



运动健身类App能促进体育锻炼吗? ——来自元分析的证据

Can Sports and Fitness Apps Promote Physical Exercise? —A Systematic Review and Meta-Analysis

娄虎,刘萍*
LOU Hu, LIU Ping*

摘要:目的:检验运动健身类App在体育锻炼促进中的效应,以及各App特征的亚组效应。方法:运用Review Manager软件进行元分析统计,通过Cochrane体系评估发表偏倚,计算效应值和标准均数差等来反映效应指标的大小。结果:提取和计算了18项研究中的3516名被试数据,运动健身类App影响体育锻炼行为的合并效应量 $Z=3.22$, $SMD=0.46$ 。进一步的亚组元分析显示,行为改变理论、设计策略、结果形式、使用时间和年龄等都能对体育锻炼产生影响。结论:手机App对体育锻炼行为的促进是一个显著的中等效应,App以行为改变理论为基础,整合多种策略进行研发,以步数或体育锻炼时间进行结果表达,会对使用时间在3个月以上的未成年人有更佳的效果。

关键词:体育锻炼;手机App;元分析;健康中国

Abstract: Objective: This meta-analysis aimed to determine the effectiveness of sports and fitness apps for increasing physical activity, as well as the sub group effectiveness of the apps' characteristics. Methods: Using Review Manager software. Publication bias was assessed by using the recommendation of Cochrane system. Effective size and standard mean difference were calculated to reflect the influence. Results: 3516 individuals participated in 18 unique studies were extracted and synthesized. In general, the test for overall effect of mobile apps on physical exercise behavior was $Z=3.22$, $SMD=0.46$. Further subgroup meta-analysis showed that behavioral change theory, behavior change technique, result display, intervention period and age had significant effects on physical exercise. Conclusions: Mobile apps have a significant moderate effect on physical exercise behavior. The apps are based on behavior changing theory, and developed by integrating multiple strategies. Expressing the results with steps or exercise time, the apps will increase physical exercise more effectively in juveniles who have used them for more than 3 months.

Keywords: physical exercise; smartphone app; meta-analysis; Healthy China

中图分类号:G80-05 **文献标识码:**A

基金项目:
教育部人文社会科学研究青年基金项目(17YJC890019)

第一作者简介:
娄虎(1980-),男,教授,博士,主要研究方向为运动心理学, E-mail: 15692068@qq.com。

***通信作者简介:**
刘萍(1981-),女,讲师,硕士,主要研究方向为体育锻炼与身心健康, E-mail: 49067158@qq.com。

作者单位:
南通大学,江苏南通 226019
Nantong University, Nantong 226019, China.

体育锻炼有益身心健康,在众多疾病的预防和治疗中发挥作用,而体育锻炼不足则更有可能患癌症、心血管疾病、糖尿病、心理疾患等,甚至死亡的风险更高(娄虎等, 2018; Floegel et al., 2016; Penedo et al., 2005)。虽然体育锻炼的重要意义已被广泛接纳,但调查显示,2016年全球约有14亿人缺乏体育锻炼(Guthold et al., 2018)。2021年,国务院印发《全民健身计划(2021—2025年)》,明确到2025年经常参加体育锻炼人数比例达到38.5%。因此,如何推动大众积极参与体育锻炼,已成为当前体育科研的重要课题之一。

参与体育锻炼是一种复杂的社会行为,受多种因素影响,可能包括社会背景、自我

认知、身体能力等方面(邵义峰等,2015)。虽然传统意义上的教育教学、宣传广告、面对面交流等在促进体育锻炼参与中一直在发挥着积极作用,但在国民体育锻炼参与度仍不够高的当下,亟待寻求新的有效促进手段。基于互联网的干预设计,可将简单、静态的文本、图像或视频信息呈现为交互式、系统式、智能式的程序。随着互联网的普及,众多基于互联网的体育锻炼干预研究应运而生(Richards et al., 2013)。Davies等(2012)进行了互联网干预程序对体育锻炼参与影响的综述,34项研究的元分析结果表明,基于互联网的程序能够促进体育锻炼参与($d=0.14$),对久坐少动的个体效果更佳($d=0.37$)。Webb等(2010)关于互联网程序影响体育锻炼参与的元分析表明,以行为改变理论为基础设计的干预手段效果更好,使用更多的个性化交互信息影响更大。

互联网干预体育锻炼的研究已认识到,体育锻炼促进手段要取得实效,需满足两个条件:1)基于行为改变理论(Mohr et al., 2014);2)新颖和创新的技术(Alley, 2016)。使用手机App进行体育锻炼的干预,实际上是基于互联网程序干预研究的逻辑延伸。除普及范围广,手机App还具有利于干预的其他优势,如携带方便、随时可连接互联网、实时人机交互、活跃的社交平台、通过传感器可进行GPS定位或测量加速度等。行为科学家已经认识到手机App对多种健康行为干预的潜力,如对糖尿病的管理(Liang et al., 2015)和戒烟行为的控制(Whittaker et al., 2009)。近年,随着智能手机、可穿戴设备的发展,以体育锻炼、健身休闲等为主题的App广泛使用,干预效应的研究也陆续出现(王子朴等,2014)。Glynn等(2014)采用Smart Move手机应用进行体育锻炼的干预,8周后实验组用户增加了步数,没有应用程序的对照组未增加。但Conroy等(2014)对167个运动健身类App分析却发现,多数App都未能具有良好的体育锻炼促进能力。因此,在已有研究结论不一致的情况下,有必要进行更高阶的证据整理。

运动健身类App对体育锻炼行为的促进也是国内学者关注的热点,已有的研究主要采用调查问卷法,结果显示,受访者普遍认识到手机App的重要作用(刘传海等,2015;张帆等,2017),这对国内进一步推广和研发促进大众健康生活的手机App具有重要意义。但该研究方法依然无法回答国外实验研究结果不一致的矛盾,还需要进一步深入探讨。从研究方法上,元分析是循证医学流行的范式,是在某一主题的研究成果需要进行更高阶总结时普遍采用的手段。基于此,本研究目的在于元分析已有研究中出现的运动健身类App对体育锻炼影响的效应,以期获得此类手机App是否能够促进体育参与,具有何种特征的手机App效应更好等方面的答案。

