

大学生 24 小时活动行为与肥胖的关系

叶雅玉¹ 汤冬季^{2*} 卞毛毛³ 王焯⁴

1. 山东体育学院研究生教育学院, 山东 济南 250000

2. 颖上县职业技术学校, 安徽 阜阳 236000

3. 常州市田家炳高级中学, 江苏 常州 213000

4. 山东体育学院, 山东 济南 250000

[摘要] 运用成分等时替代模型探究各活动行为对肥胖的影响, 为预防大学生罹患肥胖提供参考。基于成分等时替代模型, 预测 24 小时各活动行为相互替代对腰围、BMI 的影响、分析 24 小时活动行为与腰围、BMI 的剂量-效应关系。SB 与腰围呈正相关, MVPA 与腰围呈负相关; SP 与 SB 与 BMI 呈正相关, MVPA 与 BMI 呈负相关; 用 MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 会使腰围、BMI 显著性降低, SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 会使其显著性增加; 在剂量-效应关系中, MVPA 与 SP、SB 以及 LPA 之间相互等时替代对腰围、BMI 产生的影响具有不对称性。MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 可以降低大学生肥胖风险, 但 SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 会增加大学生肥胖风险; MVPA 与 SP、SB 以及 LPA 之间替代对肥胖产生的影响具有不对称性。

[关键词] 大学生; 24 小时活动行为; 肥胖; 成分数据分析; 成分等时替代模型

DOI: 10.33142/jscs.v5i1.15495

中图分类号: G804

文献标识码: A

The Relationship between 24-hour Activity Behavior and Obesity among College Students

YE Yayu¹, TANG Dongji^{2*}, BIAN Maomao³, WANG Zhuo⁴

1. Graduate School of Shandong Sport University, Ji'nan, Shandong, 250000, China

2. Yingshang Vocational and Technical School, Fuyang, Anhui, 236000, China

3. Changzhou Tianjiabing Senior High School, Changzhou, Jiangsu, 213000, China

4. Shandong Sport University, Ji'nan, Shandong, 250000, China

Abstract: Using the component isotemporal substitution model to explore the impact of various activity behaviors on obesity, providing reference for preventing college students from developing obesity. Based on the component isotemporal substitution model, predict the impact of 24-hour activity behavior substitution on waist circumference and BMI, and analyze the dose-response relationship between 24-hour activity behavior and waist circumference and BMI. SB is positively correlated with waist circumference, while MVPA is negatively correlated with waist circumference; SP and SB are positively correlated with BMI, while MVPA is negatively correlated with BMI; Replacing SP, SB, and LPA with MVPA significantly reduces waist circumference and BMI, while replacing MVPA with SP, SB, and LPA significantly increases them; In the dose-response relationship, the effects of isotemporal substitution between MVPA and SP, SB, and LPA on waist circumference and BMI are asymmetric. Replacing SP, SB, and LPA with MVPA can reduce the risk of obesity in college students, but replacing MVPA with SP, SB, and LPA can increase the risk of obesity in college students; The impact of substitution between MVPA and SP, SB, and LPA on obesity is asymmetric.

Keywords: college students; 24-hour activity behavior; obesity; component data analysis; component isochronous substitution model

引言

由于经济的高速发展, 人类的生活习惯和身体活动模式发生变化。这种变化主要体现工作、学习的久坐时间越来越长、身体活动时间减少等^[1]。我国大学生体重指标呈现上升趋势, 与 2014 年相比, 2019 年我国 19~22 岁男、女生体重分别增加了 2.86kg、1.67kg, 2020 年我国大学生肥胖率达到 5.5%^[2]。

久坐时间长、身体活动不足等因素可能会导致大学生肥胖率上升, 而增加中高强度身体活动、减少久坐行为时间以及适当的睡眠时间将对预防肥胖起到积极帮助^{[3][4][5]}。身体活动、久坐行为以及睡眠构成了一天 24 小时内所有

