



# 基于智能手机技术对2~18岁儿童青少年 静坐行为与屏幕时间的RCT干预效果:Meta分析 Effects of RCT Interventions on Sedentary Behavior and Screenshot in Children and Adolescents Aged 2 to 18 Based on Smartphone Technology: Meta-Analysis

何梓豪<sup>1</sup>, 赵广高<sup>1\*</sup>, 荣幸<sup>1</sup>, 全明辉<sup>2</sup>, 付近梅<sup>3</sup>, 孙顺利<sup>3</sup>, 吕文娣<sup>4</sup>,  
黄婷<sup>1</sup>, 王润泽<sup>1</sup>, 胡启明<sup>1</sup>

HE Zihao<sup>1</sup>, ZHAO Guanggao<sup>1\*</sup>, RONG Xing<sup>1</sup>, QUAN Minghui<sup>2</sup>, FU Jinmei<sup>3</sup>,  
SUN Shunli<sup>3</sup>, LYU Wendi<sup>4</sup>, HUANG Ting<sup>1</sup>, WANG Runze<sup>1</sup>, HU Qiming<sup>1</sup>

**摘要:**目的:采用Meta分析综合相关随机对照试验(RCT),探讨智能手机技术对学龄前儿童、学龄儿童及青少年静坐行为与屏幕时间可能存在的干预效果。方法:通过检索PubMed、Web of Science、EBSCO和中国知网(核心期刊)数据库,获取智能手机技术干预儿童青少年静坐行为及屏幕时间的RCT;采用Cochrane偏倚风险评估工具进行文献质量评价,STATA 15.1软件进行合并效应量分析和亚组分析。结果:共纳入文献15篇,其中应用程序(App)干预3篇、短信(SMS)干预10篇、App+SMS干预2篇。Meta分析发现,与对照组相比,智能手机技术对静坐行为时间的减少无显著干预效果( $SMD=0.04$ ;95% CI:-0.06, 0.14; $P=0.41$ ),但可显著降低屏幕时间( $SMD=-0.24$ ;95% CI:-0.35,-0.13; $P<0.001$ )。亚组分析发现,基于SMS技术、SMS+其他、>12岁、>12周、频率<3次/周均可显著降低屏幕时间,但各亚组均未对静坐行为时间具有显著减少作用。结论:基于智能手机技术干预可有效改善儿童青少年屏幕时间,但对静坐行为无明显干预效果;基于SMS技术干预能有效改善屏幕时间;智能手机技术改善屏幕时间的作用对青少年较适宜,长周期与低频率干预更能体现干预效果。

**关键词:** 智能手机;静坐行为;屏幕时间;儿童青少年

**Abstract:** Objective: Meta-analysis was used to determine the effect of smartphone technology on sedentary behavior and screenshot of preschoolers, school-age children and adolescents. Methods: Four electronic databases, PubMed, Web of Science, EBSCO and the CNKI were searched for randomized controlled trial, and smartphone technology intervention in sedentary behavior of children and adolescents were obtained. Risk of bias was assessed by the Cochrane collaboration tool, and the Meta-analysis was performed by using STATA 15.1. Results: A total of 15 studies were included, among them 3 studies for APP based intervention, 10 studies for SMS based intervention and 2 studies for App+SMS intervention. Meta-analysis results showed that comparing with the control group, smartphone technology had no significant effect on sedentary behavior ( $SMD=0.04$ ; 95% CI: -0.06, 0.14;  $P=0.41$ ), but significantly reduced screen time ( $SMD=-0.24$ ; 95% CI: -0.35, -0.13;  $P<0.001$ ). Subgroup analysis found that SMS based intervention, SMS+Other, age "> 12 years", "> 12 weeks" and intervention frequency "< 3 times/week" could significantly reduce the screen time. But there was no significant decrease in sedentary behavior time in all subgroups. Conclusions: Smartphone technology intervention can effectively improve the screen time of children and adolescents, but it has no effect on sedentary behavior. SMS based intervention can effectively improve screenshot. The effect of smartphone technology on improving screen time is suitable for adolescents, and long-term intervention can

## 基金项目:

国家社会科学基金项目(21BTY088);  
教育部人文社会科学研究一般项目  
(18YJC890060);国家自然科学基金  
基金项目(81703252);上海市体育  
科技“全民健身计划”项目  
(20Q003);江西省研究生创新专  
项基金项目(YC2019-S012)

## 第一作者简介:

何梓豪(1993-),男,在读硕士研究生,  
主要研究方向为运动与健康促进,  
E-mail: hudson20142@hotmail.  
com。

## \*通信作者简介:

赵广高(1982-),男,副教授,博士,  
硕士研究生导师,主要研究方向  
为运动与健康促进,E-mail:  
zhaogg2002@163.com。

## 作者单位:

1. 南昌大学,江西 南昌 330031;
  2. 上海体育学院,上海 200438;
  3. 江西省体育科学医疗中心,江西  
南昌 330006;
  4. 江西中医药大学,江西 南昌 330004
1. Nanchang University, Nanchang  
330031, China;  
2. Shanghai University of Sport,  
Shanghai 200438, China;  
3. Jiangxi Sports Science Medical  
Center, Nanchang 330006, China;  
4. Jiangxi University of Chinese  
Medicine, Nanchang 330004, China.

better reflect the effect of improvement.

**Keywords:** *smartphone; sedentary behavior; screentime; children and adolescents*

**中图分类号:**G804.49 **文献标识码:**A

静坐行为又称久坐行为(sedentary behaviour, SB),指清醒状态下所有坐位、斜靠或平躺时能量消耗低于1.5 MET的行为(Tremblay et al., 2017)。其中,看电视、使用电脑和玩电子游戏等的时间称为屏幕时间(screen time, ST),是儿童青少年人群研究中最受关注的静坐行为之一(Biddle et al., 2009)。研究发现,静坐不动的生活方式与心血管疾病的发病率和死亡率、脂蛋白代谢缺陷、胰岛素抵抗和代谢的发展综合症等高度相关(马生霞等, 2018; Katzmarzyk et al., 2019)。针对儿童青少年群体的实证研究与循证实践发现,静坐行为与肥胖、高血压、高脂血症及体质健康密切相关(赵广高等, 2020; Same et al., 2016)。因此,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)以及中国、美国、澳大利亚等国家的相关机构分别围绕儿童青少年静坐行为与屏幕时间研制相关指南和标准,建议学龄前儿童静坐行为时间 $\leq 60$  min/次、屏幕时间 $\leq 60$  min/天(Okely et al., 2017; Piercy et al., 2018),儿童青少年静坐行为时间 $\leq 60$  min/次,屏幕时间 $\leq 120$  min/天(张云婷等, 2017; Piercy et al., 2018; Tremblay et al., 2016)。目前,全球许多儿童青少年静坐行为时间与屏幕时间均超过以上标准(Andersen et al., 2017; Chen, 2017; Roberts et al., 2017)。2016年,中国学龄儿童青少年体力活动和体质健康研究(Physical Activity and Fitness in China—The Youth Study, PAFCTYS)发现,37%的儿童青少年超过建议的屏幕时间标准(Chen, 2017)。因此,如何有效减少儿童青少年静坐行为、限制屏幕时间已成为目前亟需解决的公共卫生难题。