1 研究方法

1.1 文献检索与筛选

搜索的数据库包括中国知网、EBSCO、MEDLINE、Cochrane Database,同时,使用百度学术、Google Scholar搜索引擎进行补充,搜索时间为2019年4月20日—30日。由于手机App是智能手机出现后的新生事物,因此未设置文章的起始时间。搜索的中文主题词:第1组为体育、运动、锻炼、身体活动、体力活动、健身,第2组为app、移动应用、智能手机、移动电话、移动设备;英文主题词:第1组为physical activity OR physical exercise OR fitness OR sport,第2组为app OR smartphone OR mobile phone OR cell phone OR mobile device。两组主题词中每次各使用1种进行两两组合。此外,还对其他机构发布的内容中是否存在符合要求的文献进行搜索作为补充,并搜索了已有文献中包含的参考文献,最后增加了综述性研究中出现的文献。

由两名研究人员分别进行搜索工作,单独依照标题、摘要、全文的分析流程筛选文献。当两人结果不一致时,参考近期同类元分析所采用的方法(娄虎等,2018),两人共同商讨结果中不一致的部分,直到达成一致。筛选的采纳标准:干预手段是手机App,采用实验组和对照组的设计,干预结果为体育锻炼。

根据系统综述数据库推荐的风险评价指南(Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions)进行打分,包括选择性偏倚、实施偏倚、测量偏倚、随访偏倚、报告偏倚、其他偏倚等(Higgins et al., 2008)。基于指南推荐,超过3个标准即认定为高度偏倚风险。由两名研究者独自进行打分,如得分不一致,双方协商完成。

1.2 数据计算方法

采用Review Manager 5录入数据并进行元分析,计算效果值(Effect Size, ES)和标准均数差(Standard Mean Difference, SMD)等来反映效应指标的大小。根据 I^2 的具体数值来决定采用随机效应模型或固定效应模型进行元分析计算。 I^2 值的范围从0~100%,越接近0代表越同质,当 $I^2 > 40\%$ 假设效果量是正态分布。

2 研究结果

2.1 文献特征

数据库进行的主题词搜索共获得17 371篇文献,采用EndNote X7软件进行文献管理,去掉重复的文献后剩余7 648篇。通过题目和摘要的筛选,排除了不符合要求的文献7 521篇,保留127篇文献进行全文分析。此外,由于不是随机对照设计等方法问题($n=39$);未提供实验组或对照组结果的平均值和标准差等,而导致数据不足无法计算效果量($n=38$);干预方式中没有手机App($n=31$)及未报道体育锻炼形式等的内容不足($n=1$)而排除文献109篇(图1)。对剩余的18篇文献进行质量评估,未有文献因为质量评估而排除(表1)。

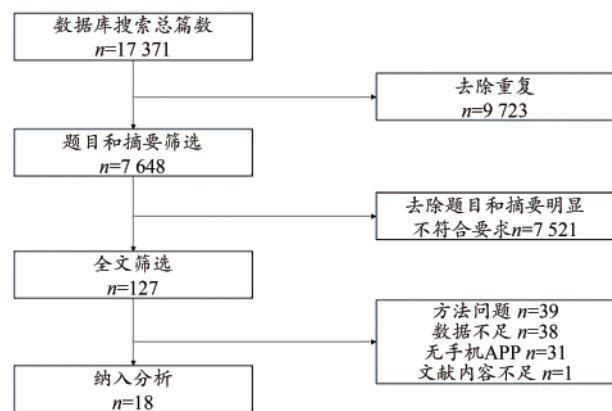


图1 元分析文献选择流程图

Figure 1. Flowchart of the Selection of Studies in the Meta-Analysis

表1 纳入文献的偏倚风险分析

Table 1 Bias Risks of Included Studies

作者	随机 序列	分配 隐藏	过程 施盲	结果 施盲	数据 完整	选择 结果	其他 偏倚
Allman-Farinell等(2016)	低	低	低	低	低	N/A	无
Choi等(2016)	低	低	高	高	N/A	N/A	无
Cowdery等(2015)	低	低	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Direito等(2015)	低	低	高	N/A	低	N/A	无
Garciaorti等(2018)	低	低	高	N/A	N/A	N/A	无
Glynn等(2014)	低	低	N/A	N/A	低	N/A	无
Harries等(2016)	低	低	低	N/A	N/A	N/A	无
Hebden等(2014)	低	低	低	N/A	N/A	N/A	无
Kirwan等(2012)	N/A	低	N/A	低	N/A	N/A	无
Lubans等(2016)	低	低	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Maher等(2015)	低	低	高	低	低	N/A	无
Ormel等(2018)	低	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Partridge等(2015)	低	低	N/A	低	N/A	N/A	无
Paul等(2016)	高	高	N/A	高	低	N/A	无
Smith等(2014)	低	低	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Van Derongelen等(2014)	低	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Vorrink等(2016)	低	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	无
Wang等(2015)	低	低	N/A	N/A	低	N/A	无

注：“低”表示低风险，“高”表示高风险，“N/A”表示风险未知。

对18项研究中包含的3 516名被试数据进行元分析计算,其中10项研究介绍了理论基础,8项研究未提及理论基础;App设计的策略从0~5项;体育锻炼的结果以步数、体育锻炼时间和代谢当量(metabolic equivalent, MET)等形式表示;App实验时间从1.5~18个月;由于各研究年龄范围跨度较大,但没有任何一项研究的跨度从低于17至高于18,因此采用WHO的年龄阶段划分更便于统计,即0~17岁、18~65岁两个年龄阶段(表2)。

2.2 手机App影响体育锻炼行为的元分析

18项研究中的1 717名实验组被试和1 799名对照组被试数据对比显示,与对照组相比,采用App干预的被试能够有效促进体育锻炼行为,总体上为一个显著的中等

程度效应($SMD=0.46$; 95% CI: 0.18, 0.74, $P<0.000 01$), 研究结果存在高度异质性($I^2=93%$, $Chi^2=245.48$, $df=17$), 因此采用随机效应模型进行计算。 SMD 的致信区间落在无效线的右侧,表明采用App的实验组被试有更多的体育运动。因此,App能有效促进个体进行体育运动,能够提高0.46倍的标准差(图2)。

