community Health*, 2020, 74(2): 130-136.
- [26] BUVARP D, VIKTORISSON A, AXELSSON F, et al. Physical activity trajectories and functional recovery after acute stroke among adults in Sweden[J]. *JAMA Netw Open*, 2023, 6(5): e2310919.
- [27] CHAPMAN C G, SCHROEDER M C, MARCUSSEN B, et al. Identifying patients at risk for cardiometabolic and chronic diseases by using the exercise vital sign to screen for physical inactivity[J]. *Prev Chronic Dis*, 2025, 22: E02.
- [28] GONZALEZ-JARAMILLO N, WILHELM M, ARANGO-RIVAS A M, et al. Systematic review of physical activity trajectories and mortality in patients with coronary artery disease[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(17): 1690-1700.
- [29] VAZQUEZ-GUAJARDO M, RIVAS D, DUQUE G. Exercise as a therapeutic tool in age-related frailty and cardiovascular disease: Challenges and strategies[J]. *Can J Cardiol*, 2024, 40(8): 1458-1467.
- [30] TEISSIER T, BOULANGER E, COX L S. Interconnections between inflammation and immunosenescence during ageing[J]. *Cells*, 2022, 11(3): 1057-1069.
- [31] ANDONIAN B J, HIPPENSTEEL J A, Abuabara K, et al. Inflammation and aging-related disease: A transdisciplinary inflammaging framework[J]. *Geroscience*, 2025, 47(1): 515-542.
- [32] KUNZ H E, LANZA I R. Age-associated inflammation and implications for skeletal muscle responses to exercise[J]. *Exp Gerontol*, 2023, 177: 112177.
- [33] LANGSTON P K, MATHIS D. Immunological regulation of skeletal muscle adaptation to exercise[J]. *Cell Metab*, 2024, 36(6): 1175-1183.
- [34] GALLE S A, DEIJEN J B, MILDERS M V, et al. The effects of a moderate physical activity intervention on physical fitness and cognition in healthy elderly with low levels of physical activity: A randomized controlled trial[J]. *Alzheimers Res Ther*, 2023, 15(1): 12.
- [35] ARUMUGAM A, ALSAAFIN N, SHALASH R J, et al. Concurrent validity between self-reported international physical activity questionnaire short form and fibion accelerometer data among young adults in the UAE[J]. *Eur J Med Res*, 2024, 29(1): 426.