

·运动人体科学·

## 青少年“黄金日”活动行为推荐量研究： 基于成分最佳时区分析法

宋云峰<sup>1</sup>，齐玉刚<sup>2</sup>，谭思洁<sup>3</sup>，李凯欣<sup>4</sup>，卢东磊<sup>3</sup>，徐驰<sup>1</sup>

(1.湖北省体育科学研究所 运动员科学选材及机能评定国家体育总局重点实验室，湖北 武汉 430205；

2.天津科技大学 体育部，天津 300222；3.天津体育学院 运动健康学院，天津 301617；

4.郑州大学 体育学院(校本部)，河南 郑州 450001)

**摘 要：**基于最佳时区分析法探究青少年24 h活动最佳推荐量，验证满足该推荐量对于青少年生理、心理和社会适应健康的影响。于天津、武汉、郑州三地随机招募12~17岁儿童青少年837名(男403，女434)，采用三维加速度计测量24 h活动，包括中高强度身体活动(MVPA)、低强度身体活动(LPA)、久坐行为(SB)、睡眠(SLP)；采用自测健康评定量表评估青少年生理、心理及社会健康水平。通过构建回归模型、组建24 h活动组合、预测结局变量等步骤明确24 h活动最佳时长与区间，采用线性回归模型对24 h活动达标与结局指标之间的关系进行分析。结果显示：青少年24 h活动行为与生理健康( $P < 0.001$ )、心理健康( $P < 0.001$ )、社会健康( $P < 0.001$ )呈显著正相关，在此基础上提出青少年24 h活动的最佳时长与区间为MVPA65 min(40~70 min)、LPA320 min(220~370 min)、SB440 min(240~600 min)、SLP632 min(590~680 min)。研究认为：基于生理健康、心理健康及社会健康3个维度提出我国青少年24 h活动推荐量具有重要意义。与国际相关指南相比，MVPA推荐量基本一致而SLP推荐量偏高，同时填补LPA和SB的具体推荐量。满足该方法的推荐量与较高的生理、心理及社会健康有关，为我国青少年24 h活动指南的制定及健康合理生活方式的形成提供重要参考依据。

**关 键 词：**24 h活动行为；成分分析；最佳时区；自测健康；青少年

中图分类号：G807 文献标志码：A 文章编号：1006-7116(2025)04-0129-08

### A study on activity behavior referrals for teenagers' "Golden Day": Based on method analysis of optimal component time zone

SONG Yunfeng<sup>1</sup>, QI Yugang<sup>2</sup>, TAN Sijie<sup>3</sup>, LI Kaixin<sup>4</sup>, LU Donglei<sup>3</sup>, XU Chi<sup>1</sup>

(1.Key Laboratory of Scientific Selection and Functional Evaluation of Athletes, General Administration of Sport of China, Hubei Institute of Sports Science, Wuhan 430205, China; 2. Department of Physical Education, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222, China; 3.School of Sports and Health, Tianjin University of Sport, Tianjin 301617, China; 4.School of Physical Education, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

**Abstract:** Examining the optimal 24-hour activity recommendations for adolescents based on optimal time zone analysis and validating their impact on physiological, psychological, and social adaptation health. A total of 837 adolescents aged 12~17 (403 males, 434 females) were randomly recruited from Tianjin, Wuhan, and Zhengzhou. Triaxial accelerometers were also used to measure 24-hour activities, including moderate-to-vigorous physical activity (MVPA), light-intensity physical activity (LPA), sedentary behavior (SB), and sleep (SLP). The self-rated health assessment scale was employed to evaluate teenagers' physiological, psychological, and social health levels.

收稿日期：2025-01-03

基金项目：国家社会科学基金教育科学规划课题(BLA220234)。

作者简介：宋云峰(1998-)，男，硕士，研究方向：运动与健康促进。E-mail: 1206439645@qq.com 通信作者：徐驰

Regression models were constructed to analyze 24-hour activity combinations, to predict outcome variables, and to identify optimal duration and ranges for 24-hour activities, and linear regression models were used to assess the relationship between meeting activity recommendations and health outcomes. The results showed that teenagers' 24-hour activity behavior exhibited significant positive correlations with physiological health ( $P < 0.001$ ), psychological health ( $P < 0.001$ ), and social health ( $P < 0.001$ ), and based on those, the optimal 24-hour activity duration and ranges for teenagers were determined as follows: MVPA 65 min (40~70 min), LPA 320 min (220~370 min), SB 440 min (240~600 min), and SLP 632 min (590~680 min). The study highlights the significance of establishing 24-hour activity recommendations for Chinese teenagers across physiological, psychological, and social health dimensions. Compared to international guidelines, the MVPA recommendation aligns closely, while the SLP recommendation is higher, and also provides specific guidance for LPA and SB. Meeting these recommendations correlates with enhanced physiological, psychological, and social health, offering critical insights for developing 24-hour activity guidelines and fostering healthy lifestyles among Chinese teenagers.

