

论著·临床研究

正念干预对苯丙胺类物质使用障碍者的影响

张佳婷^{1*}, 张靓丽^{1*}, 杜哲一¹, 李军², 吕朝晖², 杜江¹

上海交通大学医学院附属精神卫生中心, 上海 200030; 2. 上海市高境强制隔离戒毒所, 上海 201900

[摘要] 目的·探索正念干预对苯丙胺类物质使用障碍者的作用机制。**方法·**选取上海市某强制隔离戒毒所苯丙胺类物质使用障碍者40名,随机分成对照组与干预组。对照组仅接受常规治疗,干预组除常规治疗外增加正念干预。分别测量干预前后的静息态脑电及正念觉知注意力。**结果·**与对照组比较,干预组的正念觉知注意力有改善,睁眼状态下 β 频段额叶电极F4与F5脑电功能连接增强,冥想状态下顶叶电极P7与枕叶电极O2脑电功能连接增强,差异均有统计学意义($P=0.000$)。干预组顶枕叶的脑电功能连接增强与其正念觉知注意力得分具有相关性($P=0.000$)。**结论·**正念干预能增加苯丙胺使用障碍者正念觉知注意力,并增强部分额叶、顶枕叶脑电功能连接。

[关键词] 苯丙胺; 物质使用障碍; 正念干预; 脑电; 功能连接

[DOI] 10.3969/j.issn.1674-8115.2019.12.012 **[中图分类号]** R395.5 **[文献标志码]** A

Effect of mindfulness-based intervention on functional connectivity of resting state electroencephalogram of amphetamine-type stimulants use patients

ZHANG Jia-ting^{1*}, ZHANG Jing-ying^{1*}, DU Zhe-yi¹, LI Jun², LÜ Chao-hui², DU Jiang¹

1. Shanghai Mental Health Center, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200030, China; 2. Shanghai Gaojing Drug Rehabilitation Center, Shanghai 201900, China

[Abstract] **Objective** · To test the mechanism of mindfulness-based intervention in patients with amphetamine-types stimulants use disorders.

Methods · Forty participants from a drug rehabilitation center in Shanghai who had amphetamine-type stimulants use disorders were enrolled in this randomized controlled trial and randomly divided into either the intervention group or control group. The control group only received the normal treatment, while the intervention group received mindfulness-based intervention as well as normal treatment. Resting state electroencephalogram and mindfulness attention awareness were assessed before and after the intervention. **Results** · Compared with the control group, the scores of mindfulness attention awareness improved significantly in the intervention group ($P=0.000$), and functional connectivity of frontal cortex (F4 and F5) under the eye-open state and parietal-occipital cortex (P7 and O2) under the mindfulness state increased significantly in the intervention group in β oscillations ($P=0.000$). Moreover, the functional connectivity of parietal-occipital cortex was significantly correlated with the mindfulness attention awareness scores in the intervention group ($P=0.000$). **Conclusion** · Mindfulness-based intervention is effective in improving the mindfulness attention awareness and increasing the electroencephalogram functional connectivity of partial frontal and parietal-occipital cortex for patients with amphetamine-type stimulants use disorders.

[Key words] amphetamine-type stimulants; substance use disorders; mindfulness-based intervention; electroencephalogram; functional connectivity

近年来,苯丙胺类物质(amphetamine-type stimulants, ATS)因其易于制作、价格低廉、起效迅速而在成瘾者中日渐流行^[1-2],并已成为继大麻之后的全球第二大流行毒品^[3]。如何降低成瘾所致危害是目前戒毒禁毒工作的重点之一,而高复吸率是临床戒毒工作亟待解决的难题。有研

究^[4]发现,求治的物质使用障碍者出现复吸的比例高达70%。目前,物质使用障碍者的躯体戒断症状可借助药物帮助,但心理渴求尚缺乏有效的药物治疗,因此心理行为治疗成为降低渴求、预防复吸的主要干预手段^[5]。

正念(mindfulness)由东方宗教仪式演化而来^[6],

[基金项目] 国家自然科学基金(81871045);上海市科学技术委员会项目(19411969200)(National Natural Science Foundation of China, 81871045; Project of Science and Technology Commission of Shanghai Municipality, 19411969200)。

[作者简介] 张佳婷(1982—),女,学士;电子信箱:zjtzyyx@163.com。张靓丽(1994—),女,硕士;电子信箱:jingying_zhang77@163.com。*为共同第一作者。