目前,学者多基于不同场所(幼儿园、学校、家庭、社区)(Cassar et al., 2019; Memichan et al., 2018; O'Brien et al., 2018)和措施(关闭电视、站立式课桌等)(Alfes et al., 2016; Altenburg et al., 2016)探索减少静坐行为时间与屏幕时间的有效方式,虽取得一些成效,但依然暴露出证据不足、难以持久、成本高和实施困难以致难以大范围推广等难题。现有研究发现,智能手机技术应用于医学与健康研究领域是有效的,如在体质量管理、癌症护理、慢性阻塞性肺疾病自我监控和抑郁症等方面(Mccabe et al., 2017; Mckay et al., 2018; Rathbone et al., 2017; Wang et al., 2017)。近年来,围绕应用程序(application, App)和短信(short message service, SMS)2种技术对智能手机技术干预静坐行为与屏幕时间的作用效果开展了相关研究,被试包括成人(Finkelstein et al., 2015; Thomsen et al., 2017)和儿童青少年(Armstrong et al., 2018; Nystrom et al., 2017)。

然而,综合相关随机对照试验(randomized controlled trial, RCT)发现,智能手机技术是否为有效干预手段,结

论并不一致。有研究发现,通过智能手机技术,如App或SMS等干预可显著减少儿童青少年静坐行为时间或屏幕时间(Chen et al., 2017; Gutierrez-Martinez et al., 2018),然而也有研究未见显著效果(Armstrong et al., 2018; Nystrom et al., 2017)。作为潜在的干预方式,哪种智能手机技术(App、SMS等)或组合更具改善作用?智能手机技术适用于哪一类儿童青少年群体(学龄前儿童、学龄儿童、青少年)?是否受干预周期与频率的影响?这些问题也是学界、社会和家庭关注的重点。目前,相关系统评价与Meta分析多集中于成年人(Buckingham et al., 2019; Direito et al., 2017; Stephenson et al., 2017),探讨移动手机干预对未成年人屏幕时间改善效果的Meta分析仅纳入青少年人群,且未进行亚组分析探讨不同因素的影响(Shin et al., 2019)。鉴于目前智能手机使用范围出现低龄化趋势,截至2020年6月,中国10岁以下和10~14岁人均手机App数量已分别达到28和44款(中国网信网, 2020),且静坐行为与屏幕时间本身又受到许多因素影响,因此本研究采用Meta分析,探讨智能手机技术对2~18岁儿童青少年静坐行为与屏幕时间的干预效果,并在此基础上采用亚组分析探讨其制约因素。

## 1 研究方法

本研究的实施流程和报告撰写严格遵守PRISMA指南(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)。

### 1.1 检索策略

在PubMed、Web of Science、EBSCO和中国知网数据库进行文献检索,核心关键词包括儿童(child\*)、青少年(adolescent\*)、智能手机(smartphone)、静坐行为(sedentary behavior\*)、屏幕时间(screen time)和随机(random\*)。

通过PubMed MeSH Database和其他搜索引擎找到关键词的近义词,包括4组:1)人群:学龄前(preschool\*)、幼儿园(kindergarten)、小学生(elementary or pupil)、小学(primary school)、中学(middle school or secondary school)、高中(high school)、青少年(youth or teen\*)等;2)干预:手机(cellphone or cellular phone or mobile phone)、移动技术(mobile technology)、移动健康(m-health)、平板电脑(tablet)、加速度计(accelerometer)、活动记录仪(actigraphy or activity tracker)、计步器(pedometer)、移动应用(mobile application or App)、移动健身游戏(mobile exergame or mobile game)、短信(text message\* or short message service or SMS)、社交媒体(social media)等;3)结局:静坐行为(SB)、静坐生活方式(sedentary lifestyle)、静坐时间(sit-

ting time)、屏幕时间(screen time or screentime or ST or screen-viewing)、电脑时间(computer time)、电视时间(television time or TV time)、电子游戏(electronic game\* or video game\*)、躺(lying)、靠(reclin\* or recumben\*)、身体活动(PA)、不活动(inactivity)、锻炼(exercise\*)、运动(sport)、步数(steps)、健康行为(health behavior\*)等;4)研究类型:试验(trial)等。

将以上关键词与近义词在数据库进行自由组合检索,字段限制为标题、摘要和出版类型,检索时间自建库至 2020 年 1 月 16 日,无语言限制。随后进行人工检索,增补检索过程中漏检的文献。

## 1.2 纳入与排除标准

根据 PICOS 原则[participants(受试者)、intervention(干预)、control(对照)、outcome(结局)、study design(研究设计)](Liberati et al., 2009),纳入标准:1)受试者为儿童青少年(2~18岁),包含学龄前儿童(2~5岁)、学龄儿童(6~12岁)和青少年(13~18岁);2)干预措施为基于 App 或 SMS 等智能手机技术;3)根据行为学相关理论,干预周期为 8 周或以上;4)比较为无干预、常规干预;5)结局指标包含静坐行为或屏幕时间;6)实验设计为 RCT 或临床对照试验(controlled clinical trial, CCT)。排除标准:1)文献仅提供基线数据;2)干预措施为无智能手机技术(如单纯电脑互联网等);3)无对照组;4)组间基线数据有显著性差异;5)非英文或非中文撰写全文。

## 1.3 数据提取

2 位研究人员分别对纳入的研究进行数据提取,产生分歧时协商一致或咨询第 3 位研究人员解决。提取的文献信息包括研究特征(年份、国家、作者、研究设计)、受试者特征(年龄、性别、样本量)、干预特征(干预措施、周期、频率)和结局(测量方式、统计指标、结果)。此外,同一篇文章如有多个研究则分开提取数据;若数据缺失,则联系作者获取。

## 1.4 质量评价

根据 Cochrane 偏倚风险评估工具,分为随机分配方法、分配方案隐藏、盲法、结果数据的完整性、选择性报告研究结果和其他偏倚来源 6 个项目。此外,盲法对象包括受试者、实施者、结果测量者;受试者和实施者盲法在此类型研究中难以实现,因此排除该项目评估;结果测量者盲法则基于是否使用客观测量工具来决定。每个项目评估分为低、不清楚、高偏倚风险 3 个等级。每项研究基于 6 个项目的评估进行整体评估,分为低偏倚风险、中度偏倚风险和高偏倚风险 3 个等级,偏倚风险图由 Review Manager 5.3 软件生成。偏倚风险由 2 位研究人员评估,产生分歧将通过协商一致或咨询第 3 位研究人员解决。

## 1.5 统计方法

采用随机效应模型进行 Meta 分析。对于每项研究,净效应大小计算为干预组从基线到干预结束时测量值的差值。研究若报告标准误(standard error of mean, SE)、置信

区间(confidence interval, CI)或四分位(quartile),则转换为标准差(standard deviation, SD)进行分析(Thiessen et al., 2007)。合并效应结局指标分为静坐行为和屏幕时间。由于使用不同的测量仪器,因此采用 95% CI 的标准化平均差(standardized mean differences, SMD)进行合并统计(Vanhees et al., 2005)。根据文献特点,以不同技术类型(App 和 SMS)、是否手机技术单独干预、年龄、周期、频率、测量方式和文献偏倚风险等级等因素为亚组。