2.2.1 App干预的行为改变理论

根据研究需要进行亚组元分析。18项研究中介绍了行为改变理论的为10项,其中,自我决定理论出现4次,社会认知理论和跨理论模型各出现3次,计划行为理论、乐趣理论和分类行为改变模型各出现1次。有理论基础的App干预效果明显高于没有理论基础的App, SMD 值接近大效应值($SMD=0.70$; 95% CI: 0.23, 1.17, $P<0.000 01$),没有理论基础的App干预为小效应($SMD=0.13$; 95% CI: 0.04, 0.22, $P=0.005$;图3)。

2.2.2 App设计的行为改变策略

18项研究中共出现App设计策略10种,包括运动监控、提供教育信息、社会支持、推送鼓励信息、表现反馈、游戏化设计、沉浸式设计、简洁友好的界面、有实验验证、目标设置等(表3)。只有1项App干预研究未考虑或者未介绍设计策略,其他研究各有1~5条设计策略。5项App设计策略的干预研究有最大的效应值($SMD=0.95$; 95% CI: -0.26, 2.16, $P<0.000 01$),4项App设计策略的效应也较大($SMD=0.90$; 95% CI: 0.23, 1.57, $P<0.000 01$),但4项以下的效应值普遍偏低(图4)。

2.2.3 App干预结果的表达形式

App干预的体育运动形式,可概括为步数、代谢当量(MET)和体育锻炼时间3种,其中,步数($SMD=0.50$; 95% CI: 0.07, 0.92, $P<0.000 01$)和体育锻炼时间($SMD=0.51$; 95% CI: -0.04, 1.05, $P<0.000 01$)的干预效果较好, SMD 值为显著的中等效应,MET的干预为小效应($SMD=0.16$; 95% CI: -0.08, 0.41, $P=0.18$;图5)。

2.2.4 App干预使用时间

18项研究中被试使用App干预的时间为1.5~18.0个月,将其划分为3个月以下、3~6个月、6个月以上3个周期。结果显示,3~6个月($SMD=0.51$; 95% CI: -0.03, 1.05, $P<0.000 01$)和6个月以上($SMD=0.47$; 95% CI: -0.03, 0.98, $P<0.000 01$)的App使用效果较好, SMD 值达到显著的中等效应,3个月以下的干预效应较小,达不到显著性($SMD=0.31$; 95% CI: 0.09, 0.53, $P=0.58$;图6)。

2.2.5 被试年龄

18项研究的平均年龄从12~63岁,参照WHO的年龄划分标准0~17岁为第1阶段,18~65岁为第2阶段。结果显示,App对未成年人的干预效应更好, SMD 值达到大效应($SMD=0.96$; 95% CI: 0.16, 1.76, $P<0.000 01$),18~65岁年龄段的干预效应接近中等效应($SMD=0.34$; 95% CI: 0.18, 0.74, $P<0.000 01$;图7)。

表2 手机App对体育锻炼行为影响的研究概况
Table 2 Included Studies Summary of Mobile Apps Influencing Physical Exercise

作者	被试/岁	App	行为改变理论	设计策略	时长/月	结果形式	结果(M±SD)
Allman-Farinell等(2016)	18~65	TXT2BFIT	跨理论模型	3	9	MET	实验组2 492±1 918 控制组2 444±2 115
Choi等(2016)	18~65	FITBIT	社会认知理论	3	3	步数	实验组1 096.2±1 898.1 控制组258.7±1 603.7
Cowdery等(2015)	18~65	5 APPS	自我决定理论	4	3	MET	实验组454±210 对照组330±149
Direito等(2015)	0~17	ZOMBIES RUN	未知	4	2	锻炼时间	实验组23.34±14.04 对照组30.54±17.99
Garciaorti等(2018)	18~65	EVEIDENT	未知	1	12	步数	实验组8 752±3 931 对照组8 367±3 847
Glynn等(2014)	18~65	SMART MOVE	未知	2	2	步数	实验组5 855±4 264 控制组4 859±3 474
Harries等(2016)	18~65	BACTIVE	未知	1	1.5	步数	实验组2 811±3 474 控制组2 080±2 842
Hebden等(2014)	18~65	未知	跨理论模型	2	4	锻炼时间	实验组42.6±25.8 对照组38.6±16.1
Kirwan等(2012)	18~65	ISTEPLUG	自我决定理论	5	3	步数	实验组11 140.22±4 121.33 对照组6 274.73±2 106.11
Lubans等(2016)	0~17	ATLAS	自我决定理论 社会认知理论	4	18	锻炼时间	实验组8.5±0.5 对照组7.7±0.4
Maher等(2015)	18~65	ACTIVE TEAM	计划行为理论 乐趣理论	5	5	锻炼时间	实验组376±377 控制组335±342
Ormel等(2018)	0~17	RUNKEEPER	未知	0	3	锻炼时间	实验组2 843±2 565 对照组2 490±1 405
Partridge等(2015)	18~65	TXT2BFIT	跨理论模型	3	3	MET	实验组2 192.4±2 133.1 控制组1 892.7±1 539.3
Paul等(2016)	18~65	STARFISH	分类行为改变	5	1.5	步数	实验组5 791±2 952 控制组2 947±2 399
Smith等(2014)	0~17	ATLAS	自我决定理论 社会认知理论	4	8	锻炼时间	实验组8.30±0.63 对照组7.80±0.54
Van Derongelen等(2014)	18~65	MORE ENERGY	未知	1	6	锻炼时间	实验组3.74±1.83 对照组3.42±2.00
Vorriink等(2016)	18~65	未知	未知	3	12	步数	实验组4 819±2 526 对照组4 950±2 634
Wang等(2015)	18~65	FITBIT ONE	未知	1	1.5	步数	实验组6 909±415 对照组6 732±401

