

线索反应范式下青少年手机依赖的脑电研究

卜俊杰 杨丽 陈向明 刘梦圆 张效初

(安徽医科大学生物医学工程学院,安徽合肥230032;安徽省滨湖强制隔离戒毒所,安徽合肥231131;
中国科学技术大学人文与社会科学学院,安徽合肥230026)

【摘要】基于成瘾线索诱发反应理论,本研究分析了存在手机依赖的青少年在成瘾线索反应任务中的事件相关电位(ERP),发现相较于健康对照组,存在手机依赖的青少年在线索反应任务中呈现出较低的认知反应,即降低的“P3差异波”,并且这种变化与手机成瘾程度呈正相关关系。上述研究发现说明青少年过度使用手机可能在神经层面上引起神经反应逐渐减弱的现象。建议定期进行脑电图检查以识别具有手机依赖行为的青少年,积极引导他们合理使用手机。

【关键词】青少年 手机依赖 线索反应

DOI:10.16034/j.cnki.10-1318/c.2024.01.014

一、问题提出

手机依赖(Mobile Phone Dependence, MPD),也称手机成瘾,是指个体由于对手机的过度使用且对该种使用行为无法控制而导致其社会功能受损,并带来心理和行为问题的一种新型的行为成瘾^[1]。近年来,我国手机和移动互联网技术飞速发展,根据第51次《中国互联网络发展状况统计报告》,截至2022年12月,我国手机网民规模达10.65亿^[2]。手机作为一把双刃

收稿日期:2023-11-10

作者简介:卜俊杰,安徽医科大学生物医学工程学院副教授,硕士生导师,主要研究脑科学、认知神经科学与认知心理学;

杨丽,安徽医科大学生物医学工程学院硕士研究生,主要研究脑科学、认知神经科学与认知心理学;

陈向明,安徽省滨湖强制隔离戒毒所精神科主治医师,心理咨询师,主要研究精神医学、脑科学、认知神经科学与认知心理学;

刘梦圆,中国科学技术大学人文与社会科学学院硕士研究生,主要研究社会哲学、认知神经科学与认知心理学;

张效初,中国科学技术大学人文与社会科学学院心理学系副主任,教授,博士生导师,主要研究科技哲学、认知神经科学与认知心理学。

基金项目:本文系国家自然科学基金青年项目“基于新型的认知引导神经反馈技术对冰毒成瘾的干预效果及其神经机制研究”(课题编号:32000750)、科技部科技创新2030-“脑科学与类脑研究”重大项目“药物成瘾发病机制及干预技术研究”(课题编号:2021ZD0202101)的阶段性研究成果。

剑,虽然为青少年的学习和生活提供了便利,但同时也在无形中对他们产生了一些不利的影 响,例如,青少年对手机的依赖现象也在逐年增多。研究发现,手机依赖和青少年睡眠质量不佳等生理问题相关,而且会导致青少年产生焦虑、抑郁、孤独等心理问题,对其身心造成伤害^[3]。尽管已有研究关注了青少年认知发展,指出了认知发展与心理健康之间的关系,但关于其中具体的神经机制尚不清楚^[4]。考虑到手机依赖的负面影响和高发病率,确定手机依赖的潜在机制具有重要意义,特别是神经机制^[5],这有助于更好地理解青少年的认知发展,也在一定程度上有助于深入了解此类行为成瘾并识别潜在的手机依赖个体,及时掌握其手机使用情况,降低潜在的消极影响。

通过深入研究青少年手机依赖的神经机制,本研究有助于帮助制定更有效的干预措施,帮助青少年更合理地使用手机;了解手机依赖对大脑功能的影响可以帮助识别健康风险,采取相应措施保护青少年心理和生理健康;研究成果有助于研制更有效的教学策略,适应数字时代学习需求;为家长提供关于帮助孩子建立健康手机使用习惯的经验参考,促进家庭的良性互动。

二、文献梳理与理论依据

在研究手机依赖行为的不同理论观点中,媒介依赖理论认为,个体借助手机媒介认识感兴趣的事物,在该过程中产生一种依赖关系,进而对手机产生依赖行为^[6]。此外,行为学习理论认为,手机依赖行为可能会通过正向强化(获得奖赏)和负向强化(逃避惩罚)而被进一步巩固和强化^[7]。社会认同模型认为,手机依赖行为可能与个体在特定社会群体中的认同感有关,过度寻求社会认同感加强了个体对手机的依赖^[8]。此外,诱因—易感化模型认为,与手机相关的因素一旦与诱因相结合,个体对手机线索的病理性欲望就会被放大,引发手机的使用和依赖^[9]。