**Keywords:** 24 h activity behavior; component analysis; optimal time zone; self-test health; teenagers

低强度体力活动(light-intensity physical activity, LPA)、中高强度体力活动(moderate-to-vigorous physical activity, MVPA)、久坐行为(sedentary behavior, SB)以及睡眠(sleep, SLP)是影响青少年身心健康的 4 种行为,这 4 种行为贯穿一天 24 h,因此被统称为 24 h 活动行为<sup>[1]</sup>。连续不同活动行为的相互作用,使得对健康的综合影响超出每种行为的单独作用,因为一种“不健康”的活动行为可以减少另一行为的健康益处<sup>[2]</sup>。随着全球青少年静态生活方式愈发普遍,其潜在的健康风险明显增加,致使各国政府高度重视身体活动指南的制定与实施<sup>[3]</sup>。自 2016 年起,加拿大和澳大利亚相继推出针对儿童及青少年的 24 小时活动指南,为优化儿童青少年生活模式提供全面指导<sup>[4]</sup>。但值得商榷的是,加澳两国指南制定的依据均是在单个行为健康效益基础上的组合,本质上这种组合式的指南严重忽略各种行为的共变性<sup>[5]</sup>。

Chastin 等<sup>[6]</sup>采用成分数据分析方法来研究身体活动,该方法将一天中的所有活动视为一个整体,充分考虑不同活动间时间分配的共变性,为推荐量的研究提供一种创新路径。Dumuid 等<sup>[7]</sup>在此基础上进一步发展,提出 24 h 活动的最佳时区分析法。基于此方法,已有学者在这方面进行初步探索。Dumuid 等<sup>[7]</sup>以 10~12 岁青少年为研究对象,提出促进澳大利亚青少年骨骼健康的 24 h 活动建议。随后,该研究者还针对最大摄氧量、立定跳远成绩和身体成分等健康指标,制定体能与身体成分优化的活动推荐方案<sup>[8]</sup>。Rasmussen 等<sup>[9]</sup>应用相同方法,提出改善捷克 9~13 岁青少年肥胖状况的最佳推荐量,这些研究为探索适合我国青少年 24 h 活动推荐量提供重要参考。值得注意的是,由于文化背景和教育体系的差异,西方国家制定的 24 h 活动推荐量未必完全适用于我国青少年<sup>[10]</sup>。因此,为了有效

调整我国青少年各类活动行为的时间分配,形成积极健康的生活方式,迫切需要制定符合我国国情的青少年 24 h 活动指南。

我国青少年面临着独特的健康挑战,不仅在生理健康方面存在诸多问题<sup>[11]</sup>,心理健康状况也逐渐成为社会关注的焦点<sup>[12]</sup>,而且社会适应能力作为青少年未来发展的重要组成部分<sup>[13]</sup>,同样受到国家、社会和家长的高度关注。由此,基于青少年全面发展的指导性原则,以提升其生理、心理和社会健康为目标,本研究目的为:(1)构建适合我国青少年并促进其生理、心理和社会健康发展的 24 h 活动推荐量;(2)验证该推荐量对青少年生理、心理及社会健康的实际影响;(3)以此推荐量为标准,分析我国青少年 24 h 活动的达标情况。根据以往研究和本研究目的拟验证以下研究假设:通过成分最佳时区分析法,本研究提出的 24 h 活动推荐量能够显著改善我国青少年的生理健康、心理健康及社会健康,并为制定符合我国国情的青少年 24 h 活动指南提供科学依据。

## 1 研究对象与方法

### 1.1 研究对象

使用 GPower 3.1.9.7 计算所需样本量,确定研究类型为横断面研究,变量均为连续型变量,假设本研究的 I 类错误概率不超过 5%,即  $\alpha=0.05$ (双侧),效应量  $f^2=0.15$ ;设  $\beta=0.10$ ,把握度( $\text{Power}=1-\beta$ )=0.9,得到最低样本量为 108 人。于 2024 年 4—6 月,在天津、武汉、郑州三地招募 12~17 岁青少年参与本研究。采用分层整群抽样方法,从每个城市随机选取 2 个区,从每个区随机抽取 1 所初中、1 所高中,共抽取 12 所学校。随后,从调查学校中以年级分层,每所学校每个年级抽取 1~2 个班级,共邀请 42 个班级 1 681 名受试

者参与本研究。受试者纳入标准:(1)12~17岁;(2)身体健康无重大疾病,且自愿参加本实验;(3)获得学生本人、学校和家长的知情同意并签署知情同意书。排除标准:最近1周内不能进行身体活动者。最终纳入有效样本837人,将青少年随机平均分为推荐量组和验证组,推荐量组419人,验证组418人,研究所需样本量满足统计分析要求。研究得到天津体育学院伦理委员会批准(TJUS2024-021)。