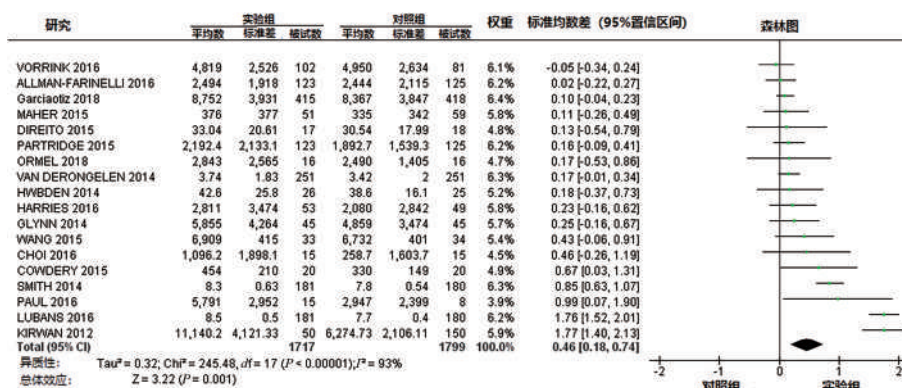


图2 手机App影响体育锻炼的元分析

Figure 2. Meta-Analysis of Mobile Apps Increasing Physical Exercise

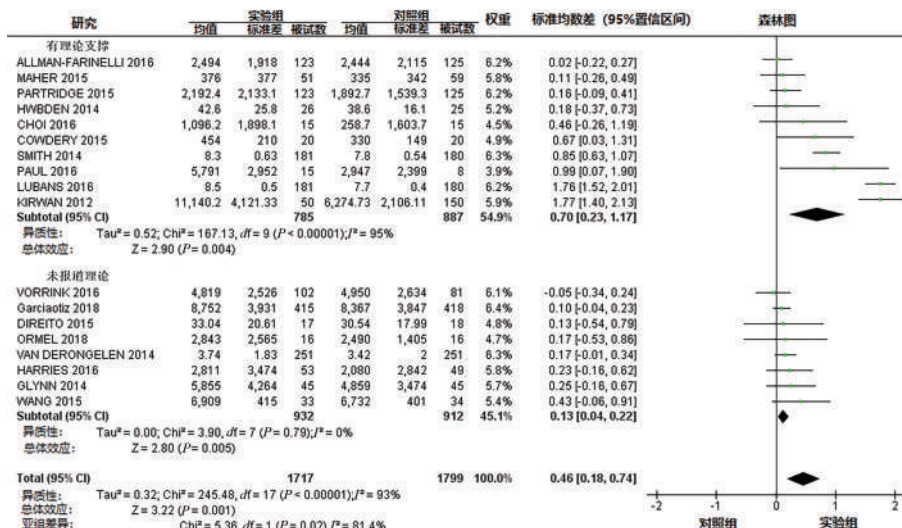


图3 行为改变理论影响体育锻炼的亚组分析

Figure 3. Subgroup-Analysis of Behavioral Change Theory Influencing Physical Exercise

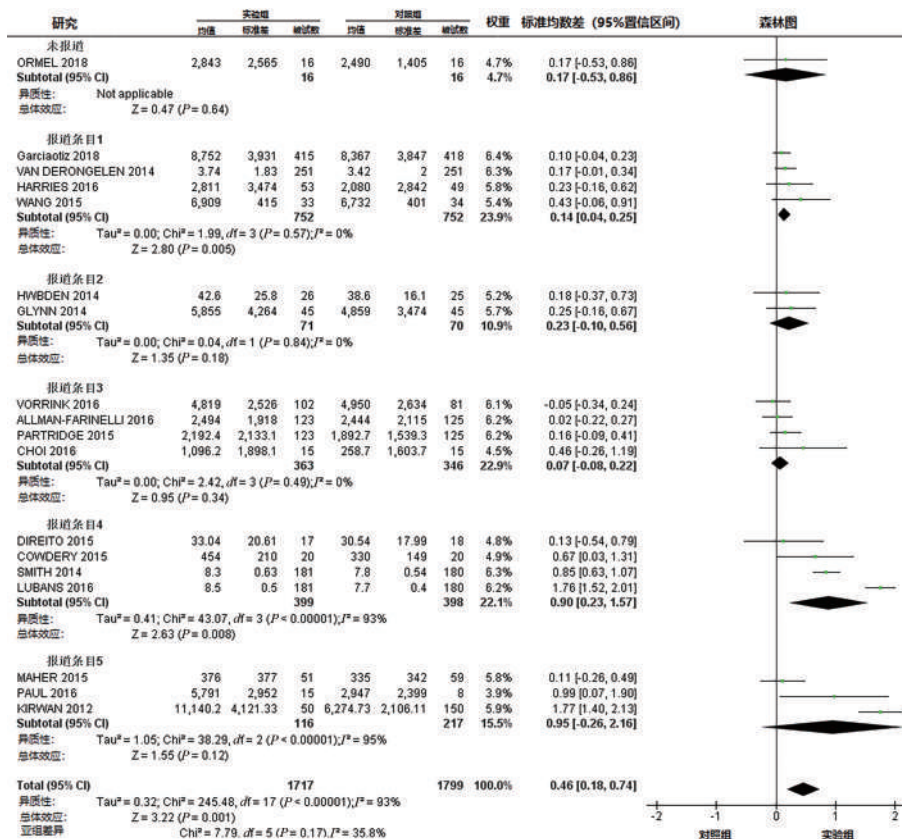


图4 行为改变策略影响体育锻炼的亚组分析

Figure 4. Subgroup-Analysis of Behavior Change Technique Influencing Physical Exercise

2.3 敏感性分析

元分析后,补充进行敏感性分析,以确定不同条件下的元分析结果是否一致。第1个敏感性分析为删除本研究中偏倚风险最高的Paul等(2016)的数据,剩余17项研究的结果显示,与对照组相比,采用App干预的被动促进体育锻炼行为依然是显著的中等效应(SMD=0.44; 95% CI: 0.15, 0.73, P < 0.000 01)。第2个敏感性分析为采用固定效应模型进行计算,结果显示同样为显著的中等

等效应(SMD=0.40; 95% CI: 0.33, 0.47, P < 0.000 01)。

3 讨论

3.1 整体效应

本研究的元分析结果表明,使用手机App对体育锻炼的促进具有统计学意义的中等效应。18项App的干预研究中,具有行为改变理论、App设计策略至少达到4项、改变的结果以步数或者时间表达、使用时间在3个月以上、

被试为未成年人的效应更佳。这一结果与此前的一项元分析结果略有不同,此前的研究认为,目前的App可以促进体育锻炼,但各App的干预研究效应差别很大,需要谨慎对待结果(Romeo et al., 2019)。与上述元分析不同,本

研究进行了较多的亚组分析,结果显示,虽然整体上效应一般,但设置一定的条件后,App能够较好的促进体育锻炼。这也说明,目前的App设计还需要更严谨更科学的综合考虑,从而实现更好的功能性。