(一)成瘾线索诱发反应理论

成瘾过程涉及很多复杂的认知模型。线索诱发反应理论模型^[10]认为,成瘾者在接触成瘾相关线索时会诱发不可控制的觅药冲动与行为,这是成瘾的核心症状之一。线索反应性(Cue Reactivity, CR)指个体暴露于相关线索时被观察或测量到的反应^[11],在过去的几十年里已经被广泛用于成瘾研究。线索反应任务是一种常用于研究成瘾行为的实验范式,通过向参与者呈现与成瘾物质相关的线索(如图片、视频等),从而引发生理和心理条件反应。线索反应任务已被广泛用于研究物质成瘾(如酒精、尼古丁等),研究发现,成瘾者对与其成瘾物质相关的线索会表现出过度的生理和心理反应^[12]。而最近的研究将线索反应范式应用于行为成瘾,称线索反应性不仅存在于物质使用障碍中,也存在于问题赌博、游戏成瘾和购买障碍等行为成瘾中^[13]。为了更好地量化线索反应性,恩吉尔曼(Engelmann)等将线索反应性定义为成瘾线索与中性线索的差异^[14]。

国内外关于手机依赖的神经机制进行了多方面的研究,主要围绕大脑的结构和功能改变进行。关于手机依赖和功能磁共振技术之间的研究已经取得了一些进展。霍瓦斯(Horvath)等人

分析了手机成瘾的结构和功能的相关性,发现手机成瘾患者的神经完整性出现异常^[15]。施米特根(Schmitgen)等人发现了手机成瘾个体线索反应的神经相关性证据,并指出在手机成瘾和其他众所周知的成瘾障碍之间,线索反应相关的大脑激活在空间上是相似的^[16]。

手机依赖与物质成瘾、行为成瘾有许多相似之处,表现在戒断症状、渴求以及影响社交、工作等方面。因此,线索反应任务在一定程度上可被用于了解手机依赖的神经基础。与磁共振相比,脑电设备操作简单且成本较低,在实验室和临床使用中更具优势。线索反应任务可以通过监测脑电生理指标量化对手机相关线索的生理反应,从而提供客观的数据分析手机依赖。然而,目前鲜有研究关注手机依赖受试者在进行线索反应范式下的脑电机制。手机依赖的脑电机制尚不清楚,需要更多的科学研究和实验证据揭示该现象背后的神经机制。因此,本研究基于先前研究成瘾行为的成功经验,选择线索反应任务探索手机依赖与脑电活动的关系。

(二)事件相关电位在手机依赖研究中的关键角色与P3波的探究

事件相关电位(Event Related Potentials, ERP)作为一种具有高时间分辨率的神经心理学测量,常被用于研究与特定事件或刺激相关的脑电活动。ERP在研究认知领域得到了广泛的应用,尤其在探索认知过程中的时间细节方面,它具有独特的优势^[17]。高(Gao)等人进行了一项事件相关电位研究,探究手机相关背景对手机依赖个体在Go/NoGo范式下抑制控制的影响,并认为存在手机依赖的个体在手机背景下抑制控制能力降低^[18],该研究旨在探究抑制控制任务下的ERP机制理解。但是,线索反应任务本身的影响并未得到更多关注。

研究最多的内源性事件相关电位成分之一是P3波,它是刺激呈现后250-600毫秒时间窗口内出现的最大正峰值,被广泛用于研究认知过程^[19]。P3波通常在更前部的大脑区域中被观测到,并且对一般和特定的唤醒敏感,有助于注意力和信息处理^[20]。P3波和线索反应性之间的关联已在物质成瘾中得到了描述。在成瘾研究中P3波常被用于了解成瘾者对成瘾物质或成瘾行为的情绪反应和加工过程。P3波对所研究的成瘾相关线索的增强得到了很好的复制。在物质成瘾研究中,观测到海洛因成瘾^[21]、尼古丁成瘾^[22]、可卡因成瘾^[23]等成瘾线索的P3波增强模式,该模式在问题赌博^[24]、网络游戏成瘾^[25]等行为成瘾中也被观测到。然而,性行为成瘾^[26]的参与者被报告成瘾相关线索的P3波降低,该模式似乎不同于物质成瘾。在不同的实验条件下,P3波的响应可能会因任务要求、个体差异以及其他因素而有所变化。