[通信作者] 杜江,电子信箱:dujiangdou@163.com。



被定义为一种有意识的、集中在当下的非评判性觉察^[7]。1979年, Jon Kabat-Zinn教授应用正念减压治疗(mindfulness-based stress reduction, MBSR)帮助患者缓解疼痛和压力带来的痛苦, 正念开始成为心理健康的临床辅助干预手段。以正念为基础的干预手段在物质使用障碍领域得到越来越多的应用^[8-10]。在此基础上, Witkiewitz等^[11]开发出了针对物质使用障碍者的正念防复吸技术(mindfulness-based intervention relapse prevention, MBRP)。MBRP旨在教导练习者弱化负性情绪、应激事件等高危因素与渴求之间的关系, 从而帮助患者预防复吸^[12]。自Bowen等^[13]首次开展MBRP的随机对照试验以来, 已有大量临床试验证明MBRP的干预效果^[14-15]。相关研究从心理学层面探讨MBRP的作用机制, 而神经生物学机制方面的研究相对较少^[12]。

本文通过对大脑网络连接及正念觉知注意力改变的研究, 探索正念干预对成瘾行为的作用机制, 了解MBRP的神经生物学机制, 为后续开展临床干预提供依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

招募某强制隔离戒毒所的苯丙胺类使用障碍者40名, 因该强制隔离戒毒所均为男性患者, 故本研究入组患者均为男性。纳入标准: ①符合《美国精神疾病分类与诊断标准(第五版)》(Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, DSM-5)关于ATS使用障碍诊断标准。②年龄为18~65岁。③能够配合完成2周的干预及相关测试。排除标准^[16]: ①严重认知功能障碍。②严重器质性疾病。③曾参与某种形式的正念及相关练习, 如冥想、静修、气功。④同时参与其他研究。

本研究获上海交通大学医学院附属精神卫生中心伦理委员会审批(2018KY-20)。研究对象均并签署知情同意书。研究在国际临床试验注册平台(International Clinical Trials Registry Platform, ICTRP)注册, 注册号为NCT03748875。

1.2 方法

按照随机数字表将研究对象分成干预组和对照组, 每组各20人。2组在干预前后均接受问卷调查与脑电测试。干预组在常规治疗上增加正念干预, 每日1次, 每次2 h, 共计10次; 对照组仅接受所内常规治疗。

1.2.1 一般资料 采集受试的基本信息: 包括年龄、婚姻

状况、受教育年限、职业状况; 毒品使用史, 包括是否同时使用多种毒品、累计使用时间、剂量、戒断期。

1.2.2 量表测试 在研究人员指导下, 受试全部填写正念注意觉知量表(Mindfulness Attention Awareness Scale, MAAS)^[17]并进行测试, 量表共15个条目, 用于评定个体在日常生活中对当下的觉知和注意的特质。分值越高代表个体对当下的正念觉知注意越高。

1.2.3 脑电测试 使用BrainAmp MR plus系统(德国Brain Products公司), 按国际10/20系统扩展的64导电极帽记录脑电信号, 共采集睁眼、闭眼及正念干预后的冥想3段静息态各5 min的脑电数据。

根据既往相关研究^[18]分别提取额叶的Fp1、Fp2、F3、F4电极为观察电极, 提取观察频段δ(0.5~3 Hz)、θ(4~7 Hz)、α(8~12 Hz)、β(13~25 Hz)、γ1(25~45 Hz)、γ2(45~70 Hz)各范围内的平均功率谱数据^[19-20]进行统计分析。通过分析相位延迟指数(phase lag index, PLI)来计算脑电通道间的同步性以表示功能连接强度。PLI为1表示通道间信号完全同步, PLI为0表示完全不同步, PLI数值越大表示功能连接越强。

1.3 干预方法

本研究采用正念防复吸干预, 通过团体形式进行, 干预过程共分为8个阶段。干预内容依据《基于正念的成瘾行为复发预防临床医生指南》^[21], 见表1。

表1 正念防复吸干预的8个阶段

Tab 1 Eight stages of mindfulness-based relapse prevention

阶段	主题	活动内容
1	“自动化”反应与复吸	进食练习、身体扫描、放松冥想
2	识别触发渴求因素和认识渴求	身体扫描、放松冥想 家庭练习回顾和常见问题 渴求感体验及渴求讨论 高山冥想
3	日常生活中的正念	听觉意识 家庭练习回顾 呼吸冥想与回顾 SOBER呼吸
4	高危情境中的正念	视觉意识 坐式冥想: 听、呼吸、感觉、思维 个别和普遍复吸高危因素 SOBER呼吸 散步式冥想