的活动行为, 可将 24 小时内所有活动行为作为一个整体探究多种行为变化对个体健康结果产生的综合效应^[6]。如果将三种活动行为作为独立部分探究其对肥胖的影响, 就忽视了三者对健康结果的综合影响, 可能导致相应活动行为与健康效应之间的关联产生偏差。本研究旨在探究我国大学生 24 小时活动行为和肥胖的现状、24 小时内各活动行为等时替代后对肥胖的影响以及 24 小时内各活动行为与肥胖的“剂量-效应”关系。

1 研究对象及方法

1.1 研究对象

本研究的研究对象为大学生 24 小时活动行为与肥胖

的关系。采用整群随机抽样选取的济南市的三所大学的1300名大学生为调查对象，年级主要为大一、大二。在进行受试者招募时，将严格遵守伦理道德要求，并获得每位受试者的同意。按以下标准对调查对象进行纳入和排除：

- 纳入标准：(1) 身体健康无重大疾病（如心脏病等）；
 (2) 一天中低、中、高强度的身体活动均超过10分钟。
 排除标准：(1) 最近1个月内不能进行身体活动者；
 (2) 最近一个月在进行运动减肥者。

测量结束后剔除调查问卷无效者，将剩余的1243名大学生作为本研究数据统计分析的受试对象。

1.2 研究方法

1.2.1 问卷调查法

1.2.1.1 24小时行为时间的测量

根据《国际体力活动问卷（中文版短卷）》（International Physical Activity Question, IPAQ）对受试者的不同强度身体活动、久坐行为进行测量^[41]。使用睡眠日记记录入睡、起床时间和睡眠时间。

1.2.1.2 质量控制

本研究遵循自愿参与原则，课题组成员向受试者介绍本研究目的、研究意义及测试流程。正式测试开始前，测试人员进行统一培训，保证测试人员能够指导受试者填写问卷。

数据录入前，将各项活动每天累计的时间转化为分钟，任何活动的时间数据有缺失者不纳入分析。数据录入由2名测试人员独立进行，并比较2名测试人员数据录入与截取结果，出现不一致时及时排查原因。

1.2.2 测量法

1.2.2.1 身高、体重的测量

采用第五次国民体质监测指定器材对受试者进行身高、体重测量，获取受试身高（cm）、体重（kg）^[7-8]。

1.2.2.2 腰围的测量

腰围依据腰围测量方法进行测量，读数准确至1mm；中国成年男、女性肥胖的腰围临界值分别是90cm、85cm^[7-8]。

1.2.3 数理统计法

基于Dumuid等关于成分数据分析方法的方法论，借助R统计软件4.2.3版本中的compositions包等进行数据处理^[9]。

本研究需要构建4个模型，模型中的 γ 代表调整某一活动行为时间后相对于其他3种行为与肥胖之间的关联。运用R统计软件R4.2.3版本中compositions包等结合相关语言代码进行成分等时替代回归分析，以揭示不同动作行为相互替代后肥胖的变化及SB、LPA、MVPA和睡眠时间与肥胖之间的“剂量-效应”关系。

2 研究结果

2.1 大学生肥胖基本情况

本研究调查对象共1243人，男生730人（58.73%），女生513人（41.27%）。受试大学生年龄分布在18~23岁之间，平均年龄为18.7±0.8岁。其中男生平均年龄为

18.6±0.8岁，女生平均年龄为18.8±0.8岁。

济南市大学生BMI≥28.0共72人（5.79%），其中男生58人，肥胖人数占男生总体的7.95%；女生14人，肥胖人数占女生总体的2.73%。根据腰围的评价标准反映济南市大学生中心性肥胖检出率，男生腰围≥90cm共134人，占男生总体的18.36%。女生腰围≥85cm共43人；占女生总体的8.38%。见表1。

表1 大学生肥胖基本情况

	年龄（岁）	BMI	腰围
总体	18.7±0.8	72（5.79%）	177（14.24%）
男生	18.6±0.8	58（7.95%）	134（18.36%）
女生	18.8±0.8	14（2.73%）	43（8.38%）

肥胖：BMI≥28.0kg/m²；腰围：男生≥90cm，女生≥85cm；

由于本研究肥胖指标均为非正态分布，因此用中位数和四分位数进行描述，使用Mann-Whitney U检验分析肥胖指标是否存在性别差异。研究结果显示，男生腰围、BMI比均大于女生，男、女生各肥胖指标差异均具有统计学意义。见表2。