采用  $I^2$  统计量和 Cochran's  $Q$  检验纳入研究间的统计学异质性,当  $I^2 < 25\%$ 、 $25\% \leq I^2 \leq 50\%$ 、 $50\% < I^2 < 75\%$  和  $I^2 \geq 75\%$  时,分别被定义为不存在、低、中和高度异质性。采用 Egger 检测纳入研究是否存在发表偏倚;采用敏感性分析检验研究结果的可靠性:每次去除 1 篇文章,检验每一篇文章对合并效应是否存在显著影响。采用 STATA (Version 15.1) 软件完成所有统计,  $P \leq 0.05$  被定义为具有显著性统计学差异。

## 2 结果

各数据库检索相关文献共 3 047 篇,删除重复文献 637 篇。通过阅读标题和摘要排除 2 303 篇,再通过阅读全文排除 93 篇,阅读参考文献等检索出符合纳入标准的文献 1 篇,最后共纳入文献 15 篇(图 1)。

### 2.1 文献特征

所有纳入文献均发表在 2008 年之后,其中 93.8% 发表于 2013 年以后。研究地区分布于 7 个国家,分别为美国(8 篇)、澳大利亚(2 篇)、葡萄牙(2 篇)、新西兰(1 篇)、瑞典(1 篇)和哥伦比亚(1 篇;表 1)。

### 2.2 偏倚风险评价

纳入的 15 篇文献包括 3 篇低风险、10 篇中等风险和 2 篇高风险文献。Dewar 等(2014)在文献中未描述随机方式和是否分配隐藏,但在其另一篇已发表的基线报告文献中提到,所以该项目为低风险。文献测量方式为主观问卷的共 11 篇,所以盲法评估为高风险。此外,有 1 篇文献的对照组使用 SMS 每月发送营养提示,虽然未直接干预静坐行为,但可能会影响最终结果,因此其他风险来源项目评价为高风险(Newton et al., 2014)(图 2、图 3)。

### 2.3 Meta 分析结果

#### 2.3.1 静坐行为合并效应结果

通过对 8 篇(9 项研究)结局指标包含静坐行为的文献数据进行 Meta 分析发现,与对照组相比,智能手机技术对减少静坐行为时间无显著作用( $SMD=0.04$ ; 95% CI:  $-0.06, 0.14$ ;  $P=0.41$ );与干预前相比,智能手机技术干预后静坐行为时间亦无显著变化( $SMD=-0.13$ ; 95% CI:  $-0.35, 0.08$ ;  $P=0.23$ )。异质性结果显示,各研究间不存在异质性( $I^2=0.0\%$ ,  $P=0.46$ )。Egger 检验结果显示,各研究间无明显发表偏倚( $P=0.24$ ;图 4)。

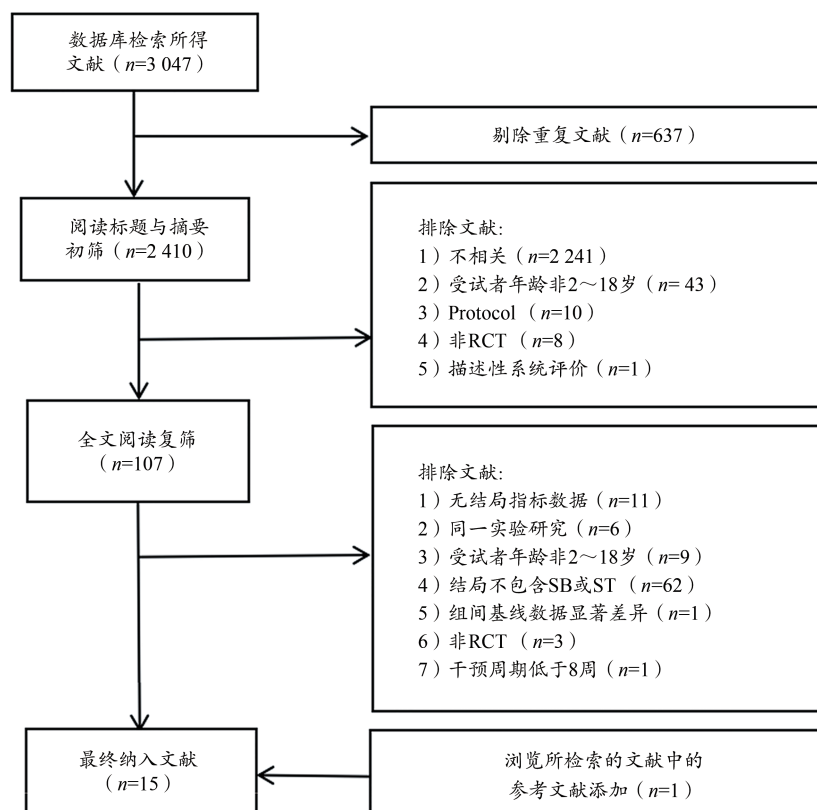


图1 文献筛选流程图

Figure 1. Flow Diagram of Study Selection

### 2.3.2 屏幕时间合并效应结果

通过对9篇结局指标包含屏幕时间的文献数据进行Meta分析发现,与对照组相比,智能手机技术对屏幕时间的减少具有显著作用( $SMD=-0.24$ ; 95% CI:  $-0.35, -0.13$ ;  $P<0.001$ );与干预前相比,智能手机技术干预后屏幕时间亦显著减少( $SMD=-0.26$ ; 95% CI:  $-0.39, -0.14$ ;  $P<0.001$ )。异质性结果显示,各研究间不存在异质性( $I^2=0.0\%$ ,  $P=0.47$ )。Egger结果检验显示,各研究间无明显发表偏倚( $P=0.45$ ;图5)。

### 2.3.3 亚组分析结果

#### 2.3.3.1 静坐行为

亚组分析显示,智能手机技术对各亚组静坐行为时间的减少均无显著作用(表2)。

#### 2.3.3.2 屏幕时间

亚组分析显示,与对照组相比,智能手机技术对SMS技术干预、App技术干预、SMS+其他、年龄>12岁、周期>12个月、频率<3次/周、中等风险偏倚亚组屏幕时间的减少具有显著作用(表3)。

### 2.3.4 敏感性分析结果

为了验证结果的可靠性,通过每次减少一篇纳入研究的方法,检验每篇研究是否对合并效应结果存在显著性影响。本研究显示,任何一篇研究对合并效应结果不存在显著影响。

## 3 分析与讨论

合并效应发现,无论与对照组相比,还是干预前后比较,智能手机技术对静坐行为时间的减少均无显著作用,与Direito等(2017)和Stephenson等(2017)的Meta分析研究结果并不一致,其认为,移动技术、无线技术、计算机干预可使成人静坐行为时间显著减少。究其原因,可能包括以下几个方面。1)受试者不同。Direito等(2017)的研究对象涵盖8.4~71.7岁人群,但大部分受试者为成年人,Stephenson等(2017)的研究仅针对成年人(20~64岁)。因此,受试者的区别可能是导致与本研究结果不一致的原因。2)干预技术不同。Direito等(2017)采用移动健康技术,包括智能手机、掌上电脑等;Stephenson等(2017)采用智能手机、无线技术和计算机等。所以,到底何种干预技术有效?不同技术之间是否相互影响?智能手机技术是否有效?实际上难以辨别。