表3 手机App设计策略
Table 3 Intervention Strategies of Mobile Apps

作者	运动监控	教育信息	社会支持	鼓励信息	表现反馈	游戏化	沉浸设计	界面友好	实验验证	目标设置
Allman-Farinelli等(2016)	√	√	√							
Choi等(2016)	√			√	√					
Cowdery等(2015)	√				√	√	√			
Direito等(2015)	√				√	√	√			
Garciaorti等(2018)								√		
Glynn等(2014)	√				√					
Harries等(2016)	√									
Hebden等(2014)	√			√						
Kirwan等(2012)	√		√		√			√	√	
Lubans等(2016)	√			√	√					√
Maher等(2015)	√		√		√	√				√
Ormel等(2018)										
Partridge等(2015)	√	√	√							
Paul等(2016)	√		√		√	√				√
Smith等(2014)	√			√	√					√
Van Derongelen等(2014)									√	
Vorrink等(2016)	√				√					√
Wang等(2015)	√									

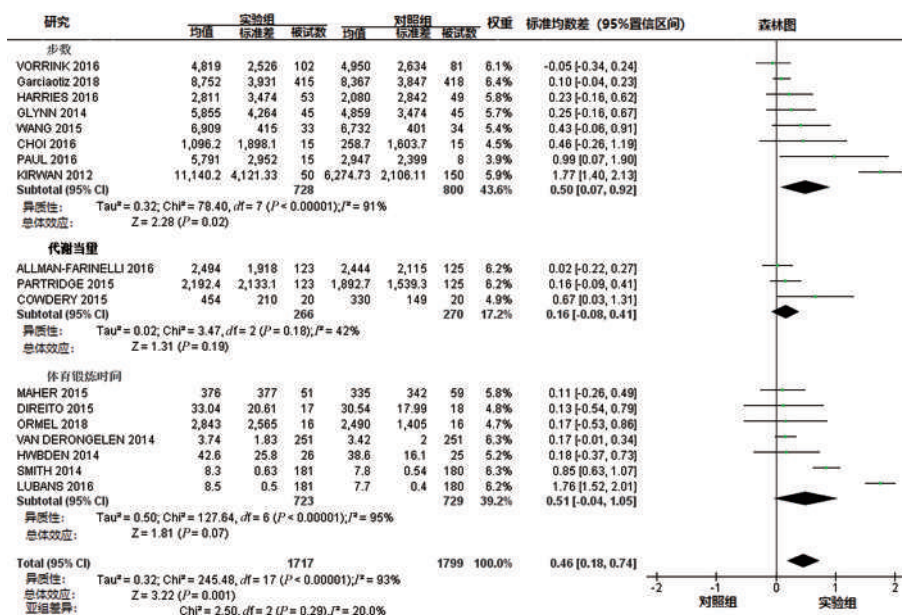


图5 干预形式影响体育锻炼的亚组分析

Figure 5. Subgroup-Analysis of Intervention Style Influencing Physical Exercise

3.2 App 中的行为改变理论

各个研究中,有近半数的研究介绍了理论基础,有理论基础的研究通常具有更大的促进效果。其中,自我效能理论使用最多,此类App主要以激发动机、预防自我耗

竭为目的,在影响大众选择过程、思维过程和动机过程等方面起作用。社会认知理论是App较多使用的另一个理论,该理论主要通过激发自我效能感、设置结果预期、调整社会结构因素、设置目标等以参与目标行为。社会认知

理论已被证明在体育锻炼促进中具有重要作用(Fanning et al., 2017)。具体在元分析的各个研究中, App 分别通过个人行为改变的尝试、模仿他人行为改变的经历和体验、使用言语劝说等路径启动自我效能, 从而促进体育锻炼。自我决定理论基于内部动机的激发, 通过 App 支持

个体展现有益和健康行为的自然倾向。此外, 还出现了计划行为理论、乐趣理论和分类行为改变模型等。整体上, 如果有理论的逻辑基础和相对应的 App 策略设计, 干预效应更好。

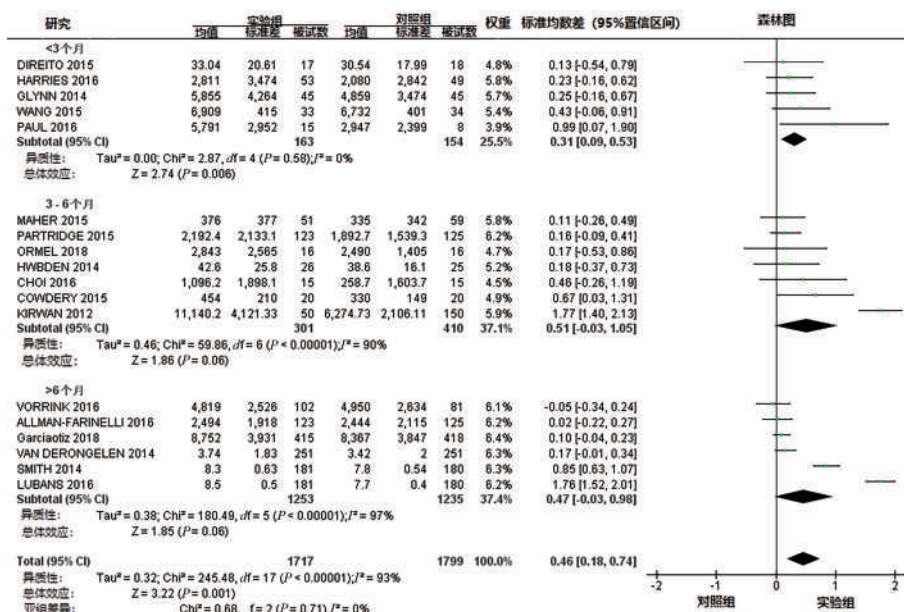


图6 干预时间影响体育锻炼的亚组分析

Figure 6. Subgroup-Analysis of Intervention Duration Influencing Physical Exercise