通过文献梳理发现,尽管国内外关于青少年手机依赖的研究取得了一定的成果,但是有关手机依赖青少年脑电线索反应任务的研究内容相对较少。因此,本研究从认知心理学角度出发,基于线索诱发反应成瘾理论框架,探究手机依赖青少年在手机线索反应范式下的脑电活动模式。

三、研究设计

(一)研究对象

本研究以在校大学生为研究对象,通过线上平台招募受试者并发放问卷,共计回收260份

问卷。以往的研究认为女性比男性具有更高的手机依赖性和使用问题^[27],不同年级的学生学业压力和课余时间不同,年龄较小的学生对手机的依赖程度更高^[28],因此对性别、年龄进行了控制。按照手机依赖标准筛选出符合的受试者并邀请其参与脑电实验,招募手机依赖受试者30人,同时在性别与年龄上相匹配的健康对照受试者30人,共60人。

(二)研究方法

1. 量表及入组标准

(1)大学生手机成瘾量表(Smartphone Addiction Scale for College Students, SAS - C)

苏双等人编制的大学生手机成瘾量表^[29]主要用于测量个体对手机的依赖和成瘾程度,得分越高表明手机依赖越严重。其中SAS - C得分低于66分认为属于手机正常使用,高于或等于66分认为属于手机依赖。

(2)无手机恐惧问卷(Nomophobia Questionnaire, NMPQ)

法拉康恩(Farchakh)等人编制了无手机恐惧问卷^[30],问卷中的量表主要用来测量手机不在身边的恐惧程度,分数越高表示无手机恐惧越严重。其中NMPQ得分小于或等于20分表示不存在无手机恐惧;21 - 59分则表示轻度无手机恐惧;60 - 99分表示中度无手机恐惧;100 - 140分表示重度无手机恐惧。

本研究中手机依赖组的入组标准设定为,SAS - C得分大于或等于66分且NMPQ得分大于等于100分;健康对照组的入组标准设定为,SAS - C得分小于66分且NMPQ得分小于100分。

2. 手机线索反应任务

手机线索反应任务改编自一项前人研究^[31]。任务刺激呈现是用基于MATLAB软件的Psychophysics Toolbox编写完成的。采用区块一试试次(block - trial)设计,共6个区块(block),每个区块包含50个试次(trial),其中每个试次包含一张呈现1.5秒的图片和一个1 - 1.5秒的注视(+).其中3个区块呈现手机相关图片(手机实体、手机应用等),3个区块呈现手机无关中性图片(在颜色、大小、内容上相匹配),区块的出现是伪随机的,受试者需要认真观看屏幕上出现的图片。为了保证受试者集中注意力,在每10个试次后会呈现一张动物图片,要求受试者在看到动物图片后快速按键。本研究发现,当动物图片出现时,所有参与者都可以正确地按下按钮(100%准确)。

3. 脑电采集

脑电数据通过SynAmps RT放大器进行采集记录。采用64导联的Ag/AgCl电极,电极排布按照国际上统一的10 - 20标准。参考电极放在鼻尖处,接地电极设置为AFz,垂直眼电和水平眼电的记录均是通过双极导联的方式。所有电极的阻抗都在5千欧以下,脑电数据的采样率是1000Hz。在受试者做手机线索反应任务的同时记录脑电。

4. 数据分析

(1)人口统计学和量表

对手机依赖组和健康对照组在人口统计学及手机依赖相关量表上进行了统计分析,其中对两组受试者的性别进行卡方检验;对两组受试者的年龄、SAS - C得分及NMPQ得分进行独立样本T检验。

(2) 脑电数据预处理

脑电数据的预处理使用的是 MATLAB 软件的 EEGLAB 工具箱。将原始数据降采样至 250Hz, 去除无用电极 M1、M2、CB1、CB2, 进行 0.5 - 30Hz 带通滤波, 按 -200 - 1000ms 进行分段, 并将 -200 - 0ms 作为基线进行基线校正, 对数据插值坏导, 进行眼电校正, 去除振幅超过 $\pm 100 \mu\text{v}$ 的试次, 最后目视检查数据去除坏段。