(续表1)

阶段	主题	活动内容
5	接纳与技巧性反应	坐式冥想: 听, 呼吸, 感觉, 思维
		SOBER 休息 (2 人为 1 组)
		在高危情境中运用 SOBER 休息
		主题讨论
6	视思为思	注意运动
		坐式冥想: 思维
		思维与复吸讨论
		SOBER 休息
7	自我保健与生活方式的平衡	结束准备与家庭练习
		坐式冥想: 慈爱
		复吸从哪里开始?
		SOBER 休息
8	社会支持与继续练习	身体扫描
		支持网络的重要性
		未来打算
		总结冥想

注: SOBER—stop (停下), observe (观察), breath (呼吸), expand (扩展), react (反应)

表2 2组受试的人口学特征及毒品使用史

Tab 2 Demographics and drug use history of the two groups

项目	总计 (N=40)			t 值	P 值
		干预组 (n=20)	对照组 (n=20)		
年龄 / 岁	34.35 ± 7.52	31.65 ± 5.25	37.05 ± 8.55	3.23	0.021
婚姻状况 / n (%)				0.42	0.519
已婚	16 (40.0)	7 (35.0)	9 (45.0)		
未婚	24 (60.0)	13 (65.0)	11 (55.0)		
受教育年限 / 年	11.73 ± 2.76	11.25 ± 2.67	12.20 ± 2.84	0.06	0.283
职业 (有) / n (%)	29 (72.5)	17 (85.0)	12 (60.0)	3.14	0.077
同时使用多种毒品 (有) / n (%)	19 (47.5)	8 (40.0)	11 (55.0)	0.90	0.342
累计使用毒品时间 / 年	7.46 ± 5.84	8.78 ± 6.01	6.15 ± 5.49	0.15	0.158
平均使用剂量 / g	0.62 ± 0.32	0.68 ± 0.35	0.57 ± 0.29	4.40	0.307
戒断期 / 月	6.71 ± 4.22	5.98 ± 4.68	7.45 ± 3.69	-1.11	0.275

2.2 MAAS 量表分析

干预后, 干预组被试的正念觉知注意力较干预前有所提高, 而对照组则下降, 2 组比较, 差异有统计学意义

1.4 统计学方法

使用 IBM SPSS Statistics 20.0 统计软件进行 MAAS 量表数据的分析, 使用 Matlab2013b 统计软件和 EEGLab 工具包进行脑电数据分析。一般情况分析中, 连续变量使用 $\bar{x} \pm s$ 表示并比较采用 t 检验, 分类变量比较采用 χ^2 检验。干预前后 MAAS 量表和脑电变化使用独立样本 t 检验和重复测量方差分析检验, 相关分析使用 Pearson 相关进行计算。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况分析

干预组和对照组一般人口学特征和毒品使用情况见表 2。2 组年龄比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 干预组年龄低于对照组。其余人口学特征和毒品使用史差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。

($t=0.07$, $P=0.000$)。重复测量方差分析结果显示, 在组别主效应、时间主效应、交互效应上, 差异均有统计学意义 ($F=39.01$, $F=8.09$, $F=12.93$, $P < 0.05$), 见表 3。

表3 2组受试干预前后 MAAS 得分情况

Tab 3 MAAS scores before and after the intervention of the two group

时间	干预组	对照组	t 值	P 值	组别主效应		时间主效应		交互效应	
					F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
干预前	64.80 ± 13.60	56.60 ± 22.94	10.86	0.180	39.01	0.000	8.09	0.007	12.93	0.001
干预后	67.53 ± 11.45	33.15 ± 12.38	0.07	0.000						



2.3 脑电数据结果分析

2.3.1 功率谱分析 观测脑电频段 δ 、 θ 、 α 、 β 、 γ_1 、 γ_2 ，及前额叶与额叶的 Fp 1、Fp 2、F3、F4 脑电电极。

2.3.1.1 观察频段情况分析 分析干预前后 2 组在睁眼、闭眼状态下各频段的电极功率差异，结果发现在如下频段具有交互效应，见表 4。

δ 频段：闭眼状态下的 F3 电极上显现显著的交互作用 ($F=7.83$, $P=0.008$)。经过简单效应分析发现干预组在干预前后比较，差异有统计学意义 ($t=3.00$, $P=0.008$)，干预前大于干预后；而对照组在干预前后差异无统计学意义 ($P=0.540$)。