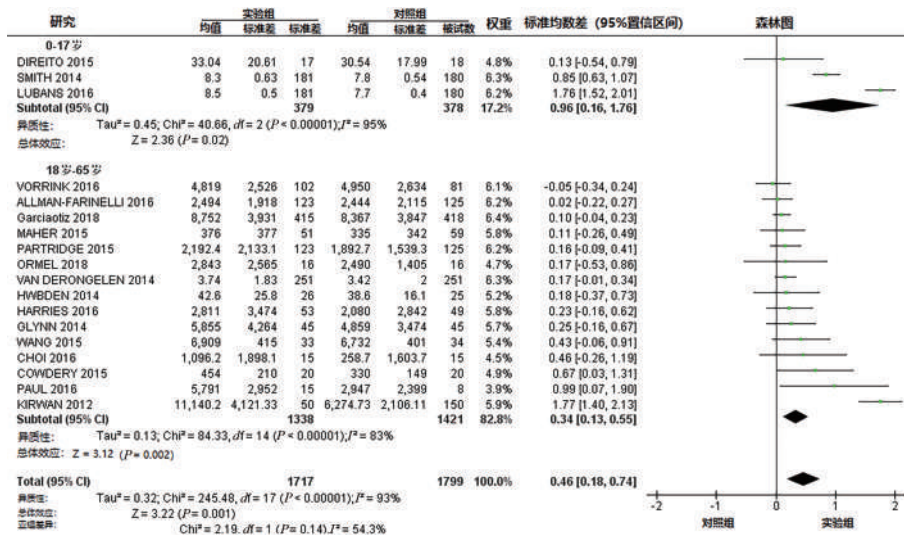


图7 年龄影响体育锻炼的亚组分析

Figure 7. Subgroup-Analysis of Age Influencing Physical Exercise

3.3 App 的设计策略

App 的设计策略越多, 体育锻炼的促进效果越佳, 具有 5 项策略的干预效应 SMD 值甚至接近 1, 说明未来开发新的 App, 设计策略至关重要。对设计策略的讨论由此也成为本研究的重点。App 设计策略是行为改变理论的具体实现(Conroy et al., 2014), 较多的设计策略干预效果更好, 虽然还未有相同的元分析结果, 但健康行为促进领域

进行的技术策略元分析支持这一观点(Schoeppe et al., 2016; Webb et al., 2010)。自我监控、目标设置、表现反馈、社会支持、提供鼓励等具体策略与以往研究健康行为促进 App 的有效策略基本一致(Michie et al., 2013)。在本研究中几乎所有 App 都设计了体育锻炼的自我监控, 目标设置和之后的表现反馈也出现较多, 这强调了此 3 种策略在设计 App 时的重要性。

自我监控是手机App最常见的功能之一,在很多研究中是主要的,甚至是唯一的功能,主要用于启动和维持体育锻炼(Coughlin et al., 2016)。自我监控本身并不能改变行为的动机和结果,但自我监控与行为改变存在前后出现的关系。因此,设计App时将自我监控在操作中进行体现,如结合奖励的出现用于强化行为,或能产生更大的效应。

目标设置是App能够促进体育锻炼的一项有效策略(Rabin et al., 2011)。已有研究发现,手机App单独以自我监控进行设计不能长期维持行为活动,因此设计者在App中加入高质量、结构化和嵌套的目标以减少用户流失(Fanning et al., 2017)。有的App采用用户自我设定目标,有的则采用他人设定目标,当然许多App都有一个预定的目标(如每天1万步)。无论谁进行设置目标都能有效促进体育锻炼,但如果目标不是用户自己提出,他们去实现目标的动机或愿望就可能偏低。更有意思的是,如果目标由自己提出,用户通常会设置得过低或过高。因此更合理的办法,是外在的专业人员帮助制定目标体系,鼓励用户完成并超越目标(Estabrooks et al., 2004)。另外,未见基本的体育锻炼信息和健康信息等基线内容的评估,这意味着可能存在个性化方案不足或缺少科学性等风险。

及时、准确、具体的反馈信息是行为促进的有效策略。由于智能手机的便携性,App能随时提供用户反馈信息,这一策略也是研发人员普遍采用的技术。如果手机App依据行为改变理论设计基于点的反馈系统(类似游戏的过关奖励),能增加体验、自我效能、强化动机和行为。但目前此类游戏化的反馈还不多,即便有也通常未考虑行为改变理论,更鲜有系统的验证(Lister et al., 2014)。另外,本研究中结果的呈现方式为步数或者体育锻炼时间的干预效应大于MET的效应,这可能也是由于提供给用户的反馈信息简单具体,以至于能产生更好的效果。

游戏化设计和沉浸式设计虽然出现较少,却可能在未来快速发展,因为用户更喜欢使用游戏类的手机应用。已有研究支持视频互动游戏促进健康人群或病患进行体育锻炼,因为互动游戏能通过增加运动的吸引力和动力来促进体育锻炼(Shih et al., 2012)。互动游戏的研究已显示其在儿童和成人的体育锻炼时间、兴趣、能量消耗等方面的明显效果(Lanninghamfoster et al., 2009)。虽然元分析中出现的沉浸式App并非互动游戏那样完全的沉浸,而是间歇性的沉浸设计,但是这种将虚拟游戏和现实体育锻炼情况相结合的游戏性元素,依然是提高用户体验,减少用户流失的有效手段。因此,游戏化和沉浸式设计可能是有效的促进策略,未来应该加强这方面的探索,特别是被试为青少年的探索(Boulos et al., 2013)。

社会支持也是常用的App设计策略,但具体的方案不尽相同,有Facebook(类似微信的朋友圈点赞或微信运动

排行)、小组建群、社交平台等不同模式。仅有两项研究介绍App在研发过程中进行了实验验证,这可能是元分析整体上未能达到大效应的原因之一。事实上,本研究还未明晰手机App设计策略的最佳数量和组合是什么。如果实施太多的技术和策略,效能也有下降的可能。此外,App设计策略中缺少社会人口因素(如性别、年龄、教育程度等)和心理社会因素(如人格、态度、动机等)的考虑,这些都可能影响手机App的效应(Dennison et al., 2013)。因此,针对性更强的个性化手机App程序更可能提高干预效果,也是未来的研发方向。当然,科技的发展也为目前的App提供了新的技术,如机器学习和数据挖掘等,已不再需要用户输入个人信息,这也是未来App的研发方向。

3.4 App中体育锻炼的表达形式

App如果采用步数或者体育锻炼时间对结果进行表达,效果优于使用MET的呈现形式。这一结果与另一项App影响体育锻炼的系统综述结果类似(Romeo et al., 2019),该研究发现,如使用简单量化的测量方式来评估促进效应,随着App的运用,体育锻炼促进效应会有一些的增加。原因可能是结果形式越简单,越容易形成有效的反馈,从而鼓励或者督促个体下一次的锻炼。也有可能是简单易懂的量化指标,更容易在个体心中形成有效的锚,从而能在后期的结果波动中找到有效的参照物,实现体育锻炼行为的促进。