表2 不同性别大学生肥胖指标比较[M（P25，P75）]

	男生 M（P ₂₅ ，P ₇₅ ）	女生 M（P ₂₅ ，P ₇₅ ）	Z 值
腰围（cm）	78.800（72.100，87.325）	71.800（68.100，75.700）	-12.738**
BMI（kg/m ² ）	21.950（20.013，24.486）	20.550（18.779，22.040）	-8.463**

**为P<0.001，*为P<0.05

2.2 大学生24小时活动行为的时间分布

2.2.1 大学生24小时活动行为时间的成分几何均值

本研究中大学生的SP、SB、LPA以及MVPA的成分几何均值及百分比分别为517.22min（35.92%）、663.85min（46.10%）、192.79min（13.39%）、66.14min（4.59%）。

2.2.2 大学生24小时活动行为时间分布的性别差异

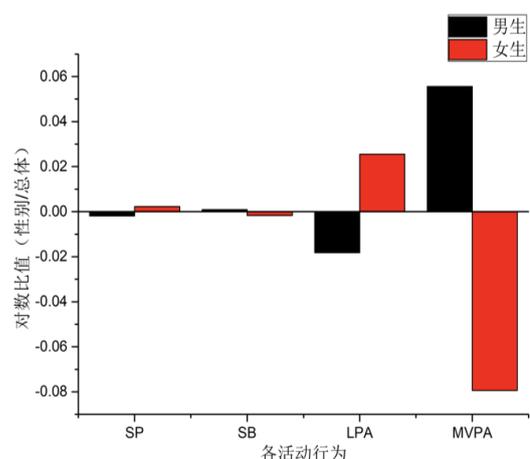


图1 大学生24小时活动行为时间分布的性别差异

研究显示，男生LPA的相对平均数为-0.018，男生

MVPA 的相对平均数为 0.056, 男生 SB 的相对平均值为 0.001, 男生 SP 的相对平均值为-0.002。与总体相比, 男生在 MVPA 和 SB 花费的时间较多, 在 LPA 和 SP 花费的时间较少。女生 LPA 的相对平均值为 0.026, 女生 MVPA 的相对平均值为-0.079, 女生 SB 的相对平均值为-0.002, 女生 SP 的相对平均值为 0.002。与总体相比, 女生在 LPA 和 SP 花费的时间较多, 在 MVPA 和 SB 花费的时间较少。见图 1。

2.2.3 大学生 24 小时活动行为时间分布的成对对数比变异矩阵

SB 与 SP ($ln=0.106$) 之间的相互依赖性最高, 说明四种活动行为中 SB 与 SP 之间更有可能发生转换。MVPA 与 SB ($ln=0.613$) 之间的相互依赖性最低, 说明四种活动行为中 MVPA 与 SB 之间最不易进行转换。见表 3。

表 3 24 小时活动行为的成对对数比变异矩阵

	SP	SB	LPA	MVPA
SP	0	0.106	0.202	0.232
SB	0.106	0	0.329	0.613
LPA	0.202	0.329	0	0.359
MVPA	0.232	0.613	0.359	0

2.3 大学生 24 小时活动行为与肥胖的成分线性回归

本研究共使用四个肥胖指标, 所以需要构建四个成分线性回归模型。当腰围、BMI 分别作为模型的因变量时, 模型 P 值均 <0.001 , 模型 R^2 分别为 0.371、0.352。

结果显示, 当 SP、SB、LPA 时间相对减少, MVPA 相对时间增加时, MVPA 与腰围、BMI 均呈负相关; 当 SB 相对时间增加, SP、LPA、MVPA 时间相对减少时, SB 与腰围、BMI 呈正相关。当 SP 相对时间增加, SB、LPA、MVPA 时间相对减少时, SP 与 BMI 和腰臀比呈正相关。SP 与腰围呈正相关, 但无统计学意义; 当 LPA 相对时间增加, SP、SB、MVPA 时间相对减少时, LPA 与腰围、BMI 的相关性均无统计学意义。见表 4。