(3) 脑电 ERP 分析

分别计算手机依赖组和健康对照组在手机线索和中性线索下的 ERP。研究重点关注手机线索减去中性线索的脑电线索差异波, 并对手机依赖组和健康对照组在 P3 窗内的差异波平均振幅进行独立样本 T 检验。

(4) 脑电线索 P3 差异波和 SAS - C 得分之间的相关性

对脑电线索 P3 差异波平均振幅和 SAS - C 得分进行皮尔逊相关分析, 探究脑电线索 P3 差异波和手机依赖量表的相关情况。

四、研究发现

(一) 成瘾线索诱发反应的统计分析结果

对手机依赖组和健康对照组在人口统计学及手机依赖相关量表上进行了统计分析, 结果如表 1 所示。

表 1 青少年手机依赖组及健康对照组的人口统计信息

	手机依赖组 (n = 30)	健康对照组 (n = 30)	p
男/女	16(14)	14(16)	0.27 ^a
年龄/岁	21.63 \pm 1.52	22.30 \pm 1.64	0.11 ^b
SAS - C	84.60 \pm 9.68	56.33 \pm 6.09	<0.001b ***
NMPQ	112.30 \pm 13.13	78.97 \pm 18.67	<0.001b ***

注: SAS - C 为大学生手机成瘾量表; NMPQ 为无手机恐惧问卷; 年龄及量表得分以均值 \pm 标准差的形式呈现; a. 卡方检验; b. 独立样本 T 检验; ***p < 0.001。

由表 1 可知, 手机依赖组和健康对照组在性别及年龄上都没有差异, 排除了性别和年龄可能带来的影响; SAS - C 及 NMPQ 两个量表的得分存在显著差异, 且手机依赖组的上述量表得分均显著高于健康对照组 (p < 0.001)。

以 CZ 为例, 绘制 CZ 处的手机线索减去中性线索的脑电差异波形图, 如图 1 所示。其中阴影部分为 200 - 400ms (后续 P3 窗均是该时间段), 手机依赖组和健康对照组在该时间窗内的线索差异波平均振幅经独立样本 T 检验具有显著差异 (t = -4.57, p < 0.001)。全脑分析结果显示额叶、中央、颞叶、顶叶、枕叶都具有显著的交互效应, p < 0.05 处的电极均加粗显示。该结果表明, 手机依赖组的脑电线索 P3 差异波为负, 这意味着手机依赖的个体在手机线