合并效应发现,基于智能手机技术干预能显著减少儿童青少年屏幕时间。与本研究相似,Shin等(2019)对5篇移动手机干预青少年屏幕时间的文献进行Meta分析发现,屏幕时间显著减少。由此可见,智能手机技术可能是一种潜在的减少儿童青少年屏幕时间的有效方式。

分析纳入的研究发现,静坐行为或屏幕时间的干预措施不尽相同,因此可能造成干预效果不同。以静坐行为为干预目标的研究,虽然大多通过设定时间目标和使

用 SMS/App 进行提醒、反馈等,但大部分研究未针对具体的静坐类型进行干预,且结局指标亦包括身体活动、糖类摄入等,难以针对性干预。此外,儿童青少年静坐行为主要包括屏幕时间、上课、做功课和阅读等。上课、做功课等占据静坐行为的大部分时间且相对固定,减少幅度相

对较小。相反,屏幕时间的干预方式相对具体明确,包括建议家长限制孩子电子产品的使用、每天记录屏幕时间等。此外,屏幕时间一般作为娱乐性的时间,减少的空间相对较大,因此智能手机干预对减少屏幕时间的效果可能更显著。

表 1 文献基本特征  
Table 1 Characteristics of Included Studies

研究文献	国家	总样本 (男/女)	年龄/岁	周期	干预类型	频率	技术描述	对照组	测量方法	结局
Nystrom et al., 2017	瑞典	313(170/143)	4.5±0.1	6个月	App	随时	信息交流与咨询	资料	AG	SB
Chen et al., 2017	美国	40(23/17)	15	6个月	App+SMS+其他	1次/周	监控与反馈+鼓励	自我监控	主观	ST
Mendoza et al., 2017	美国	59(24/35)	16.6±1.5	10周	App+SMS	7次/周	监控与反馈+设定目标与鼓励+信息交流	常规护理	AG	SB
Direito et al., 2015 <sup>#</sup>	新西兰	35(16/19) 34(14/20)	15.67±1.1	8周	App	≥3次/周 ≥3次/周	沉浸式训练游戏 非沉浸式训练游戏	常规活动	AG	SB
Smith et al., 2014	澳大利亚	361(361/0)	12.7±0.5	8个月 <sup>×</sup>	App+其他	随时	监控与反馈	常规课程	主观	ST
Barkin et al., 2018	美国	610(294/316)	4.3±0.9	3年	SMS+其他	—*	行动提示	常规课程	AG	SB
Gutierrez-Martinez et al., 2018	哥伦比亚	120(51/69)	10.50±0.64	10周	SMS+其他	7次/周	鼓励	常规活动	AG	SB
Armstrong et al., 2018	美国	101(39/62)	9.9±2.7	3个月	SMS	7次/周	强化目标+鼓励	常规护理	主观	ST
Silva et al., 2015	葡萄牙	139(66/73)	9.90±0.44	8周	SMS+其他	7次/周	回答健康行为问题	专门教育课程	主观	ST
Fassnacht et al., 2015	葡萄牙	49(23/26)	9.6±0.4	8周	SMS+其他	7次/周	回答健康行为问题	专门教育课程	主观	ST
Newton et al., 2014	美国	27(12/15)	8.7±1.4	12周	SMS+其他	1次/周	鼓励	自我监控	主观	SB
Dewar et al., 2014	澳大利亚	357(0/357)	13.18±0.45	12个月 <sup>×</sup>	SMS+其他	1次/周	鼓励	常规课程	AG	SB
Patrick et al., 2013	美国	101(37/64)	14.3±1.5	12个月	SMS+其他	≥3次/周	目标提示+沟通	常规课程	主观	SB
Haines et al., 2013	美国	111(55/56)	4.1±1.1	6个月	SMS+其他	≥1次/周	鼓励+行动提示	资料	主观	ST
Shapiro et al., 2008	美国	40(14/26)	8.7±2.3	8周	SMS	14次/周	鼓励+监控与反馈	参加会议	主观	ST

注:AG. 加速度传感器;×表示集群随机对照试验;\*表示频繁提示,未明确频率;#表示文献含2项研究。

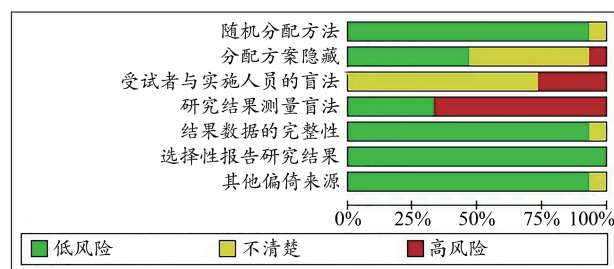


图 2 偏倚风险汇总

Figure 2. Risk of Bias Graph

注:绿色为低风险,黄色为不清楚,红色为高风险,下同。

### 3.1 不同智能手机技术的干预作用

本研究发现,技术类型 SMS 对屏幕时间的减少具有

显著效果。近年来,学者不断探究 SMS 在健康领域的作用,并取得丰硕成果,如减肥、戒烟、抑郁症、身体活动等 (Hall et al., 2015; He et al., 2021; Onur et al., 2016; Rathbone et al., 2017; Uy et al., 2017)。Ludwig 等(2018)通过系统评价探讨 SMS 干预对减少屏幕时间等静坐行为时间的有效性,发现 6 项研究显示 SMS 干预有效,提示,其在改善静坐行为模式方面具有潜在作用。在纳入的文献中, SMS 技术干预的研究大多使用设定目标、行动提示、鼓励支持、监控与反馈等行为改变技术。已有证据表明,基于行为改变技术等理论的静坐行为干预研究,能提高干预的有效性 (Michie et al., 2009)。此外,与传统监控方式相比,儿童青少年似乎更喜欢技术性、量身定制的交互式干预方式 (Badawy et al., 2017)。