表 4 大学生 24 小时活动行为时间分布与肥胖的成分线性回归

肥胖	β (95% C. I.)	p 值	模型 p 值	模型 R^2	
腰围	SP	4.16[-1.67, 9.99]	0.162	<0.001	0.371
	SB	5.61[1.97, 9.24]	<0.05		
	LPA	0.21[-1.06, 1.47]	0.746		
	MVPA	-9.98[-12.47, -7.48]	<0.001		
BMI	SP	2.36[0.53, 4.19]	<0.05	<0.001	0.352
	SB	1.30[0.16, 2.44]	<0.05		
	LPA	-0.07[-0.47, 0.33]	0.729		
	MVP	-3.59[-4.36, -2.81]	<0.001		

各模型中均调整了协变量(性别、年龄); β 值是一种行为时间增加, 同时将其其他行为的时间减少对肥胖指标影响。

2.4 大学生 24 小时各活动行为时间等时替代后对肥胖的影响

通过 15min 的等时替代, 探究各活动行为时间相互等

时替代后对肥胖产生的影响。SP 替代 MVPA 后腰围、BMI 分别增加 2.338cm、0.858kg/m², SP 替代 LPA 后 BMI 分别增加 0.063kg/m², SB 替代 MVPA 后腰围、BMI 分别增加 2.338cm、0.825kg/m²; LPA 替代 MVPA 后腰围、BMI 分别增加 2.245cm、0.795kg/m², LPA 替代 SP 后 BMI 降低 0.065kg/m²。MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 后, 腰围分别降低 1.883cm、1.882cm 和 1.788cm, BMI 分别降低 0.696kg/m²、0.661kg/m² 和 0.630kg/m²。MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 对腰围、BMI 产生的影响较 SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 小, MVPA 与 SP、SB 以及 LPA 之间的相互等时替代对腰围、BMI 产生的影响具有不对称性。见表 5。

表 5 大学生 24 小时活动行为时间等时替代 15min 后对腰围的影响

		SP↑	SB↑	LPA↑	MVPA↑
腰围	SP↓	0	-0.003	-0.096	-1.883*
	SB↓	-0.003	0	-0.096	-1.882*
	LPA↓	0.092	0.092	0	-1.788*
	MVPA↓	2.338*	2.338*	2.245*	0
BMI	SP↓	0	-0.035	-0.065*	-0.696*
	SB↓	0.033	0	-0.030	-0.661*
	LPA↓	0.063*	0.030	0	-0.630*
	MVPA↓	0.858*	0.825*	0.795*	0

↑代表活动行为时间增加 15min, ↓代表活动行为时间减少 15min; *代表 $P<0.05$

2.5 大学生 24 小时活动行为等时替代与肥胖的“剂量-效应”关系

替代时间在 5~30min 内, MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 时腰围、BMI 的降低幅度最大, 腰围降低范围在 0.668~3.468cm、0.668~3.466cm 以及 0.637~3.276cm, BMI 降低范围在 0.246~1.285kg/m²、0.235~1.215kg/m² 以及 0.225~1.152kg/m²; SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 时腰围、BMI 的增加幅度最小, 腰围增加范围在 0.718~5.454cm、0.718~5.456cm 以及 0.687~3.270cm, BMI 增加范围在 0.264~1.994kg/m²、0.253~1.928kg/m² 以及 0.243~1.870kg/m²; LPA 替代 SP 时 BMI 的降低范围在 0.021~0.131kg/m²; SP 替代 LPA 时 BMI 的增加幅度为 0.021~0.125kg/m²。替代时间在 35~45min 内, MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 时腰围、BMI 降低幅度较小, 腰围降低范围在 3.946~4.842cm、3.944~4.839cm 以及 3.721~4.551cm, BMI 降低范围在 1.464~1.799kg/m²、1.381~1.692kg/m² 以及 1.308~1.597kg/m²; SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 时腰围、BMI 的增加幅度较大, 腰围增加范围在 6.779~10.207cm、6.781~10.210cm 以及 6.566~9.934cm, BMI 增加范围在 2.475~3.716kg/m²、2.399~3.619kg/m² 以及 2.331~3.533kg/m²; LPA 替代 SP 时 BMI 的降低范围在 0.153~0.199kg/m²; SP 替代 LPA 时 BMI 的增加范围在 0.146~0.187kg/m²。替代时间在 50~60min 内, MVPA 替