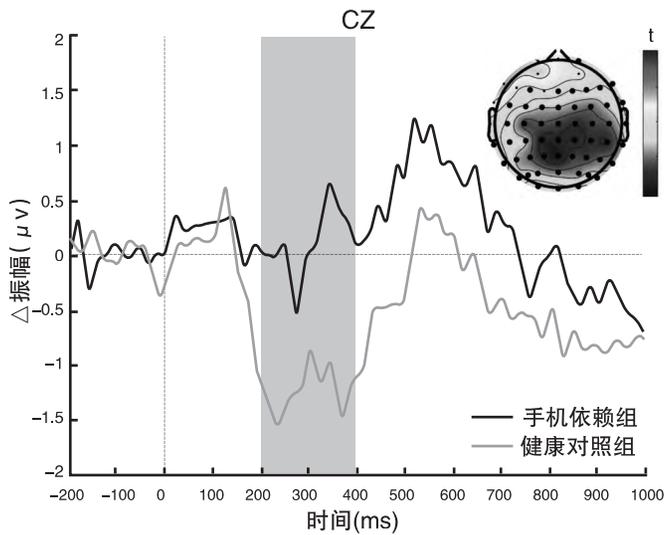


图1 手机依赖组和健康对照组的脑电线索差异波

注:差异波振幅=手机线索振幅-中性线索振幅,阴影部分为200-400ms,电极加粗 $p < 0.05$ 。

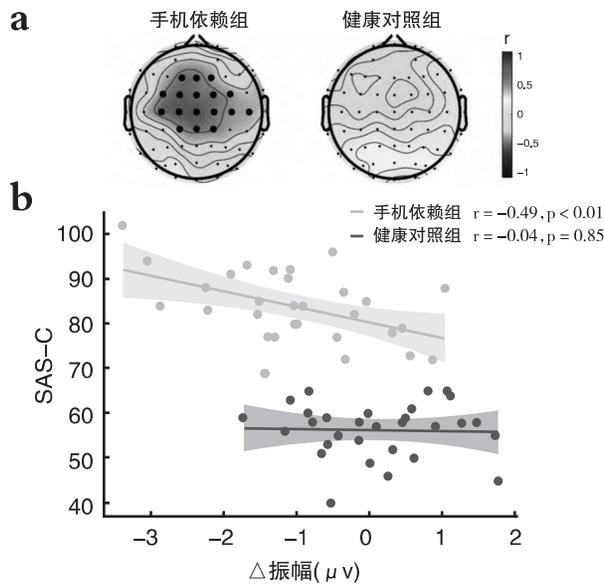


图2 脑电线索P3差异波平均振幅和SAS-C得分之间的相关

注:(1)手机依赖组和健康对照组对脑电线索P3差异波平均振幅和SAS-C得分的全脑相关;(2)图a中17个电极进行平均,SAS-C得分和P3差异波平均振幅的相关。SAS-C为大学生手机成瘾量表,电极加粗 $p < 0.05$,差异波振幅=手机线索振幅-中性线索振幅。

索下的P3要弱于中性线索下的P3。这一发现和普拉斯(Prause)等人观察到的行为成瘾线索具有更低的P3相一致^[32],也和施米特根(Schmitgen)等人在顶枕区处发现了行为成瘾线索的负激活结果一致^[33]。上述发现也再次证明了P3的响应可能会因实验任务要求、个体差异以及其他因素而变化,为线索诱发反应理论模型解释行为成瘾提供了数据支撑。

手机依赖组和健康对照组对脑电线索P3差异波平均振幅和SAS-C得分的全脑相关如图2a所示。其中手机依赖组的SAS-C得分和P3差异波平均振幅在额中央及中央顶叶区域(电极F1、FZ、F2、FC3、FC1、FCZ、FC2、FC4、C3、C1、CZ、C2、C4、C6、CP1、CPZ、CP2)呈显著的负相关($p < 0.05$)。而在健康对照组中没有发现显著性相关($p > 0.05$)。对上述17个电极进行平均,绘制SAS-C得分和P3差异波平均振幅的相关图(如图2b所示)。其中手机依赖组的SAS-C得分和P3差异波平均振幅呈显著的负相关关系($r = -0.49, p < 0.01$),而在健康对照组中没有发现显著性相关($r = -0.04, p = 0.85$)。

上述结果表明,存在手机依赖的青少年的P3差异波振幅越负向,其手机成瘾量表得分越高,即手机依赖程度越高,而健康对照组不存在上述相关关系。该发现为识别潜在的手机依赖青少年及预测其手机依赖严重程度提供了客观的脑电指标,也为手机依赖脑电干预提供了数据支撑。

(二)成瘾线索诱发反应的结果分析

成瘾线索诱发反应理论强调成瘾者对成瘾相关线索产生过度的生理与心理反应,这在脑电ERP上通常表现为增强的脑电成分,如P3成分的增加。该现象在物质成瘾相关的线索诱发反应研究中已经得到了广泛的验证,也为理解成瘾行为的神经机制提供了重要线索。然而,在行为成瘾相关的线索诱发反应研究中,也有不一致的观点。虽然已有研究在物质成瘾方面的线索诱发反应方面取得了一致的结果,但行为成瘾的多样性可能导致不同类型的行为成瘾在神经反应上呈现出差异性。

本研究观测到手机依赖的青少年在手机相关线索的暴露下,表现出了脑电ERP成分P3的明显降低。在关于行为成瘾的前期研究中,通常会观测到成瘾者对成瘾相关线索表现出过度的生理和心理反应,这在脑电ERP上通常表现为P3成分的增强。与已有的物质成瘾和行为成瘾的一些研究结论不同,本研究发现手机依赖的青少年在面对手机相关线索时呈现P3的降低。这与性行为成瘾研究中观察到的P3降低以及手机行为成瘾中顶枕叶区域的负激活相一致。上述不同的神经反应模式一定程度上表明不同类型的成瘾行为之间存在差异,并且不同成瘾类型可能在神经水平上表现出特定的反应模式。本研究通过分析手机依赖青少年在手机相关线索下的脑电神经反应,进一步拓展了成瘾线索诱发反应理论。尤其是针对行为成瘾中P3认知成分的降低,本研究提供了新的证据和支持。这为深入理解行为成瘾的神经机制提供了更多的线索,强调了不同成瘾类型可能在神经水平上表现出多样性,需要更为细致和综合的研究方法来深入解析这一复杂现象。