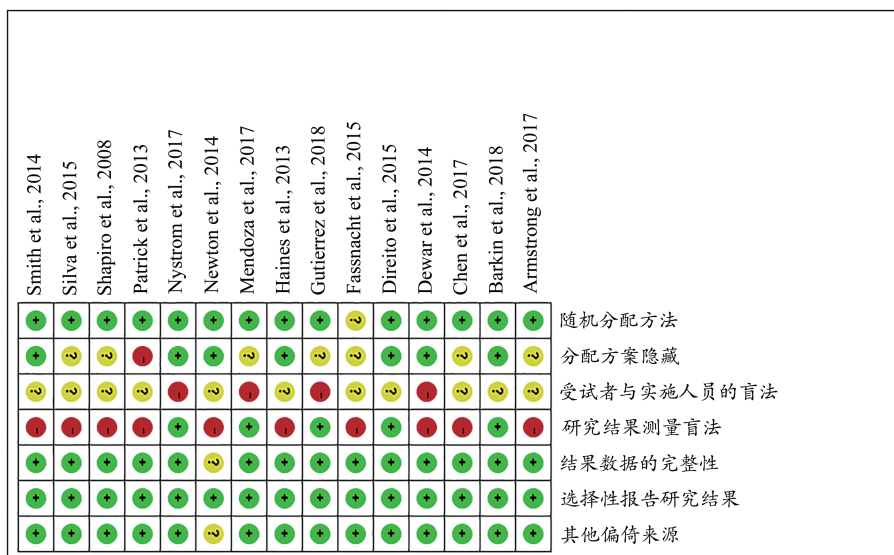


图3 各文献偏倚风险

Figure 3. Risk of Bias of Included Studies

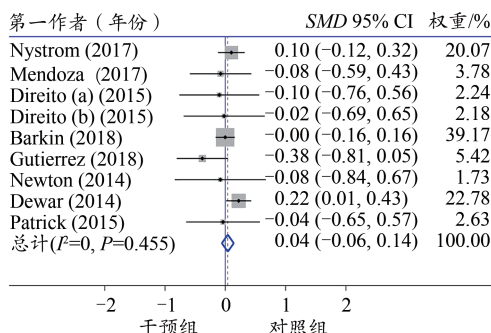


图4 智能手机技术与对照组对儿童青少年静坐行为的影响比较的Meta分析

Figure 4. Meta-Analysis of Effects of Intervention vs Control on Sedentary Behaviour in Children and Adolescence

注: Direito(a)与 Direito(b)为同一篇文章的2个研究。

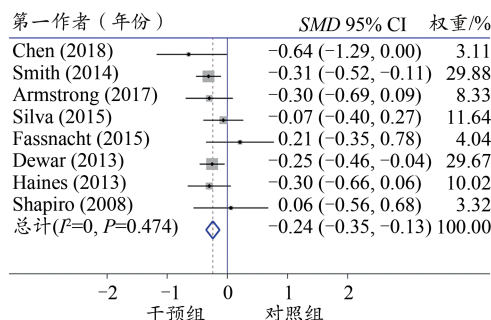


图5 智能手机技术与对照组对儿童青少年屏幕时间的影响比较的Meta分析

Figure 5. Meta-Analysis of Effects of Intervention vs Control on Screen Time in Children and Adolescence

进一步分析表明, SMS干预分为单独SMS与“SMS+其他”2种方式。有研究单独使用SMS进行干预, 根据个人情况制定目标后, 受试者在干预过程将收到鼓励性的

SMS以及实用的建议, 并每天通过SMS询问目标实现情况。此外, 受试者可发送SMS获得反馈, 系统将根据反馈情况以自动反馈或人工反馈2种形式进行回应。然而本研究发现, 单独SMS干预对减少屏幕时间效果并不显著。究其原因, 可能与频繁发送SMS有关。该类型干预仅通过SMS进行沟通, 频繁的信息可能逐渐降低受试者的参与度, 从而影响干预效果。相反, “SMS+其他”干预的效果显著。探讨其原因发现, SMS通常与健康行为教育课程、面对面研讨会、可穿戴设备等相结合。SMS通常在理论学习后的跟踪阶段作提示、监控和鼓励作用, 有效帮助受试者将知识运用到行为转变。此外, SMS内容均根据受试者情况个性化定制, 这些文本内容简短而有针对性, 且富有鼓励性。SMS虽然作为多内容的一部分, 但可接受性高、满意度高, 并且在维持期作用显著, 因此可能SMS与其他干预手段结合效果更好。

技术类型App干预对减少屏幕时间的效果显著, 但仅有2篇文献, 提示, 未来需开展更多App干预的研究以明确其干预效果。在纳入的文献中, App干预按照类型主要有健康App和游戏App2种。研究者通过设计健康App作为信息交流与咨询媒介。前期受试者访问App登记个人情况, 干预过程将收到关于减少静坐行为的信息、建议和改善策略。同时, 鼓励受试者每天在App登记个人静坐行为时间, 并且其随时可以通过App咨询相关专家问题, 在每周末将反馈受试者一周的状况。而游戏App则采用游戏主题的设计, 在游戏中嵌入一个故事, 受试者通过减少静坐行为和增加身体活动完成游戏主题的要求, 从而解锁或获取奖励。

### 3.2 不同年龄段的干预作用

年龄亚组分析显示, 智能手机技术仅对青少年亚组(13~18岁)屏幕时间的减少具有显著干预效果。探讨其

原因,可能与干预内容的适龄性和生理特点有关。与学龄前儿童和学龄儿童不同,青少年处于儿童走向成人的生长发育过渡期,既具备儿童的好奇心,也具有一定的理解和配合能力,有利于干预的实施。因此,对新颖事物的好奇和干预内容一定程度上得到充分实施,可能是产生干预效果的原因。相反,虽然有研究发现父母在支持和

管理学龄前儿童相关健康行为(如静坐行为、屏幕时间)中起重要作用(Loprinzi et al., 2010),但学龄前儿童和学龄儿童的认知和心智尚处于早期发展阶段,不具备青少年的自我监控能力,一定程度上降低干预实施的依从性。因此,干预内容未得到充分实施可能是导致效果不显著的原因。

表 2 智能手机技术组与对照组对儿童青少年静坐行为影响的亚组分析

Table 2 Subgroup Analyses of Effects of Intervention vs Control on Sedentary Behavior in Children and Adolescence

亚组	潜在影响因素	研究数量/项	标准化平均差(95%CI)结果	异质性
所有研究*		9	0.041(-0.058, 0.141), P=0.413	I <sup>2</sup> =0, P=0.455
技术类型#	SMS	5	0.008(-0.158, 0.174), P=0.925	I <sup>2</sup> =31.3%, P=0.201
	App	4	0.052(-0.135, 0.239), P=0.587	I <sup>2</sup> =0, P=0.879
是否单独干预	单独App	3	0.072(-0.129, 0.273), P=0.483	I <sup>2</sup> =0, P=0.823
	SMS+App	1	-0.078(-0.588, 0.433), P=0.765	—
	SMS+其他	5	0.007(-0.186, 0.201), P=0.940	I <sup>2</sup> =43.6%, P=0.131
年龄	<6	2	0.033(-0.096, 0.162), P=0.616	I <sup>2</sup> =0, P=0.462
	6~12	2	-0.309(-0.680, 0.063), P=0.104	I <sup>2</sup> =0, P=0.500
	>12	5	0.131(-0.040, 0.302), P=0.134	I <sup>2</sup> =0, P=0.677
周期	≤12周	5	-0.166(-0.374, 0.043), P=0.120	I <sup>2</sup> =0, P=0.932
	>12周	4	0.082(-0.026, 0.190), P=0.138	I <sup>2</sup> =0, P=0.395
频率+	<3次/周	2	0.199(-0.001, 0.400), P=0.052	I <sup>2</sup> =0, P=0.448
	≥3次/周	5	-0.167(-0.414, 0.079), P=0.183	I <sup>2</sup> =0, P=0.830
测量方式	主观	1	-0.038(-0.650, 0.575), P=0.904	—
	客观	8	0.040(-0.073, 0.152), P=0.488	I <sup>2</sup> =9.3%, P=0.358
文献偏倚风险	低	4	0.027(-0.098, 0.151), P=0.676	I <sup>2</sup> =0, P=0.872
	中	4	-0.031(-0.340, 0.278), P=0.845	I <sup>2</sup> =55.7%, P=0.080
	高	1	0.035(-0.063, 0.132), P=0.831	—