3.5 干预时间

另一个有趣的发现是,手机App也许不是短期能起作用的体育锻炼干预方式,这可能是由于手机App缺少诸如严格的他人监管和督促等短期见效方式,以自我监控为主,需要一定的时间才能形成习惯。但手机App的时间效应目前缺乏足够的研究,未来可以对此进行更多探索,同时也可以组合不同的行为改变技术设计更为有效的App。

3.6 不同年龄的使用效果

亚组分析的结果显示,未成年人使用手机App干预的效应更好,这可能是由于年轻人对新技术更感兴趣,对手机App的使用态度更积极,以及对手机App的效果更认可(Sandholzer et al., 2015)。因此,未来针对不同年龄群体定制手机App也可能会提高干预效果。但大多数App干预研究的被试是成年人,本次元分析只有3个研究的被试在18岁以下,与此前App促进体育锻炼的元分析情况一致,该研究结果也显示目前App研究主要是成年被试(Middelweerd et al., 2014)。虽然手机等移动设备已成为日常生活不可回避的潮流,但却很少有为促进青少年体育锻炼而专门研发的App。可以预见的是,随着手机等移动设备的进一步发展,功能化的App将会在青少年中越来越受欢迎,也将出现更多针对青少年体育锻炼促进的App。

4 结论

运动健身类 App 能够促进体育锻炼,但整体上只达到中等效应。而部分研究分别在设计 App 时以行为改变理论为基础,考虑运动监控、目标设置、表现反馈等具体的 App 设计策略,以步数或体育锻炼时间进行结果表达,对使用时间在 3 个月以上者或未成年使用者将产生更高的效应。未来新的 App 可参考上述结论进行综合设计,并在研发或改进 App 的过程中进行实际验证,以更好促进用户的体育锻炼。

参考文献:

- 部义峰,周武,赵刚,等,2015. 社会分层视域下中国居民体育参与、偏好与层化研究[J]. 中国体育科技,51(5): 78-93.
- 刘传海,王清梅,钱俊伟,2015. 运动类 APP 对体育锻炼行为促进和体育习惯养成的影响[J]. 南京体育学院学报(社会科学版),29(3): 109-115.
- 娄虎,刘萍,2018. 身体锻炼治疗抑郁症的元-元分析[J]. 天津体育学院学报,33(6): 500-507.
- 王子朴,药婧瑶,2014. 体育移动应用的形成、发展和前景[J]. 中国体育科技,50(6): 113-121.
- 张帆,朱洁,2017. 健身类 APP 对大学生生活方式的影响[J]. 山东体育科技,39(4): 25-29.
- ALLEY S, 2016. Testing Innovative Methods to Improve the Reach and Effectiveness of Web-Based Physical Activity Interventions [D]. Queensland: Central Queensland University.
- ALLMAN-FARINELLI M, PARTRIDGE S R, MCGEECHAN K, et al., 2016. A mobile health lifestyle program for prevention of weight gain in young adults (TXT2BFiT): Nine-month outcomes of a randomized controlled trial[J]. JMIR mHealth & uHealth, doi: 10.2196/mhealth.5768.
- BOULOS M N K, YANG S P, 2013. Exergames for health and fitness: The roles of GPS and geosocial apps[J]. Int J Health Geogr, 12(18): 1-7.
- CHOI J, LEE J H, VITTINGHOFF E, et al., 2016. mHealth physical activity intervention: A randomized pilot study in physically inactive pregnant women[J]. Matern Child Health J, 20(5): 1091-1101.
- CONROY D E, YANG C H, MAHER J P, 2014. Behavior change techniques in top-ranked mobile apps for physical activity[J]. Am J Prev Med, 46(6): 649-652.
- COUGHLIN S S, WHITEHEAD M, SHEATS J Q, et al., 2016. A review of smartphone applications for promoting physical activity[J]. Jacobs J Community Med, 2(1): 21.
- COWDERY J, MAJESKE P, FRANK R, et al., 2015. Exergame apps and physical activity: The results of the ZOMBIE trial[J]. Am J Health Educ, 46(4): 216-222.
- DAVIES C A, SPENCE J C, VANDELANOTTE C, et al., 2012. Meta-analysis of internet-delivered interventions to increase physical activity levels[J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 9(1): 52-52.
- DENNISON L, MORRISON L, CONWAY G, et al., 2013. Opportunities and challenges for smartphone applications in supporting health behavior change: Qualitative study[J]. J Med Internet Res, doi: 10.2196/jmir.2583.
- DIREITO A, JIANG Y, ROBYN W, et al., 2015. Apps for improv-

ing fitness and increasing physical activity among young people: The AIMFIT pragmatic randomized controlled trial[J]. J Med Internet Res, doi: 10.2196/jmir.4568.