在线索接触方面,当个体长期接触大量的手机相关线索图片时,大脑可能逐渐对这些视觉线索产生麻痹效应。这类类似于视觉习惯,当个体长时间暴露在某种视觉刺激下时,大脑会逐渐对此产生适应性^[34],使得我们对该刺激的敏感性下降^[35],从而诱发出更弱的反应,这种现象也被称为“感知疲劳”。与健康对照组相比,手机依赖组青少年在日常生活中过度频繁地使用手机,尤其是不断地浏览社交媒体、图片应用和其他娱乐性应用,可能使个体对手机相关图片产生习惯性的麻木感,失去了对手机相关图片的新奇感和敏感性,对相关的手机线索产生了适应性效应,诱发出更弱的情绪,显示出更弱的P3振幅,几乎在全脑都观察到了上述现象。而与健康对照组相比,手机依赖组的脑电线索P3差异波更负向,这意味着在日常生活中青少年不可避免地接触手机,适当的手机使用并不会对其造成生理影响,而过度的手机使用甚至是严重依赖后,会使其电生理指标发生显著变化,特别是当他们被暴露在手机相关的图片线索任务中时。

在行为方面,社会学习理论^[36]的正强化模型强调了长时间手机使用可能引发复杂的行为学习过程。随着个体不断使用手机,正向强化效应逐渐增强,这为形成对手机线索的依赖奠定了基础。这种强化效应的结果是,手机成为个体日常生活中的积极激励因素,进而

形成一种积极的行为反馈循环。在上述过程中,个体逐渐习惯性地手机与愉悦、满足感和奖励联系在一起。这种习惯性的反应使得对手机线索的注意变得更为自动化,几乎成为一种本能。个体可能会在寻找、接收和回应手机线索时表现出一种几乎无意识的自发性,呈现出对于上述行为的适应性反应。

在神经方面,神经适应性理论^[37]认为,个体在过度使用手机后,随着时间的推移,其对手机的神经反应逐渐减弱,手机相关线索诱发的兴奋和冲动性也逐渐降低。为了唤起同种程度的兴奋和冲动,需要给予更强的刺激,这通常表现为寻求更强烈、更极端的手机使用行为^[38]。这一过程可能导致手机使用行为的进一步升级,形成一种循环,即更强烈的刺激导致更弱的神经反应,从而促使个体寻求更强烈的刺激。这种神经适应性模式强调了手机使用行为在神经层面的可塑性,反映了对于手机使用行为可能产生持续性影响的重要性。

根据成瘾线索诱发反应理论,存在手机依赖的青少年在暴露于手机相关线索时经历了一种复杂的心理和神经过程。在初始阶段,存在手机依赖的青少年可能会表现出对手机使用的强烈反应,这是因为他们对于与手机相关的线索产生了显著的奖赏感受。这一强烈反应可能包括兴奋感、满足感,甚至在某种程度上成为一种积极的情绪体验。然而,随着时间的推移,由于存在手机依赖的青少年具有手机相关线索的适应性,即对这些线索的习惯性和常态化,使得他们可能会逐渐表现出更弱的神经反应。这种适应性反应可能使得原本引起强烈兴奋的手机线索变得相对习以为常,导致神经系统对这些线索的刺激出现减弱的反应。因此,为了唤起相同或更加强烈的神经反应,存在手机依赖的青少年可能需要更强烈、更具刺激性的手机线索。这可能表现为寻求更多创新的手机应用、更令人兴奋的游戏体验,或者对于社交媒体更引人入胜的互动等。该过程突显了成瘾线索诱发反应理论在解释手机依赖行为中的重要作用,强调了适应性对神经反应的影响,以及可能形成进一步寻求强烈刺激的趋势。