## 1.2 研究方法

1)身体活动、久坐行为及睡眠时长的测量。本研究采用三维加速度计(ActiGraph GT3X+)测量受试者的MVPA、LPA和SB时长。受试者将加速度计佩戴在腰部右侧7天(d),除去游泳、洗澡等活动时均佩戴。青少年身体活动强度分类标准<sup>[14]</sup>: $0 \leq \text{counts/min} \leq \text{SB} \leq 99 \text{ counts/min}$ 、 $100 \text{ counts/min} \leq \text{LPA} \leq 2\,799 \text{ counts/min}$ 、 $2\,800 \text{ counts/min} \leq \text{MVPA} \leq 3\,999 \text{ counts/min}$ 。睡眠时间以问卷形式进行收集,要求填报人回忆工作日和周末两个时间段的白天和晚上睡眠时间。每天总睡眠时间=白天睡眠总时间+晚上睡眠总时间。具体为:(工作日白天睡眠 $\times 5$ +周末白天睡眠 $\times 2$ )/7+(工作日晚上睡眠 $\times 5$ +周末晚上睡眠 $\times 2$ )/7。

2)生理、心理及社会适应测试。为了评估受试者的整体健康状态,研究采用自测健康评定量表(self-rated health measurement scale, SRHMS)<sup>[15]</sup>。该量表涵盖生理、心理和社会健康3个主要维度,共包含48项具体指标。生理维度健康得分170分,心理维度健康得分150分,社会维度健康得分120分,总分共计440分,最低皆为0分。得分越高,代表健康状况越佳。先前研究已证实其信度和效度<sup>[16]</sup>,可为评估青少年健康水平提供可靠工具。为便于计算与比较,将量表评分转换为百分制<sup>[17]</sup>。

3)控制变量。研究表明,性别、年龄、父母受教育程度、家庭经济情况会对青少年24h活动水平产生影响。因此,本研究通过问卷调查的方式收集相关信息,并在统计分析过程中将这些因素作为协变量予以控制。

4)质量控制。为确保本研究的准确性与可靠性,测试仪器经过严格校准,测试人员接受专业培训以保证操作的一致性。数据收集后,进行多次检查以确保数据的准确无误。对所有问卷进行核对与审查,对漏项、规律作答等填写不合格者予以剔除,符合排除标准者予以排除;数据录入采用“双人双录入”方式,数据录入完毕后再三核对。

## 1.3 统计分析

采用Dumuid等<sup>[7]</sup>提出的24h活动最佳时区分析方

法,并运用R4.3.3软件中的compositions包、car包对成分数据进行统计与分析,确定青少年活动行为推荐量。具体分析步骤如下:

1)构建成分回归模型。使用等距对数比转换(isometric log ratio transformation, ilr)对成分数据进行多元回归分析。ilr可以将成分数据从单形空间映射到欧式空间,消除成分数据之间的多重共线性问题。在调整性别、年龄等协变量后建立成分多元回归模型,以整体角度考察各活动行为与青少年生理、心理和社会健康之间的关联。

2)生成活动行为预测成分矩阵。以均值为基点,以24h活动行为各要素的3倍标准差为范围,得到活动时长及时长区间。在此基础上以10min为时间间隔,通过R软件中的循环函数构建此范围内所有的24h活动组合。最后,依据95%置信区间的统计学意义以及在临床研究中的应用,确定排列于前5%(第95百分位数及以上)的结局指标分数所对应的24h活动组合。

3)确定最佳推荐量。针对生理健康、心理健康、社会健康不同的最佳时区,通过R软件ggplot包绘制三维四元图以确定3项指标所对应最佳时区的重叠部分,即为青少年总体健康的最佳时区。推荐量确定后针对验证组样本,通过线性回归模型分析24h活动达标与生理健康、心理状况及社会健康得分之间的关系,以验证本研究中推荐量的健康效应。并结合验证组的样本,通过达标率分析受试者的24h活动水平。

## 2 结果与分析

### 2.1 青少年24h活动及生理健康、心理健康、社会健康水平

研究共纳入受试者837人。其中,男生403人(48.15%)、女生434人(51.85%),平均年龄 $(14.84 \pm 1.56)$ 岁。MVPA、LPA、SB、SLP的成分均值及24h的时间占比分别为31.69 min(2.20%)、204.82 min(14.22%)、629.73 min(43.71%)、574.05 min(39.86%),算术均值及时间占比分别为33.37 min(2.32%)、211.32 min(14.68%)、644.74 min(44.77%)、550.57 min(38.23%)。生理健康、心理健康及社会健康总分均值分别为 $(75.36 \pm 11.91)$ 分、 $(59.60 \pm 12.50)$ 分、 $(71.98 \pm 16.39)$ 分(见表1)。

### 2.2 成分回归模型的构建

1)使用等距对数比转换(isometric log ratio transformation, ilr)对成分数据进行转换,将转换后的时间变量作为自变量ilr(comp),将生理健康(PH)、心理健康(MH)和社会适应(SA)作为因变量,将性别(sex)、年龄(age)、家庭经济收入(eco)、父母受教育程度(fedu/medu)作为协变量,采用lmrob函数分别构建回归

模型,模型代码如下:

```
#PH<-lmer(scale(log(PH))~cbind(ilsr1,ilsr2,ilsr3)+sex+
age+eco+fedu+medu,data=data1)
```

```
#MH<-lmer(scale(log(MH))~cbind(ilsr1,ilsr2,ilsr3)+sex+
age+eco+fedu+medu, data=data1)
```

```
#SA<-lmer(scale(log(SA))~cbind(ilsr1,ilsr2,ilsr3)+sex+a
ge+eco+fedu+medu, data=data1)
```