注:\*表示纳入的9篇文献中,有1篇包含2个研究,共计10项研究;#表示纳入文献中,有1篇包含App和SMS 2种技术,均纳入2个亚组,故亚组研究总数多于所有研究数量;+表示纳入的文献中,有2篇未明确具体的干预频率,故未纳入亚组分析。

表 3 智能手机技术组与对照组对儿童青少年屏幕时间影响的亚组分析

Table 3 Subgroup Analyses of Effects of Intervention vs Control on Screen-Time in Children and Adolescence

亚组*	潜在影响因素	研究数量/项	标准化平均差(95%CI)结果	异质性
所有研究		8	-0.241(-0.355, -0.128), P=0.000	I <sup>2</sup> =0, P=0.474
技术类型#	SMS	7	-0.229(-0.361, -0.096), P=0.001	I <sup>2</sup> =1.2, P=0.420
	App	2	-0.344(-0.542, -0.147), P=0.001	I <sup>2</sup> =0, P=0.339
是否单独干预	单独SMS	2	-0.198(-0.531, 0.134), P=0.243	I <sup>2</sup> =0, P=0.339
	SMS+App	1	-0.643(-1.287, 0.000), P=0.050	—
	SMS+其他	4	-0.185(-0.345, -0.025), P=0.024	I <sup>2</sup> =5.6%, P=0.365
	App+其他	1	-0.313(-0.521, -0.106), P=0.003	—
年龄	<6	1	-0.301(-0.659, 0.058), P=0.100	—
	6~12	4	-0.082(-0.299, 0.135), P=0.460	I <sup>2</sup> =0, P=0.489
	>12	3	-0.301(-0.444, -0.158), P=0.000	I <sup>2</sup> =0, P=0.520
周期	≤12周	5	-0.082(-0.299, 0.135), P=0.460	I <sup>2</sup> =0, P=0.489
	>12周	3	-0.301(-0.434, -0.168), P=0.000	I <sup>2</sup> =0, P=0.727
频率+	<3次/周	3	-0.292(-0.466, -0.119), P=0.001	I <sup>2</sup> =0, P=0.526
	≥3次/周	4	-0.082(-0.299, 0.135), P=0.460	I <sup>2</sup> =0, P=0.489
文献偏倚风险	中	7	-0.260(-0.376, -0.144), P=0.000	I <sup>2</sup> =0, P=0.675
	高	1	0.211(-0.354, 0.775), P=0.464	—

注:\*表示测量方式均为主观,故未能作亚组分析;#表示有1篇文献包含App和SMS 2种技术,均纳入2个亚组,故亚组研究总数多于所有研究数量;+表示有1篇文献未明确具体干预频率,故未纳入亚组分析。

### 3.3 不同周期与频率的干预作用

周期亚组分析显示,智能手机技术对长周期亚组(>12周)屏幕时间的减少具有显著干预效果。究其原因,可能与行为习惯改变的时效有关。研究发现,习惯的养成至少需要8周(Johnstone et al., 2018)。短周期亚组屏幕时间的减少未见显著干预效果,可能与受试者未形成习惯及依从性低有关。长周期的干预有利于习惯的养成,提高对干预内容的依从性,随着时间的推移可能更能体现出干预的效果。此外,低频率亚组(<3次/周)的显著效果可能与信息的针对性有关。每周虽然仅进行低频率及其他技术干预,但反馈的内容均基于受试者的情况进行个性化设计,能够针对性地解决干预过程中遇到的问题。相反,过于频繁地进行干预,可能引起受试者耐受性增加,从而导致受试者依从性下降。

### 3.4 局限与不足

1)大部分纳入的文献所属国家经济发展状况较好,因此研究结果不具广泛代表性;2)部分研究招募人群同时包括正常和超重肥胖儿童,因此难以区分不同身体形态受试者干预效果之间的差异。

## 4 结论与展望

### 4.1 结论

基于智能手机技术干预,可有效改善儿童青少年屏幕时间,但对静坐行为时间无明显改善作用。基于SMS技术干预,能有效改善屏幕时间。智能手机技术干预对屏幕时间的改善作用可能更适宜青少年阶段,长周期与低频率的干预更能体现智能手机技术的干预效果。

### 4.2 展望

#### 4.2.1 辩证认识智能手机的干预作用

随着科技的发展,智能手机的使用呈低龄化趋势。一方面,研究者可以利用科技带来的益处开展创新性干预;另一方面,智能手机的使用过程可能伴随大量静坐行为和屏幕时间,一定程度上加剧了静坐行为时间的增多。因此,研究设计既要充分利用好智能手机的便捷性、多功能性,如即时信息提示、实时监控、即时反馈交流等,亦要思考如何限制其使用时间,包括短时有效地传达干预信息、防止儿童青少年使用非干预App外的娱乐功能等。

#### 4.2.2 开展针对静坐行为的随机对照试验

本研究纳入的文献中,干预方案的设计大多基于提高身体活动,而不是减少静坐行为时间,这可能是导致静坐行为时间减少不显著的原因之一,提示,未来可将静坐行为作为主要结局指标进行相关研究。

#### 4.2.3 开展不同人群的研究

1)不同的身体形态。大部分研究招募人群未区分正常与超重儿童,因此尚不明确不同身体形态干预效果是否存在异同。未来需进一步明确不同干预内容对超重、肥

胖和健康儿童的效果,从而制定更有针对性的研究方案。

2)不同性别。本研究纳入的文献中,Smith等(2014)和Dewar等(2014)的研究受试者虽分别为单一性别(全部为男性或全部为女性),但因文献过少无法进行亚组分析。有学者发现,在男、女生静坐行为模式方面,女生多为文化活动类静坐行为,而男生多为视频类(郭强等, 2017)。此外,不同类型静坐行为时间的年龄变化曲线趋势也不一致。因此,未来需要开展针对不同性别的干预研究,以探索适合不同性别特点的干预措施。

3)不同的区域范围。智能手机普及性高、低成本的优势,可以在不同经济地区进行大范围研究。此外,与国外儿童青少年静坐行为时间增加的类型不同,中国儿童静坐行为类型集中于课外作业和家庭辅导等(郭强等, 2017)。因此,学者在干预内容的设计上应充分考虑不同国家地区儿童青少年的静坐行为模式。