代 SP、SB 以及 LPA 时腰围、BMI 的降低幅度最小，腰围降低范围在 5.263~6.061cm、5.259~6.055cm 和 4.939~5.669cm，BMI 降低范围在 1.958~2.259kg/m²、1.838~2.113kg/m² 和 1.732~1.984kg/m²；SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 腰围、BMI 的增加幅度最大，腰围增加范围在 12.581~21.029cm、12.585~21.034cm 和 12.279~20.669cm，BMI 增加范围在 4.573~7.611kg/m²、4.465~7.484kg/m² 和 4.370~7.370kg/m²；LPA 替代 SP 时 BMI 的降低范围在 0.222~0.268kg/m²；SP 替代 LPA 时 BMI 的增加范围在 0.207~0.247kg/m²。见图 8、9。

随着 MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 的时间增加，腰围、BMI 随之不断的减小，但腰围、BMI 的降低幅度会随着替代时间的增加而逐渐减缓。三种活动行为中 SP 被 MVPA 替代时，随着替代时间的增加腰围、BMI 的降低幅度最大；LPA 被 MVPA 替代时，随着替代时间的增加腰围、BMI 的降低幅度最小。当 SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 的时间不断增加，腰围、BMI 呈现不断增加且腰围的增加幅度呈持续增大趋势。其中 SB 替代 MVPA 时，随替代时间的增加腰围、BMI 的增加幅度最大；LPA 替代 MVPA 时，随替代时间的增加腰围、BMI 的增加幅度最小。