2)在现有回归模型的基础上添加二次项 $I(ilsr(comp)^2)$ ,形成两个嵌套模型。如 modPH、modPH\_sq,通过 anova 函数对两个嵌套模型进行比较。若二次项改善模型拟合( $P<0.05$ ),则保留二次项并将其作为最佳模型进行回归预测。模型对比结果发现,

添加二次项的生理健康(modPH\_sq)、心理健康(modMH\_sq)的模型拟合优于原始模型( $P<0.05$ ),保留二次项,而社会健康(modSA\_sq)的模型拟合并无显著变化( $P>0.05$ ),保留原始模型。

3)通过方差分析计算模型的  $F$  统计量,根据显著性水平来判断经等距对数比转换后的 24 h 活动组合与结局变量之间是否存在显著相关。结果显示:生理健康( $F=12.41$ ,  $P<0.001$ )、心理健康( $F=8.59$ ,  $P<0.001$ )、社会健康( $F=9.78$ ,  $P<0.001$ )均达到显著性水平,表明 24 h 活动组合与结局变量之间显著相关,即 24 h 活动组合可以预测青少年生理健康、心理健康及社会健康水平。

表 1 青少年 24 h 活动及生理健康、心理健康、社会健康水平

变量	类别	总体样本 ( $n=837$ )	推荐组 ( $n=419$ )	验证组 ( $n=418$ )
年龄/岁 (均值 $\pm$ 标准差)		14.84 $\pm$ 1.56	14.35 $\pm$ 1.71	14.97 $\pm$ 1.41
性别 (人数/百分比)	男	403(48.15%)	205(48.93%)	198(47.37%)
	女	434(51.85%)	214(51.07%)	220(52.63%)
24 h 活动 成分均值/min (时间百分比)	MVPA	31.69(2.20%)	31.97(2.22%)	34.70(2.41%)
	LPA	204.82(14.22%)	204.91(14.23%)	238.18(16.54%)
	SB	629.73(43.71%)	627.98(43.61%)	602.21(41.82%)
	SLP	574.05(39.86%)	575.14(39.94%)	564.91(39.23%)
24 h 活动 算数均值/min (时间百分比)	MVPA	33.37(2.32%)	32.22(2.24%)	35.61(2.47%)
	LPA	211.32(14.68%)	195.93(13.61%)	237.06(16.46%)
	SB	644.74(44.77%)	675.14(46.88%)	623.81(43.32%)
	SLP	550.57(38.23%)	536.71(37.27%)	532.06(36.95%)
生理健康	总分	75.36 $\pm$ 11.91	75.41 $\pm$ 11.87	77.76 $\pm$ 10.38
心理健康	总分	59.60 $\pm$ 12.50	59.59 $\pm$ 12.44	61.76 $\pm$ 13.38
社会健康	总分	71.98 $\pm$ 16.39	72.14 $\pm$ 16.37	76.47 $\pm$ 14.89

### 2.3 青少年 24 h 活动最佳时长与时长区间的确定

研究以均值为基点,以 24 h 活动行为各要素的 3 倍标准差为范围,以 MVPA 处理为例,处理代码如下:

```
#mvpa=pmax(pmin(d1$MVPA,mean(d1$MVPA)+
sd(d1$MVPA)*3),0)
```

得到范围如下: MVPA(10~90min)、SB(410~870min)、LPA(110~580min)、SLP(350~590min)。在此基础上,以 10 min 为时间间隔,通过 R 软件中的循环函数构建此范围内所有的 24 h 活动组合,结果得出 8 364 个组合(如 MVPA 10 min、LPA 120 min、SB770 min、SLP 540 min)。通过构建的回归模型,计算出青少年 24 h 活动组合所对应的生理健康、心理健康、社会健康的分数。

24 h 活动组合与青少年的生理健康、心理健康、社会健康均显著相关,即 24 h 活动组合可以预测这 3 项结局指标。因此,本研究纳入以上 3 项结局指标,以 Dumuid 推荐的方法确定促进青少年身心全面发展

的最佳活动时长以及最高低阈值区间,及 24 h 活动最佳时区。3 项结局指标的预测分数均从高至低排序。最后,依据 95%置信区间的统计学意义以及在临床研究中的应用,确定排列于前 5%(第 95 百分位数及以上)的结局指标分数所对应的 24 h 活动组合。结果发现,共 512 个组合,表 2 为最优的前 10 组 24 h 活动组合及结局指标的预测分数。计算这些组合中 4 种活动行为时长的均值及范围,即为该活动行为的最佳时长与时长区间(见表 3)。处理代码如下:

```
>#put activity variables in minutes/day>
#df.fit$Sleep=df.fit$Sleep*1440>
#df.fit$Sedentary=df.fit$Sedentary*1440>
#df.fit$LPA=df.fit$LPA*1440>
#df.fit$MVPA=df.fit$MVPA*1440>
>#get range of best 5%>
#range.best.sl=range(as.data.frame(best.fit5[,1]))>
```

```
#range.best.sb=range(as.data.frame(best.fit5[,2]))> (range low:high)
#range.best.lpa=range(as.data.frame(best.fit5[,3]))> #sum.sl=c(b[1], range.best.sl, b[2], range.best.sb, b[3],
#range.best.mvpa=range(as.data.frame(best.fit5[,4]))> range.best.lpa, b[4], range.best.mvpa)
>#make nice results summary to look like mean #fit.sum=round(sum.sl*1440)> fit.sum #in minutes
```