### 参考文献:

- 郭强,汪晓赞,蒋健保,2017.我国儿童青少年身体活动与久坐行为模式特征的研究[J].体育科学,37(7):17-29.
- 马生霞,曹振波,2018.久坐行为间断干预对血糖、胰岛素和血脂影响的系统综述与Meta分析[J].中国体育科技,54(4):75-91.
- 张云婷,马生霞,陈畅,等,2017.中国儿童青少年身体活动指南[J].中国循证儿科杂志,12(6):401-409.
- 赵广高,吕文娣,付近梅,等,2020.幼儿体质影响因素的决策树研究[J].体育科学,40(2):32-39.
- 中国网信网,2020. CNNIC发布第46次《中国互联网络发展状况统计报告》[EB/OL]. [2022-10-27]. [http://www.cac.gov.cn/2020-09/29/c\\_1602939918747816.htm](http://www.cac.gov.cn/2020-09/29/c_1602939918747816.htm).
- ALFES J, BUCKSCH J, AUE K, et al., 2016. Reduce sedentary behaviour among children: A systematic review [J]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 59(11): 1443-1451.
- ALTENBURG T M, KIST-VAN H J, CHINAPAW M J, 2016. Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: A systematic review of the literature [J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 13: 65.
- ANDERSEN E, BORCH-JENSEN J, OVREAS S, et al., 2017. Objectively measured physical activity level and sedentary behavior in Norwegian children during a week in preschool [J]. Prev Med Rep, 7: 130-135.
- ARMSTRONG S, MENDELSON A, BENNETT G, et al., 2018. Texting motivational interviewing: A randomized controlled trial of motivational interviewing text messages designed to augment childhood obesity treatment [J]. Child Obes, 14(1): 4-10.
- BADAWY S M, KUHNS L M, 2017. Texting and mobile phone App interventions for improving adherence to preventive behavior in adolescents: A systematic review [J]. JMIR mHealth uHealth, 5(4): e50.
- BARKIN S L, HEERMAN W J, SOMMER E C, et al., 2018. Effect of a behavioral intervention for underserved preschool-age children on change in body mass index: A randomized clinical trial [J]. JAMA, 320(5): 450-460.
- BIDDLE S J, GORELY T, MARSHALL S J, 2009. Is television



- viewing a suitable marker of sedentary behavior in young people?[J]. *Ann Behav Med*, 38(2): 147-153.
- BUCKINGHAM S A, WILLIAMS A J, MORRISSEY K, et al., 2019. Mobile health interventions to promote physical activity and reduce sedentary behaviour in the workplace: A systematic review[J]. *Digit Health*, doi: 10.1177/2055207619839883.
- CASSAR S, SALMON J, TIMPERIO A, et al., 2019. Adoption, implementation and sustainability of school-based physical activity and sedentary behaviour interventions in real-world settings: A systematic review[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 16(1): 120.
- CHEN J, GUEDES C M, COOPER B A, et al., 2017. Short-term efficacy of an innovative mobile phone technology-based intervention for weight management for overweight and obese adolescents: Pilot study[J]. *Interact J Med Res*, 6(2): e12.
- CHEN P, 2017. Physical activity, physical fitness, and body mass index in the Chinese child and adolescent populations: An update from the 2016 physical activity and fitness in China-the youth study[J]. *J Sport Health Sci*, 6(4): 381-383.
- DEWAR D L, MORGAN P J, PLOTNIKOFF R C, et al., 2014. Exploring changes in physical activity, sedentary behaviors and hypothesized mediators in the NEAT girls group randomized controlled trial[J]. *J Sci Med Sport*, 17(1): 39-46.
- DIREITO A, JIANG Y, WHITTAKER R, et al., 2015. Apps for improving fitness and increasing physical activity among young people: The AIMFIT pragmatic randomized controlled trial[J]. *J Med Int Res*, 17(8): e210.
- DIREITO A, CARRACA E, RAWSTORN J, et al., 2017. mHealth technologies to influence physical activity and sedentary behaviors: Behavior change techniques, systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Ann Behav Med*, 51(2): 226-239.
- FASSNACHT D B, ALI K, SILVA C, et al., 2015. Use of text messaging services to promote health behaviors in children[J]. *J Nutr Educ Behav*, 47(1): 75-80.
- FINKELSTEIN J, BEDRA M, LI X, et al., 2015. Mobile App to reduce inactivity in sedentary overweight women [J]. *Stud Health Technol Inform*, 216: 89-92.
- GUTIERREZ-MARTINEZ L, MARTINEZ R G, GONZALEZ S A, et al., 2018. Effects of a strategy for the promotion of physical activity in students from Bogota[J]. *Rev Saude Publica*, 52: 79.
- HAINES J, MCDONALD J, O'BRIEN A, et al., 2013. Healthy Habits, Happy Homes: Randomized trial to improve household routines for obesity prevention among preschool-aged children[J]. *JAMA Pediatr*, 167(11): 1072-1079.
- HALL A K, COLE-LEWIS H, BERNHARDT J M, 2015. Mobile text messaging for health: A systematic review of reviews[J]. *Annu Rev Public Health*, 36: 393-415.
- HE Z H, WU H, YU F Y, et al., 2021. Effects of smartphone-based interventions on physical activity in children and adolescents: Systematic review and Meta-analysis[J]. *JMIR mHealth uHealth*, 9(2): e22601.
- JOHNSTONE A, HUGHES A R, MARTIN A, et al., 2018. Utilising active play interventions to promote physical activity and improve fundamental movement skills in children: A systematic review and Meta-analysis[J]. *BMC Public Health*, 18(1): 789.
- KATZMARZYK P T, POWELL K E, JAKICIC J M, et al., 2019. Sedentary behavior and health: Update from the 2018 Physical Activity Guidelines Advisory Committee[J]. *Med Sci Sports Exer*, 51(6): 1227-1241.
- LIBERATI A, ALTMAN D G, TETZLAFF J, et al., 2009. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: Explanation and elaboration[J]. *BMJ*, doi: 10.1136/bmj.b2700.
- LOPRINZI P D, TROST S G, 2010. Parental influences on physical activity behavior in preschool children[J]. *Prev Med*, 50(3): 129-133.
- LUDWIG K, ARTHUR R, SCULTHORPE N, et al., 2018. Text messaging interventions for improvement in physical activity and sedentary behavior in youth: Systematic review [J]. *JMIR mHealth uHealth*, 6(9): e10799.
- MCCABE C, MCCANN M, BRADY A M, 2017. Computer and mobile technology interventions for self-management in chronic obstructive pulmonary disease[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 5: D11425.
- MCKAY F H, CHENG C, WRIGHT A, et al., 2018. Evaluating mobile phone applications for health behaviour change: A systematic review[J]. *J Telemed Telecare*, 24(1): 22-30.
- MCMICHAN L, GIBSON A M, ROWE D A, 2018. Classroom-based physical activity and sedentary behavior interventions in adolescents: A systematic review and Meta-analysis [J]. *J Phys Act Health*, 15(5): 383-393.
- MENDOZA J A, BAKER K S, MORENO M A, et al., 2017. A Fitbit and Facebook mHealth intervention for promoting physical activity among adolescent and young adult childhood cancer survivors: A pilot study[J]. *Pediatr Blood Cancer*, doi: 10.1002/pbc.26660.
- MICHIE S, ABRAHAM C, WHITTINGON C, et al., 2009. Effective techniques in healthy eating and physical activity interventions: A meta-regression[J]. *Health Psychol*, 28(6):690-701.
- NEWTON R J, MARKER A M, ALLEN H R, et al., 2014. Parent-targeted mobile phone intervention to increase physical activity in sedentary children: Randomized pilot trial [J]. *JMIR Mhealth Uhealth*, 2(4): e48.
- NYSTROM C D, SANDIN S, HENRIKSSON P, et al., 2017. Mobile-based intervention intended to stop obesity in preschool-aged children: The MINISTOP randomized controlled trial [J]. *Am J Clin Nutr*, 105(6): 1327-1335.
- O'BRIEN K T, VANDERLOO L M, BRUIJNS B A, et al., 2018. Physical activity and sedentary time among preschoolers in centre-based childcare: A systematic review [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 15(1): 117.
- OKELY A D, GHERSI D, HESKETH K D, et al., 2017. A collaborative approach to adopting/adapting guidelines — The Australian 24-Hour Movement Guidelines for the early years (Birth to 5 years): An integration of physical activity, sedentary behavior, and sleep[J]. *BMC Public Health*, 17(Suppl 5): 869.
- ONUR S T, UYSAL M A, ILIAZ S, et al., 2016. Does short message service increase adherence to smoking cessation clinic appointments and quitting smoking?[J]. *Balkan Med J*, 33(5): 525-531.
- PATRICK K, NORMAN G J, DAVILA E P, et al., 2013. Outcomes of a 12-month technology-based intervention to promote weight loss in adolescents at risk for type 2 diabetes[J]. *J Diabetes Sci Technol*,