五、结论与建议

本研究发现,手机依赖青少年在面对手机相关线索时,其脑电活动的P3认知反应表现出降低趋势。与以往物质成瘾研究中成瘾线索诱发更强的P3不同^[39],本研究观察到存在手机依赖的青少年表现出降低的P3差异波,这意味着其对手机线索的认知反应相对较小。这一研究结果拓展了成瘾线索诱发反应理论,为行为成瘾中成瘾线索降低的认知反应提供了理论支持^[40]。过度使用手机导致他们对常见的手机线索产生适应性是P3认知反应降低的可能原因。神经适应性理论解释了长期接触手机线索后再次面对手机相关线索时会导致神经反应逐渐减弱的现象。社会学习理论的正强化模型指出,过度的手机使用可能会形成习惯性反应,这为成瘾线索的适应性反应提供了行为学习解释。

基于本研究的结果,学校可以采取一系列有针对性的对策来帮助学生更合理地使用手机。一方面,学校可以通过减少手机线索的暴露降低学生手机使用的强度。这包括制定明

确的手机使用规定用于限制手机使用的场所和时间,例如在教室内限制手机使用,鼓励学生在特定时间段集中注意力学习而非使用手机。另一方面,学校可以定期组织脑电检测活动,以识别潜在的存在手机依赖的青少年。脑电检测能够提供客观的神经生理指标,有助于发现P3差异波降低的学生。对于这些学生,学校可以进一步开展心理健康教育活动,包括如何建立良好的数字生活平衡、培养有效的时间管理技能以及认识过度使用手机对身心健康的潜在危害等,进而为青少年提供关于手机使用影响的深度剖析,引导他们意识到潜在的问题,并提供相应的心理支持。

[参 考 文 献]

- [1] 刘勤学 杨 燕 林 悦 余 思 周宗奎:《智能手机成瘾:概念、测量及影响因素》,载《中国临床心理学杂志》,2017年第1期。
- [2] 中国互联网络信息中心:第51次《中国互联网络发展状况统计报告》, <https://www.cnnic.net.cn/n4/2023/0303/c88-10757.html>
- [3] Li, Y., Li, G., Liu, L., et al.. Correlations between Mobile Phone Addiction and Anxiety, Depression, Impulsivity, and Poor Sleep Quality among College Students: A Systematic Review and Meta – analysis, *Journal of Behavioral Addictions*, 2020, (3).
- [4] Özparlak, A., Karakaya, D.. The Associations of Cognitive Distortions with Internet Addiction and Internet Activities in Adolescents: A Cross – sectional Study, *Journal of Child and Adolescent Psychiatric Nursing*, 2022, (4).
- [5] Panova, T., Carbonell, X.. Is Smartphone Addiction Really an Addiction? *Journal of Behavioral Addictions*, 2018, (2).
- [6] Almond, D., Currie, J., Duque, V.. Childhood Circumstances and Adult Outcomes: Act II., *Journal of Economic Literature*, 2018, (4).
- [7][36] 伍 喆 陈丽辉 徐紫千:《对大学生不当使用手机的正强化》,载《西安电子科技大学学报(社会科学版)》,2023年第3期。
- [8]王甦平 唐 华 周 栋:《基于问题行为理论的低年级大学生社交网络成瘾的影响因素研究》,载《上海交通大学学报》,2023年第8期。
- [9] 朱海燕 沈模卫 张 锋:《药物成瘾过程的心理—神经理论模型》,载《心理科学》,2004年第3期。
- [10] Chiamulera, C.. Cue Reactivity in Nicotine and Tobacco Dependence: A “Multiple – action” Model of Nicotine as a Primary Reinforcement and as an Enhancer of the Effects of Smoking – associated Stimuli, *Brain Research Reviews*, 2005, (1).
- [11] Carter, B. L., Tiffany, S. T.. Meta – analysis of Cue – reactivity in Addiction Research, *Addiction*, 1999, (3).
- [12] Drobos, D. J.. Cue Reactivity in Alcohol and Tobacco Dependence, *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 2002, (1).
- [13][39] Starcke, K., Antons, S., Trotzke, P., et al.. Cue – reactivity in Behavioral Addictions: A Meta – Analysis and Methodological Considerations, *Journal of Behavioral Addictions*, 2018, (2).
- [14] Engelmann, J. M., Versace, F., Robinson, J. D., et al.. Neural Substrates of Smoking Cue Reactivity: A Meta – analysis of fMRI Studies, *NeuroImage*, 2012, (1).
- [15] Horvath, J., Mundinger, C., Schmitgen, M. M., et al.. Structural and Functional Correlates of Smartphone Addiction, *Addictive Behaviors*, 2020, (1).
- [16][33] Schmitgen, M. M., Horvath, J., Mundinger, C., et al.. Neural Correlates of Cue Reactivity in Individuals with Smartphone Addiction, *Addictive Behaviors*, 2020, (2).
- [17] Hoehl, S., Wahl, S.. Recording Infant ERP Data for Cognitive Research, *Developmental Neuropsychology*, 2012, (3).
- [18] Gao, L., Zhang, J., Xie, H., et al.. Effect of the Mobile Phone – related Background on Inhibitory Control of Problematic Mobile