- ESTABROOKS P A, MUNROE K J, FOX E H, et al., 2004. Leadership in physical activity groups for older adults: A qualitative analysis[J]. J Aging Phys Act, 12(3): 232-245.
- FANNING J, ROBERTS S, HILLMAN C H, et al., 2017. A smartphone "app"-delivered randomized factorial trial targeting physical activity in adults[J]. J Behav Med, 40(5): 1-18.
- FLOEGEL T A, PEREZ G A, 2016. An integrative review of physical activity/exercise intervention effects on function and health-related quality of life in older adults with heart failure[J]. Geriatr Nurs, 37(5): 340-347.
- GARCIAORTIZ L, RECIORODRIGUEZ J I, AGUDOCONDE C, et al., 2018. Long-term effectiveness of a smartphone app for improving healthy lifestyles in general population in primary care: Randomized controlled trial (Evident II Study) [J]. JMIR mHealth & uHealth, doi: 10.2196/mhealth.9218.
- GLYNN L G, HAYES P S, CASEY M, et al., 2014. Effectiveness of a smartphone application to promote physical activity in primary care: The SMART MOVE randomised controlled trial[J]. Br J Gen Pract, 64(624): e384-e391.
- GUTHOLD R, STEVENS G A, RILEY L M, et al., 2018. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: A pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants[J]. Lancet Global Health, 6(10): e1077-e1086.
- HARRIES T, ESLAMBOLCHILAR P, RETTIE R, et al., 2016. Effectiveness of a smartphone app in increasing physical activity amongst male adults: A randomised controlled trial[J]. BMC Public Health, doi: 10.1186/s12889-016-3593-9.
- HEBDEN L, COOK A, PLOEG H P V D, et al., 2014. A mobile health intervention for weight management among young adults: A pilot randomised controlled trial [J]. J Hum Nutr Diet, 27(4): 322-332.
- HIGGINS J P, GREEN S, 2008. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions: Cochrane Book Series[M]. Washington, DC: Wiley.
- KIRWAN M, DUNCAN M J, CORNEEL V, et al., 2012. Using smartphone technology to monitor physical activity in the 10,000 steps program: A matched case-control trial[J]. J Medical Internet Res, doi: 10.2196/jmir.1950.
- LANNINGHAMFOSTER L, FOSTER R C, MCCRADY S K, et al., 2009. Activity-promoting video games and increased energy expenditure[J]. J Pediatr, 154(6): 819-823.
- LIANG X, WANG Q, YANG X, et al., 2015. Effect of mobile phone intervention for diabetes on glycaemic control: A meta-analysis[J]. Diabet Med, 28(4): 455-463.
- LISTER C, WEST J H, CANNON B, et al., 2014. Just a fad? Gamification in health and fitness apps [J]. JMIR Serious Games, doi: 10.2196/games.3413.
- LUBANS D R, SMITH J J, PLOTNIKOFF R C, et al., 2016. Assessing the sustained impact of a school-based obesity prevention program for adolescent boys: The ATLAS cluster randomized controlled trial[J]. Int J Behav Nutr Phys Act, doi: 10.1186/s12966-

- 016-0420-8.
- MAHER C, FERGUSON M, VANDELANOTTE C, et al., 2015. A web-based, social networking physical activity intervention for insufficiently active adults delivered via facebook app: Randomized controlled trial[J]. *J Med Internet Res*, doi: 10.2196/jmir.4086.
- MICHIE S, RICHARDSON M, JOHNSTON M, et al., 2013. The behavior change technique taxonomy (v1) of 93 hierarchically clustered techniques: Building an international consensus for the reporting of behavior change interventions[J]. *Ann Behav Med*, 46(1): 81-95.
- MIDDELWEERDA, MOLLEE J S, WAL C N V D, et al., 2014. Apps to promote physical activity among adults: A review and content analysis[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, doi: 10.1186/s12966-014-0097-9.
- MOHR D C, SCHUELLER S M, MONTAGUE E, et al., 2014. The behavioral intervention technology model: An integrated conceptual and technological framework for eHealth and mHealth interventions[J]. *J Med Internet Res*, doi: 10.2196/jmir.3077.
- ORMEL H L, VAN G D S, WESTERINK N L, et al., 2018. Self-monitoring physical activity with a smartphone application in cancer patients: A randomized feasibility study (SMART-trial) [J]. *Support Care Cancer*, 26(11): 3915-3923.
- PARTRIDGE S R, MCGEECHAN K, HEBDEN L, et al., 2015. Effectiveness of a mHealth lifestyle program with telephone support (TXT2BFIT) to prevent unhealthy weight gain in young adults: Randomized controlled trial [J]. *JMIR mHealth & uHealth*, doi: 10.2196/mhealth.4530.
- PAUL L, WYKE S, BREWSTER S, et al., 2016. Increasing physical activity in stroke survivors using STARFISH, an interactive mobile phone application: A pilot study[J]. *Topics Stroke Rehabil*, 23(3): 170-177.
- PENEDO F J, DAHN J R, 2005. Exercise and well-being: A review of mental and physical health benefits associated with physical activity[J]. *Curr Opin Psychiatr*, 18(2): 189-193.
- RABIN C, BOCK B, 2011. Desired features of smartphone applications promoting physical activity[J]. *Telemed e-Health*, 17(10): 801-803.
- RICHARDS J, THOROGOOD M, HILLSDON M, et al., 2013. Face-to-face versus remote and web 2.0 interventions for promoting physical activity[J]. *Cochrane Db Syst Rev*, 9(9): 1101-1109.
- ROMEO A, EDNEY S, PLOTNIKOFF R, et al., 2019. Can smartphone apps increase physical activity? Systematic review and meta-analysis[J]. *J Med Internet Res*, doi:10.2196/12053.
- SANDHOLZER M, DEUTSCH T, FRESE T, et al., 2015. Predictors of students' self-reported adoption of a smartphone application for medical education in general practice [J]. *BMC Med Educ*, 15(1): 91-97.
- SCHOEPPE S, ALLEY S, VAN L W, et al., 2016. Efficacy of interventions that use apps to improve diet, physical activity and sedentary behaviour: A systematic review[J]. *Int J Behav Nutr Phys Act*, doi: 10.1186/s12966-016-0454-y.
- SHIH C H, CHEN L C, SHIH C T, 2012. Assisting people with disabilities to actively improve their collaborative physical activities with Nintendo Wii Balance Boards by controlling environmental stimulation[J]. *Res Dev Disabil*, 33(1): 39-44.
- 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): 723-731.
- VAN DRONGELEN A, CRL B, HYNEK H, et al., 2014. Evaluation of an mHealth intervention aiming to improve health-related behavior and sleep and reduce fatigue among airline pilots [J]. *Scand J Work Env Hea*, 40(6): 557-568.
- VORRINK S N, KORT H S, TROOSTERS T, et al., 2016. Efficacy of an mHealth intervention to stimulate physical activity in COPD patients after pulmonary rehabilitation [J]. *Eur Respir J*, 48(4): 1019-1029.
- WANG J B, CADMUSBERTRAM L A, NATARAJAN L, et al., 2015. Wearable sensor/device (Fitbit One) and SMS text-messaging prompts to increase physical activity in overweight and obese adults: A randomized controlled trial [J]. *Telemed J e-Health*, 21(10): 782-792.
- WEBB T L, JOSEPH J, YARDLEY L, et al., 2010. Using the internet to promote health behavior change: A systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy[J]. *J Med Internet Res*, doi: 10.2196/jmir.1376.
- WHITTAKER R, BORLAND R, BULLEN C, et al., 2009. Mobile phone-based interventions for smoking cessation [J]. *Cochrane Db Syst Rev*, doi: 10.1002/14651858.CD006611.pub2.

(收稿日期:2019-09-11; 修订日期:2021-11-10; 编辑:尹航)