表 2 青少年 24 h 活动组合及结局指标前 10 位的预测分数

序号	生理健康					心理健康					社会健康				
	MVPA	LPA	SB	SLP	分数	MVPA	LPA	SB	SLP	分数	MVPA	LPA	SB	SLP	分数
1	70	360	340	670	92.26	70	350	340	680	91.93	70	360	340	670	93.99
2	70	350	340	680	92.03	70	360	340	670	91.91	70	350	340	680	93.98
3	70	360	350	660	89.98	70	340	350	680	91.76	60	360	340	680	93.77
4	70	350	350	670	89.90	70	350	350	670	91.74	70	360	350	660	93.16
5	70	340	350	680	89.96	70	360	350	660	91.73	70	350	350	670	93.15
6	70	360	360	650	89.69	70	330	360	680	91.59	70	340	350	680	93.13
7	70	350	360	660	89.45	70	340	360	670	91.58	60	360	350	670	92.93
8	70	340	360	670	89.21	70	350	360	660	91.56	60	350	350	680	92.92
9	70	330	360	680	88.97	70	360	360	650	91.55	50	360	350	680	92.64
10	70	360	370	640	88.97	70	320	370	680	91.44	70	360	360	650	92.34

表 3 基于生理健康、心理健康、社会健康的 24 h 活动最佳时长与区间

变量	最佳时长(区间)			
	MVPA	LPA	SB	SLP
生理健康	70(60~74)	303(120~360)	477(240~660)	586(250~680)
心理健康	64(40~70)	299(150~360)	347(240~440)	631(590~680)
社会健康	49(10~70)	324(230~360)	322(240~370)	644(640~680)

2.4 青少年 24 h 活动时间推荐量

针对生理健康、心理健康、社会健康不同的最佳时区,通过 R 软件 ggplot 包绘制三维四元图,以确定 3 项指标所对应最佳时区的重叠部分,即为青少年总体健康的最佳时区。根据分析结果,青少年总体健康的最佳时长及其区间为: MVPA 65 min(40~70 min)、LPA 320 min(220~370 min)、SB 440 min(240~600 min)、SLP 632 min(590~680 min),即青少年 24 h 活动推荐量。

2.5 基于生理健康、心理健康及社会健康的 24 h 活动推荐量的检验

研究以 MVPA、LPA、SB、SLP 时长同时在推荐量区间范围内界定为推荐量达标,否则视为未达标。验证组共 418 人中仅 39 人(9.3%)的 4 种活动行为时长

同时达到标准,其中满足 MVPA、LPA、SB、SLP 单项活动行为为推荐量的人数和达标率分别为 67 人(16.0%)、196 人(46.9%)、146 人(34.9%)、126 人(30.1%)。

采用标准线性回归模型分析推荐量达标对于生理健康、心理健康以及社会健康的影响,检验满足 24 h 活动推荐量对青少年的身心健康效应。回归分析结果显示,相对于未达标群体而言,青少年的 24 h 活动达标与其生理健康( $\beta=5.30, P<0.05$ )、心理健康( $\beta=2.14, P<0.01$ )和社会健康( $\beta=2.78, P<0.05$ )均呈显著正相关。结果表明,24 h 活动达标的青少年其生理健康、心理健康及社会健康发展水平平均优于未达标组,即 24 h 活动达标可促进这 3 项指标的发展(见表 4)。

表 4 青少年 24 h 活动达标与生理健康、心理健康及社会健康的关系

指标	达标情况	生理健康		心理健康		社会健康	
		$\beta(95\%CI)$	P	$\beta(95\%CI)$	P	$\beta(95\%CI)$	P
24 h 活动	未达标	参考组		参考组		参考组	
	达标	5.30(2.82~7.78)	<0.05	2.14(1.61~2.67)	<0.05	2.78(2.24~5.17)	<0.05

### 3 讨论

本研究针对青少年首次采用最佳时区分析法, 导出青少年在生理健康、心理健康及社会健康方面的 24 小时活动最佳时长及其时长区间。具体结果显示: MVPA 65 min(40~70 min)、LPA 320 min(220~370 min)、SB 440 min(240~600 min)、SLP 632 min(590~680 min)。这 4 种活动的最佳时长总和构成一天的 24 h, 能够为青少年带来最佳的身心健康效益。然而, 在实际生活中学校通常有严格的作息安排, 学生对活动时间的自主规划空间有限, 很难将每种活动的时长精确控制到某一数值。为提升可操作性和灵活性, 本研究提出基于活动时长区间的替代方案, 即青少年每天的 MVPA、LPA、SB、SLP 的时长分别保持在 40~70 min、220~370 min、240~600 min 和 590~680 min 之间。在这一范围内调整 4 种活动行为的平衡, 同样能够促进青少年的身心健康发展。验证分析结果进一步显示, 当青少年的 MVPA、LPA、SB、SLP 时长同时满足上述 24 h 活动时长区间时, 与更好的生理健康、心理健康和社会健康显著相关, 这为制定灵活且可实施的青少年活动指南提供有力依据。