- Phone Use: An Event – related Potentials Study, *Addictive Behaviors*, 2020, (3).
- [19] Huang, Q., Li, D., Zhou, C., et al.. Multivariate Pattern Analysis of Electroencephalography Data Reveals Information Predictive of Charitable Giving, *Neuroimage*, 2021, (1).
- [20] Conti, C. L., Moscon, J. A., Fregni, F., et al.. Cognitive Related Electrophysiological Changes Induced by Non – invasive Cortical Electrical Stimulation in Crack – cocaine Addiction, *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 2014, (9).
- [21] Franken, I. H. A., Stam, C. J., Hendriks, V. M., et al.. Neurophysiological Evidence for Abnormal Cognitive Processing of Drug Cues in Heroin Dependence, *Psychopharmacology*, 2003, (1).
- [22] Little, M., Franken, I. H. A.. The Effects of Prolonged Abstinence on the Processing of Smoking Cues: An ERP Study Among Smokers, Ex – smokers and Never – Smokers, *Journal of Psychopharmacology*, 2007, (8).
- [23] Dunning, J. P., Parvaz, M. A., Hajcak, G., et al.. Motivated Attention to Cocaine and Emotional Cues in Abstinent and Current Cocaine Users—an ERP Study, *European Journal of Neuroscience*, 2011, (9).
- [24] Wölfling, K., Mörsen, C. P., Duven, E., et al.. To Gamble or not to Gamble: At Risk for Craving and Relapse – learned Motivated Attention in Pathological Gambling, *Biological Psychology*, 2011, (2).
- [25] Thalemann, R., Wölfling, K., Grüsser, S. M.. Specific Cue Reactivity on Computer Game – related Cues in Excessive Gamers, *Behavioral Neuroscience*, 2007, (3).
- [26][32][40] Prause, N., Steele, V. R., Staley, C., et al.. Modulation of Late Positive Potentials by Sexual Images in Problem Users and Controls Inconsistent with “Porn Addiction”, *Biological Psychology*, 2015, (1).
- [27] De-Sola Gutiérrez, J., Rodríguez de Fonseca, F., Rubio, G.. Cell – phone Addiction: A Review, *Frontiers in Psychiatry*, 2016, (1).
- [28] Nikhita, C. S., Jadhav, P. R., Ajinkya, S. A.. Prevalence of Mobile Phone Dependence in Secondary School Adolescents, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 2015, (11).
- [29] 苏 双 潘婷婷 刘勤学:《大学生智能手机成瘾量表的初步编制》,载《中国心理卫生杂志》,2014年第5期。
- [30] Farchakh, Y., Hallit, R., Akel, M., et al.. Nomophobia in Lebanon: Scale Validation and Association with Psychological Aspects, *PLoS One*, 2021, (4).
- [31] Bu, J., Young, K. D., Hong, W., et al.. Effect of Deactivation of Activity Patterns Related to Smoking Cue Reactivity on Nicotine Addiction, *Brain*, 2019, (6).
- [34] Cederstrom, C.. Cue – reactivity and Smartphone Dependency, *USC Aiken Psychology Theses*, 2021, (5).
- [35] Evans, D. W., Maliken, A.. Cortical Activity and Children’s Rituals, Habits and Other Repetitive Behavior: A Visual P300 Study, *Behavioural Brain Research*, 2011, (1).
- [37] Gabriel, D. A., Kamen, G., et al.. Neural Adaptations to Resistive Exercise: Mechanisms and Recommendations for Training Practices, *Sports Medicine*, 2006, (2).
- [38] Kühn, S., Gallinat, J.. Brain Structure and Functional Connectivity Associated with Pornography Consumption: The Brain on Porn, *JAMA Psychiatry*, 2014, (7).

(责任编辑:刘 彦)