- 7(3): 759-770.
- PIERCY K L, TROIANO R P, BALLARD R M, et al., 2018. The physical activity guidelines for Americans [J]. *JAMA*, 320(19): 2020-2028.
- RATHBONE A L, PRESCOTT J, 2017. The use of mobile Apps and SMS messaging as physical and mental health interventions: Systematic review [J]. *J Med Int Res*, 19(8): e295.
- ROBERTS K C, YAO X, CARSON V, et al., 2017. Meeting the Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth [J]. *Health Rep*, 28(10): 3-7.
- SAME R V, FELDMAN D I, SHAH N, et al., 2016. Relationship between sedentary behavior and cardiovascular risk [J]. *Curr Cardiol Rep*, 18(1): 6.
- SHAPIRO J R, BAUER S, HAMER R M, et al., 2008. Use of text messaging for monitoring sugar-sweetened beverages, physical activity, and screen time in children: A pilot study [J]. *J Nutr Educ Behav*, 40(6): 385-391.
- SHIN Y, KIM S K, LEE M, 2019. Mobile phone interventions to improve adolescents' physical health: A systematic review and meta-analysis [J]. *Public Health Nur*, 36(6): 787-799.
- SILVA C, FASSNACHT D B, ALI K, et al., 2015. Promoting health behaviour in Portuguese children via short message service: The efficacy of a text-messaging programme [J]. *J Health Psychol*, 20(6): 806-815.
- SMITH J J, MORGAN P J, PLOTNIKOFF R C, et al., 2014. Smartphone obesity prevention trial for adolescent boys in low-income communities: The ATLAS RCT [J]. *Pediatrics*, 134(3): E723-E731.
- STEPHENSON A, MCDONOUGH S M, MURPHY M H, et al., 2017. Using computer, mobile and wearable technology enhanced interventions to reduce sedentary behaviour: A systematic review and Meta-analysis [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 14(1): 105.
- THIESSEN P H, BARROWMAN N, GARG A X, 2007. Imputing variance estimates do not alter the conclusions of a Meta-analysis with continuous outcomes: A case study of changes in renal function after living kidney donation [J]. *J Clin Epidemiol*, 60(3): 228-240.
- THOMSEN T, AADAHL M, BEYER N, et al., 2017. The efficacy of motivational counselling and SMS reminders on daily sitting time in patients with rheumatoid arthritis: A randomised controlled trial [J]. *Ann Rheum Dis*, 76(9): 1603-1606.
- TREMBLAY M S, AUBERT S, BARNES J D, et al., 2017. Sedentary behavior research network (SBRN): Terminology consensus project process and outcome [J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 14(1): 75.
- TREMBLAY M S, CARSON V, CHAPUT J P, et al., 2016. Canadian 24-hour movement guidelines for children and youth: An integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep [J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 41(6 Suppl 3): S311-S327.
- UY C, LOPEZ J, TRINH-SHEVRIN C, et al., 2017. Text messaging interventions on cancer screening rates: A systematic review [J]. *J Medl Int Res*, 19(8): e296.
- VANHEES L, LEFEVRE J, PHILIPPAERTS R, et al., 2005. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? [J]. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil*, 12(2): 102-114.
- WANG Y, XUE H, HUANG Y, et al., 2017. A systematic review of application and effectiveness of mhealth interventions for obesity and diabetes treatment and self-management [J]. *Adv Nutr*, 8(3): 449-462.

(收稿日期:2020-01-05; 修订日期:2022-11-03; 编辑:尹航)

(上接第90页)

- LOPES V P, RODRIGUES L P, MAIA J A, et al., 2011. Motor coordination as predictor of physical activity in childhood [J]. *Scand J Med Sci Sport*, (21):663-669.
- MACCALLUM R C, BROWNE M W, SUGAWARA H M, 1996. Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling [J]. *Psychol Methods*, 1(2): 130-149.
- SCHMIDT L, WESTCOTT S, CROWE T, 1993. Interrater reliability of the gross motor scale of the Peabody Developmental Motor Scales with 4-and 5-year-old children [J]. *Pediatr Phys Ther*, 5(4): 169-175.
- TABATABAINIA M, ZIVIANI J, MAAS F, 1995. Construct validity of the Bruininks-Oseretsky test of motor proficiency and the Peabody Developmental Motor Scales [J]. *Aust Occup Ther J*, 42:3-13.
- THOMPSON B, 2004. Exploratory and Confirmatory Factor Analysis: Understanding Concepts and Applications [M]. Washington, DC: American Psychological Association: 134.
- ULRICH D A, 2000. Test of Gross Motor Development [M]. 2nd ed. Austin: TX: Pro-Ed:5.
- ULRICH D A, 2013. The test of gross motor development-3 (TGMD-3): Administration, scoring, and international norms [J]. *Spor Bilimleri Dergisi*, 24(2):27-33.
- ULRICH, D A, 1985. Test of Gross Motor Development (TGMD) [M]. Austin, Texas: PRO-ED, Incorporated:4.
- VALENTINI N C, 2012. Validity and reliability of the TGMD-2 for Brazilian children [J]. *J Mot Behav*, 44(4):275-280.
- VALENTINI N C, ZANELLA L W, WEBSTER E K, 2017. Test of gross motor development-third edition: Establishing content and construct validity for Brazilian children [J]. *J Motor Learn Dev*, 5(1):15-28.
- VILLAPLANA J, 2016. Developing balance in 10 & under tennis players [J]. *ITF Coach Sport Sci Rev*, 69(24):16-18.
- VOLKMAR F R, 2013. Encyclopedia of autism spectrum disorders [J]. *Reference Rev*, 22(6): I-II.
- WAELEVELDE H V, PEERSMAN W, LENOIR M, et al., 2007. Convergent validity between two motor tests: Movement-ABC and PDMS-2 [J]. *Adapted Phys Act Q*, 24(1):59-69.
- WEBSTER E K, ULRICH D A, 2017. Evaluation of the psychometric properties of the test of gross motor development-3rd edition [J]. *J Motor Learn Dev*, 5(1):45-58.
- СУЛЕЙМЕНОВ И И, 1986. Основы воспитания координационных способностей [R]. Омск:ОГИФК.

(收稿日期:2020-04-02; 修订日期:2022-11-22; 编辑:尹航)