目前, 国外仅有 1 项研究调查与青少年身心健康相关的最佳 24 h 时间使用。Dumuid 等<sup>[18]</sup>针对澳大利亚 10~12 岁青少年的身体健康、心理健康、认知功能和学业成绩进行研究, 发现推荐的 24 h 活动推荐量为: MVPA 89 min、LPA 146 min、SB 584 min、SLP 621 min。本研究提出的 MVPA 和 SLP 推荐量与上述研究基本一致, 但 LPA 和 SB 与上述研究存在较大差异, 这种差异可能反映我国青少年日常活动特征的独特性。研究表明, 我国青少年的 SB 行为时间普遍较高, 其用于上课、家教以及完成课后作业等静态活动的时间占每日监测时间的 80% 以上<sup>[19]</sup>。鉴于此, 减少 SB 时间可能是改善我国青少年整体健康的重点所在。值得注意的是, 相较于其他类型的身体活动 SB 更容易被转化为 LPA<sup>[20]</sup>, 这在一定程度上解释上述差异的存在, 并提示通过适当的干预措施调整青少年的日常活动模式, 可以有效促进其整日健康水平的提升。

MVPA 一直是身体活动研究的热点, 国内外多项研究表明适量的 MVPA 可以有效提升青少年的健康水平<sup>[21-23]</sup>。基于这一共识, 国内外发布的活动指南均建议青少年每天至少进行 60 min 的 MVPA<sup>[24-25]</sup>, 这一建议与本研究所得的 MVPA 最佳时长(65 min)基本一致。两者之间微小差异主要在于, 本研究的推荐时长是基于 12~17 岁青少年的分析结果, 而上述指南的建议则适用于 6~18 岁的儿童和青少年整体。值得注意的是, 青少年 MVPA 达标情况依旧不容乐观。在总体样本中,

满足本研究 MVPA 推荐量(65 min/d)的比例仅为 16.0%。之前的研究也发现, MVPA 满足率较低是我国青少年 24 h 活动行为满足率整体偏低的主要原因<sup>[26]</sup>。因此, 增加 MVPA 仍然是青少年 24 h 活动行为干预的关键所在。此外, 现行的 24 h 活动行为指南通常将 MVPA 视为独立的活动行为来推荐时长, 仅提出“至少 60 min/d”的最低阈值, 而对每天适宜的 MVPA 时长上限缺乏关注。本研究在确定最佳 MVPA 时长的基础上, 进一步提出 40~70 min 的时长区间, 填补青少年 70 min/d MVPA 的最高阈值。这一补充具有重要意义, 主要体现在以下两个方面: (1) 尽管已有大量研究表明 MVPA 有益于青少年的健康发展, 但 MVPA 增加带来的健康效益并不能无限制增加<sup>[27]</sup>。因此, 从健康效应角度来看, 明确 MVPA 的最低与最高阈值对于科学指导青少年活动具有同等重要性。(2) 24 h 活动行为之间存在相互联系、相互影响, 任何一种活动行为的时间改变, 都会不可避免地对其他活动行为的时间产生影响<sup>[28]</sup>。考虑到每日总时间的恒定性, 对于青少年而言, 优化时间利用、合理规划各类活动时长对于健康效益至关重要。

LPA 与 SB 是 24 h 活动行为构成的重要组成部分, 然而, 当前的国际和国内指南在针对这两个组成部分的具体时长建议上存在不足。例如, 加拿大和澳大利亚的 24 h 活动指南, 以及我国 2021 年发布的《中国人群身体活动指南》<sup>[29]</sup>, 主要关注的是屏幕时间的限制, 推荐每日不超过 2 h, 但对于 LPA 和 SB 的具体时长并未给出明确指导。本研究经过论证得出的建议时长与区间分别为: LPA 320 min(220~370 min)、SB 440 min(240~600 min)。虽然这一建议缺乏直接的指南对比, 但基于我国青少年固定的日常生活模式, 本研究建议的时长与区间具备一定的合理性和可行性。首先, 从本研究得出的青少年 24 h 活动行为时间使用分布得知, 青少年群体呈现出 SB 时间使用较多, MVPA 水平居低的活动行为构成。这与我国青少年的实际作息情况相符。同时, Wang 等<sup>[30]</sup>对中国 11 个城市 9~17 岁青少年的活动行为进行统计分析, 发现在 SB 时间中花费的时间约为 411~631 min, 进一步验证本研究提出的 SB 最佳区间。此外, 先前研究也支持本研究的 LPA 建议时长。王超<sup>[31]</sup>利用 ROC 分析得出, 我国青少年至少进行 257 min/d 的 LPA 才可获得健康益处, 这与本研究提出的 LPA(240~600 min)区间相一致。鉴于现有的教学环境, 为实现上述推荐量学校可以考虑增加学生课间活动、增加体育课等方式来增加青少年身体活动并减少久坐时间。综上所述, 本研究提出的 SB 和 LPA 的推荐量既符合实际情况, 又具有一定的可行性。