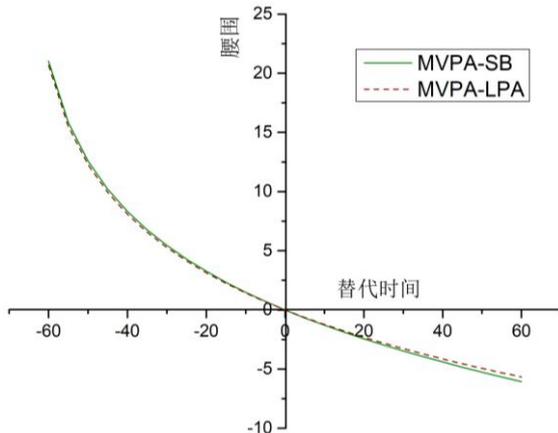


图 2 (1) 大学生 24 小时活动行为等时替代与腰围的“剂量-效应”关系

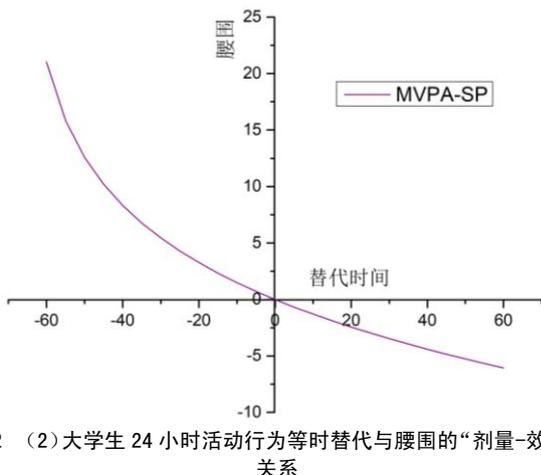


图 2 (2) 大学生 24 小时活动行为等时替代与腰围的“剂量-效应”关系

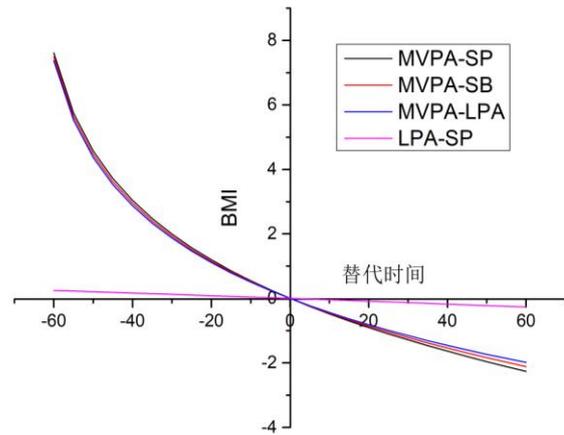


图 3 大学生 24 小时活动行为等时替代与 BMI 的“剂量-效应”关系

3 分析与讨论

3.1 大学生肥胖现状

济南市大学生肥胖率高于 2018 年华东地区大学生肥胖率，且高于 2020 年山东省大学生肥胖率^[10-11]。肥胖率升高的原因主要是由于社会经济水平提高以及饮食习惯和体力活动发生了巨大的改变所致。

研究发现男生出现肥胖较女生更普遍，与 Chen 等的研究结果一致^[12]。分析其原因，由于在日常生活中女大学生更关注体重控制，为保持较低的热量摄入选择热量较低的食物；但男生不太在乎自己的体重，存在大量饮酒和摄入高热量食物的情况，同时男性食物摄入量较女性多，所以导致男生肥胖较女生普遍^[13]。

3.2 大学生 24 小时活动行为的时间分布

济南市大学生平均每天睡眠时间已达到 8 小时，符合我国健康睡眠倡议的睡眠时间标准^[14]。但济南市大学生每天久坐时间已超过 11 个小时。中高强度身体活动仅 60 余分钟。其原因主要由于部分学校的一些课程安排比较密集，学生需要连续上几节课，很少有休息时间去进行身体活动；长时间使用电子设备导致久坐时间长^[15]。

24 小时各活动行为的对数比变异矩阵中，SB 与 SP 最易发生转换。与谭健怡等的分析结果一致^[16]。而造成 MVPA 与 SB 最不易进行转换的原因，可能是两者之间的能量消耗不同且对身体机能的要求不同所致。

通过成分几何均值直方图发现，男生在 MVPA 和 SB 花费的时间较大学生总体高，在 LPA 和 SP 花费的时间较大学生总体低，女生与之相反，与梁果得出的研究结果不同^[17]。主要是由于受到社会因素以及个人偏好的影响，男生在日常生活中身体活动较女生多且具有一定的强度，男生更倾向于参与较长时间和高强度的运动，而女生可能更喜欢日常生活中的轻度活动，如行走和慢跑。

3.3 大学生 24 小时活动行为与肥胖的成分线性分析

MVPA 所花费时间与腰围呈负相关，与汪荣佳等研究一致^[18]。MVPA 与 BMI 呈负相关，SP 与 SB 与 BMI 呈正相关

与梁果的研究一致^[17]。Chastin 等研究指出 MVPA 与腰围和 BMI 呈负相关, SB 与腰围和 BMI 呈正相关与本研究结果一致, 但 SP 与 BMI 呈负相关、与 LPA 与腰围呈负相关与本研究结果不一致^[19]。张婷等发现 MVPA 与肥胖指标呈负相关, 而 SB 与肥胖指标呈正相关, 与本研究结果一致^[20]。本研究关于各活动行为与肥胖指标的相关性与学者们的研究不一致的原因主要是由于不同年龄身体反应和生活方式不同、数据收集方法的不同、不同地区可能实施不同的健康促进政策和活动, 可能影响个体的活动水平和体重指标。从而影响各活动行为与肥胖之间的关系, 最终造成研究结果不一致。

3.4 大学生 24 小时活动行为等时替代对肥胖的影响

运用等时替代模型预测 24 小时各活动行为相互一对一替换后对肥胖指标的影响。15minMVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 对腰围、BMI 的降低有积极影响; 而 15minSP、SB 以及 LPA 替代 MVPA, 会使腰围、BMI 增加且增加值大于 MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 时腰围、BMI 减少值。汪容佳等研究指出 MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 均使腰围减少, 而 SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 均使腰围增加, 与本研究结果一致^[18]。梁果认为 MVPA 替代 SP、SB 以及 LPA 均使 BMI 减少, 而 SP、SB 以及 LPA 替代 MVPA 均使 BMI 增加, 与本研究结果一致^[17]。Fairclough 等预测出上学日 LPA 替代 MVPA, 腰高比有显著的增加, 与本研究结果不一致^[21]。主要原因可能是控制的协变量有所不同或其他因素干扰了 LPA 替代 MVPA 对腰高比的影响^[22]。