睡眠是维护身心健康不可或缺的因素,充足的睡眠不仅有助于体力的恢复和疲劳感的消除,还能促进整体的身体活动水平,对青少年生长发育、心理行为和认知能力产生重要影响<sup>[32-34]</sup>。根据加拿大和澳大利亚发布的24 h活动指南,14~17岁青少年每晚应保证至少480~600 min的睡眠时间。本研究的睡眠区间略高于上述指南,具体的睡眠时长区间为590~680 min,不一致的原因可能与我国青少年睡眠作息习惯有关<sup>[35]</sup>。加拿大和澳大利亚的24 h活动指南在提出睡眠时间建议时并未将午休纳入考量,这是因为这些国家的学校日程安排中通常不包含午休时间。相反,我国学生的日常作息中包含午餐(大约1 h)以及随后的休息时段(1~2 h)。在我国“双减”政策(《关于进一步减轻义务教育阶段学生作业负担和校外培训负担的意见》)的背景下,中学生文化课学习时间的减少,必然使得一天内其他行为时间增加<sup>[36]</sup>。因此,在现有的教学环境下,家长和教育工作者可通过减少作业量、调整睡眠时间来促使青少年达到推荐量的要求。

本研究依据提出的24 h活动最佳时区标准,对我国青少年的活动行为进行评估。结果揭示,仅有39人(9.3%)的青少年在MVPA、LPA、SB和SLP中同时达到推荐标准。这一比例反映我国青少年在满足健康活动指南方面面临的严峻挑战,凸显改善其生活方式和提升活动质量的紧迫性。具体来看,青少年在MVPA方面的达标率最低,仅为16.0%,这表明高强度活动对于青少年来说是一个特别难以达到的目标。与此形成对比的是,LPA的达标率相对较高,为46.9%,显示出青少年在日常生活中能够保持一定量的低强度活动。造成这种现象的原因是多方面的:(1)由于学业负担沉重,我国青少年久坐少动的行为模式很难被改变<sup>[37]</sup>;(2)学校出于对学生安全考虑,并不鼓励学生参加强度较高的活动,甚至加以限制<sup>[38]</sup>。这样的政策虽然旨在保护学生,但也无意中限制他们进行必要的身体锻炼。

本研究采用最佳时区分析法,旨在探究青少年健康行为的活动建议量,并为促进青少年的整体健康提供科学依据。然而,由于本研究采用的是横断面设计,因此无法确立24 h活动模式与健康评分之间的因果联系。此外,研究未对不同年龄段的活动模式进行细分,可能导致推荐量对某些年龄组不完全适用。未来可以针对以上情况做出更加精准、全面的研究,以期改善青少年群体健康状况提供更为细致、科学的理论依据。

## 参考文献:

[1] 宋云峰,谭思洁,齐玉刚,等.24 h活动行为对大学生体质健康影响的等时替代效益[J].中国学校卫

生,2023,44(9):1382-1386.

[2] 陈长洲,王红英,任书堂.加拿大儿童青少年24小时活动指南的特征及启示[J].山东体育学院学报,2019,35(3):99-106.

[3] 王军利,张思奇.儿童青少年身体活动指南的国际经验与启示[J].沈阳体育学院学报,2022,41(5):82-88.

[4] 郭海霞,饶思瑞.世界各国儿童青少年身体活动指南发展研究[J].中国体育科技,2021,57(8):61-71.

[5] 孙毅,刘媛,尹小俭,等.基于体质健康的多指标联合ROC曲线法建立儿童青少年24 h活动行为推荐量的探索性研究[J].中国体育科技,2024,60(4):10-18,28.

[6] CHASTIN S F M, PALAREA-ALBALADEJO J, DONTJE M L, 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): e0139984.

[7] DUMUID D, SIMM P, WAKE M, et al. The “goldilocks day” for children’s skeletal health: Compositional data analysis of 24-hour activity behaviors[J]. Journal of Bone and Mineral Research: The Official Journal of the American Society for Bone and Mineral Research, 2020, 35(12): 2393-2403.

[8] DUMUID D, WAKE M, BURGNER D, et al. Balancing time use for children’s fitness and adiposity: Evidence to inform 24-hour guidelines for sleep, sedentary time and physical activity[J]. PloS One, 2021, 16(1): e0245501.

[9] LUND R C, GÁBA A, STANFORD T, et al. The goldilocks day for healthy adiposity measures among children and adolescents[J]. Frontiers in Public Health, 2023, 11: 135489-135501.

[10] 魏海洋,陈亮.身体活动指南的国际比较与启示[J].中国健康教育,2024,40(11):1010-1016+1028.

[11] 刘爽,周璇,李志华.体育活动对青少年健康状况的影响:学业压力和睡眠质量的链式中介作用[J].中国体育科技,2024,60(11):55-60.

[12] 颜景飞,戴圣婷.儿童青少年身体活动的心理和行为健康效应:系统综述的系统综述[J].中国康复理论与实践,2024,30(10):1125-1132.

[13] 李龙,唐颖,胡曦元.与祖父母同住如何影响初中阶段青少年的健康状况——基于CEPS的多维考察[J].中国卫生政策研究,2022,15(6):39-45.

[14] ZHU Z, CHEN P, ZHUANG J. Intensity classification accuracy of accelerometer-measured physical activities in

- Chinese children and youth[J]. Research Quarterly for Exercise and Sport, 2013, 84(Suppl 2): S4-11.
- [15] 许军, 谭剑, 王以彭, 等. 自测健康评定量表修订版(SRHMS V1.0)的考评[J]. 中国心理卫生杂志, 2003(5): 301-305.
- [16] 丰志强, 尹文强, 孙艳, 等. 基于性别差异的高血压患者自测健康与 BMI 关系研究[J]. 中国卫生统计, 2022, 39(4): 509-512+517.
- [17] 杨秀兰, 邵明, 贾伟华, 等. 安徽省高校大学生自测健康状况调查与常模建构[J]. 中国健康教育, 2022, 38(2): 114-119.
- [18] DUMUID D, OLDS T, LANGE K, et al. Goldilocks days: Optimising children's time use for health and well-being[J]. J Epidemiol Community Health, 2022, 76(3): 301-308.
- [19] 杨剑, 吴铭, 邱服冰, 等. 12~17 岁儿童青少年健康相关久坐行为研究[J]. 中国康复理论与实践, 2020, 26(12): 1365-1372.
- [20] 常振亚, 王树明. 24 小时动作行为对学龄前儿童体质健康影响的等时替代效益研究[J]. 体育科学, 2020, 40(10): 50-57.
- [21] 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+1649.
- [22] TREMBLAY M S, CARSON V, CHAPUT J P, et al. Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth: An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep[J]. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2016, 41(6 Suppl 3): 311-327.
- [23] CARSON V, STAIANO A E, KATZMARZYK P T. Physical activity, screen time, and sitting among U.S. adolescents[J]. Pediatric Exercise Science, 2015, 27(1): 151-159.
- [24] Care AGD of H and A. Australian 24-hour movement guidelines for children (5 to 12 years) and young people (13 to 17 years): An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep[S]. Australian Government Department of Health and Aged Care, 2021.
- [25] 张云婷, 马生霞, 陈畅, 等. 中国儿童青少年身体活动指南[J]. 中国循证儿科杂志, 2017, 12(6): 401-409.
- [26] SUN Y, LIU Y, YIN X, et al. Proportion of Chinese children and adolescents meeting 24-hour movement guidelines and associations with overweight and obesity[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2023, 20(2): 1408.
- [27] 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 Internal Medicine, 2015, 175(6): 959-967.
- [28] 梁果, 王丽娟, 陈欢, 等. 24h 活动时间分布及替代与儿童身体质量指数的关系研究: 基于成分分析模型[J]. 体育科学, 2022, 42(03): 77-84.
- [29] 《中国人群身体活动指南》编写委员会. 中国人群身体活动指南(2021)[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(1): 5-6.
- [30] WANG C, CHEN P, ZHUANG J. A national survey of physical activity and sedentary behavior of Chinese city children and youth using accelerometers[J]. Research Quarterly for Exercise and Sport, 2013, 84(2): S12-28.
- [31] 王超. 中国儿童青少年日常体力活动推荐量研究[D]. 上海: 上海体育学院, 2014.
- [32] 宋云峰, 李凯欣, 谭思洁, 等. 基于等时替代模型的大学生 24h 活动行为与健康体适能的关系[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2024, 52(3): 150-157.
- [33] 缪宇铃, 林青敏, 姜艳蕊, 等. 上海市青少年 24 小时活动与负性情绪的相关研究[J]. 中国儿童保健杂志, 2023, 31(5): 475-480.
- [34] 陈巧玲, 孙菲, 严洁, 等. 全国 10~15 岁儿童青少年认知能力情况调查[J]. 现代预防医学, 2016, 43(10): 1782-1785.
- [35] 齐静, 王丽娟. 加拿大、澳大利亚儿童青少年 24 小时活动指南的特征及启示[J]. 体育学刊, 2021, 28(3): 119-125.
- [36] 李红娟, 张婷, 张柳, 等. 基于活动—平衡模型的儿童少年时间使用与体质关联研究[J]. 北京体育大学学报, 2023, 46(4): 76-84.
- [37] 王政和, 董彦会, 宋逸, 等. 中国 2014 年 9~22 岁学生体育锻炼时间不足 1 小时的流行现状与影响因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38: 341-345.
- [38] 方芳. 从司法案例大数据反观学校在校园安全事故中的责任与限度[J]. 现代教育管理, 2017(6): 59-64.