由此可见, 应优先考虑增加 MVPA 的时间, 尤其是在替代其他低强度活动时, 可以显著降低肥胖指标。此外, 应注意避免过长时间的久坐行为, 以免增加肥胖风险。同时, 提高学生对身体活动的兴趣和效能感, 鼓励他们积极参与各类体育活动, 有利于改善体质健康和睡眠质量, 减少肥胖的发生。

3.5 大学生 24 小时活动行为等时替代与肥胖的“剂量-效应”关系

MVPA (中高强度身体活动) 与 SP (睡眠)、SB (久坐行为) 及 LPA (低强度身体活动) 间的等时替代对肥胖指标的影响呈现不对称性。黄赞等人的研究与本研究均指出, MVPA 替代其他活动时, 肥胖相关指标的降低幅度小于反之的增加幅度, 这种不对称性主要归因于活动时间的显著差异^[23]。冯展鹏等人的研究也支持了本研究的发现, 即 MVPA 与其他活动间的替代具有明显不对称性, 且 MVPA 替代 SB 的效用最大^[24]。在 60 分钟内, 随着 MVPA 替代时间的增加, 肥胖指标的降低幅度递减; 反之, 其他活动替代 MVPA 时, 肥胖指标的增加幅度递增。特别地, LPA 替代 SP 时, BMI 降低幅度逐步增加; 而 SP 替代 LPA 时, BMI 增加幅度随时间减弱。汪容佳等人的研究同样表明, MVPA 被其他活动替代时肥胖指标的变化幅度大于反之^[18]。这可

能与中高强度身体活动持续时间过长导致的脂肪氧化效率降低有关。此外, 低强度身体活动随时间增加而保持的脂肪氧化能力也可能是影响结果的因素之一。总体而言, 减少 MVPA 并增加其他活动时间可能导致能量消耗减少, 进而增加肥胖风险。

4 结论

(1) 济南市大学生男生肥胖率高于女生, 且 MVPA 与各肥胖指标呈负相关, SB 与腰围、BMI 呈正相关。

(2) MVPA 与 SP、SB 以及 LPA 之间相互替代对肥胖产生的影响具有不对称性。

(3) MVPA 替代 SP 和 SB 以及 LPA 时, 随时间增加对肥胖指标的降低幅度呈递减趋势。替代时间在 5~30min 时, 肥胖的减低幅度最大。

[参考文献]

- [1] World Health Organization. World health statistics 2022: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals [M]. Geneva: World Health Organization, 2022.
- [2] 教育部体育卫生与艺术教育司. 第八次全国学生体质与健康调研结果发布 [J]. 中国学校卫生, 2021, 42(9): 1281-1282.
- [3] 汪海伟, 李占宇, 张晓丹. 天津市部分大学生体力活动水平与身体成分的相关性 [J]. 中国学校卫生, 2018, 39(8): 1195-1198.
- [4] 刘朝辉, 庞亚俊, 孟慧丽, 等. 久坐间断干预对肥胖女大学生身体成分和血脂代谢的影响 [J]. 中国学校卫生, 2023, 44(8): 1140-1144.
- [5] 陈婷, 何亦斌, 范奕, 等. 江西省大学生肥胖睡眠时间现状及其相关性 [J]. 中国学校卫生, 2022, 43(10): 1574-1578.
- [6] Carson V, Tremblay M S, Chastin S F M. Cross-sectional associations between sleep duration, sedentary time, physical activity, and adiposity indicators among Canadian Preschool-aged children using compositional analyses [J]. BMC Public Health, 2017, 17(5).
- [7] 中国肥胖问题工作组. 中国成人和肥胖症预防与控制指南(节录) [J]. 营养学报, 2004(1): 1-4.
- [8] 中国医疗保健国际交流促进会营养与代谢管理分会, 中国营养学会临床营养分会, 中华医学会糖尿病学分会, 等. 中国/肥胖医学营养治疗指南(2021) [J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2021, 13(11): 1-55.
- [9] Dumuid D, Željko P, Stanford T E, et al. The compositional isotemporal substitution model: A method for estimating changes in a health outcome for reallocation of time between sleep, physical

activity and sedentary behaviour[J]. *Stat Methods Med Res*, 2017 (96228021773780).

[10]张瀚月,马璐,孔振兴,等. 2016—2020 年我国学生、肥胖和营养不良状况的流行趋势与防控策略[J]. *北京体育大学学报*, 2023, 46(11):118-131.

[11]Zhang YX,Wang SR.Profiles of BMI and blood pressure in young adults categorized by their components of height[J]. *Blood Press Monit*, 2020, 25(4):206-211.

[12]Chen K,Shen Z,Gu W,Ning Y,et al.Prevalence of obesity and associated complications in China:A cross-sectional,real-world study in 15.8 million adults[J]. *Diabetes Obes Metab*, 2023(8):17.

[13]Jiang S,Peng S,Yang T,et al.Overweight and Obesity Among Chinese College Students:An Exploration of Gender as Related to External Environmental Influences[J]. *Am J Mens Health*, 2018, 12(4):926-934.

[14]健康中国行动(2019—2030 年). 健康中国行动推进委员会. 2019 年 7 月 9 日[Z].

[15]Moulin MS,Truelove S,Burke SM,et al.Sedentary time among undergraduate students:A systematic review[J]. *J Am Coll Health*, 2021, 69(3):237-244.

[16]谭健怡,黄宝莹,黄珍惠,等. 大学生日常行为活动对焦虑影响的成分等时替代模型研究[J]. *郑州大学学报(医学版)*, 2021, 56(2):170-175.

[17]梁果. 24 小时活动时间分布及替代与儿童体质量指数的关系研究[D]. 上海:上海体育学院, 2023.

[18]汪容佳,武宝爱,郜艳晖,等. 儿童青少年 24h 活动行为与肥胖相关指标的关系[J]. *中国学校卫生*, 2023, 44(1):28-31.

[19]Chastin SF,Palarea-Albaladejo J,Dontje ML,et

al.Combined Effects of Time Spent in Physical Activity,Sedentary Behaviors and Sleep on Obesity and Cardio-Metabolic Health Markers:A Novel Compositional Data Analysis Approach[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10).

[20]张婷,李红娟,张墨华,等. 儿童青少年 24h 活动行为与肥胖关联的系统评价[J]. *中国学校卫生*, 2023, 44(1):23-27.

[21]Fairclough SJ,Dumuid D,Mackintosh KA,et al.Adiposity, fitness,health-related quality of life and the reallocation of time between children's school day activity behaviours:A compositional data analysis. [J]. *Prev Med Rep*, 2018(11):254-261.

[22]Mayer-Davis E,Leidy H,Mattes R,et al.Beverage Consumption and Growth,Size, Body Composition,and Risk of Overweight and Obesity:A Systematic Review[M]. Alexandria (VA):USDA Nutrition Evidence Systematic Review, 2020.

[23]黄赞,周玉兰,贺佳贝,等. 24h 活动行为与大学生体质健康关系的成分分析[J]. *中国学校卫生*, 2023, 44(10):1550-1554.

[24]冯展鹏,谭思洁,刘焱,等. 基于成分等时替代法建立青少年肥胖干预模型[J]. *中国学校卫生*, 2023, 44(11):1641-1644.

作者简介:叶雅玉(1999—),女,汉族,河南驻马店人,硕士在读,山东体育学院,研究方向:体育教学;*通讯作者:汤冬季(1998—),男,汉族,安徽阜阳人,硕士,山东体育学院研究生教育学院,研究方向:体质健康促进;卞毛毛(1999—),男,汉族,安徽淮南人,硕士,常州市田家炳高级中学,研究方向:体育教学;王焯(2003—),女,汉族,湖北武汉人,本科,山东体育学院,研究方向:特殊教育。