α 频段：在闭眼状态下的 Fp 2 中交互作用显著 ($F=4.62$, $P=0.038$)。对照组干预前后差异无统计学意义 ($P=0.428$)；干预组在干预前后差异有统计学意义 ($t=$

-2.19 , $P=0.042$)，干预前小于干预后。

γ 频段：在闭眼状态下 γ_1 和 γ_2 的 F3 ($F=15.22$, $P=0.000$; $F=13.06$, $P=0.001$)、F4 ($F=8.11$, $P=0.007$; $F=9.22$, $P=0.004$) 交互效应显著；干预组均减少，差异有统计学意义 ($t=3.14$, $P=0.006$; $t=2.89$, $P=0.010$; $t=2.90$, $P=0.010$; $t=2.74$, $P=0.014$)。而对照组在 F3 增加 ($t=-2.26$, $P=0.036$; $t=-2.12$, $P=0.047$)，差异有统计学意义；F4 无显著变化 ($P=0.358$, $P=0.171$)。在睁眼状态下 γ_1 的 F4 交互作用差异有统计学意义 ($F=4.39$, $P=0.043$)。另外， γ_1 在闭眼状态下的 Fp 1 上交互效应差异有统计学意义 ($F=5.29$, $P=0.027$ ；但干预组在干预前后差异无统计学意义 ($P=0.361$)，对照组干预前小于干预后，差异有统计学意义 ($t=-2.24$, $P=0.037$)。

表 4 2 组在睁眼闭眼状态下的脑电功率谱情况

Tab 4 Electroencephalogram power spectrum in the eye-closed and eye-open state of the two groups

频段	电极	组别	脑电 /dB		<i>t</i> 值	P 值	组别效应		时间效应		交互效应	
			干预前	干预后			F 值	P 值	F 值	P 值	F 值	P 值
δ (闭眼)	F3	干预组	31.30 ± 1.60	29.77 ± 1.77	3.00	0.008	7.39	0.010	4.19	0.048	7.83	0.008
		对照组	28.83 ± 2.60	29.07 ± 2.11	-0.62	0.540						
α (闭眼)	Fp 2	干预组	23.86 ± 2.54	25.08 ± 1.57	-2.19	0.042	0.54	0.466	1.08	0.305	4.62	0.038
		对照组	24.07 ± 3.33	23.65 ± 3.51	0.81	0.428						
γ_1 (闭眼)	Fp 1	干预组	15.33 ± 2.52	14.73 ± 2.68	0.94	0.361	0.54	0.465	1.17	0.287	5.29	0.027
		对照组	13.63 ± 2.94	15.29 ± 3.28	-2.24	0.037						
	F3	干预组	17.96 ± 2.10	15.90 ± 2.03	3.14	0.006	5.63	0.023	1.69	0.202	15.22	0.000
		对照组	14.98 ± 2.44	16.01 ± 2.42	-2.26	0.036						
γ_2	F4	干预组	17.81 ± 2.06	16.04 ± 1.93	2.89	0.010	6.51	0.015	2.73	0.107	8.11	0.007
		对照组	15.10 ± 2.37	15.57 ± 2.73	-0.94	0.358						
γ_1 (睁眼)	F4	干预组	18.81 ± 3.19	17.09 ± 3.00	2.03	0.057	4.53	0.040	1.96	0.170	4.39	0.043
		对照组	16.05 ± 2.99	16.40 ± 2.65	-0.65	0.521						
γ_2 (闭眼)	F3	干预组	15.09 ± 2.28	12.53 ± 3.07	2.90	0.010	2.87	0.099	1.00	0.323	13.06	0.001
		对照组	11.99 ± 2.65	13.43 ± 2.62	-2.12	0.047						
	F4	干预组	14.90 ± 2.32	12.64 ± 2.85	2.74	0.014	4.87	0.034	1.51	0.227	9.22	0.004
		对照组	11.90 ± 2.30	12.86 ± 2.78	-1.42	0.171						

注：仅列出有显著交互作用的频段与电极

2.3.1.2 观察脑电极情况分析 分析冥想状态下干预组与对照组的各频段电极功率差异，结果发现：干预组在 Fp 1 的 θ 频段，Fp 2 的 δ 、 θ 、 α 、 β 频段；F3 的 θ 、 β 频

段；F4 的 β 频段，与对照组相比，差异均有统计学意义 ($P<0.05$)，见表 5。

2.3.2 正念冥想对苯丙胺类物质使用障碍者脑电活动的影响



表5 2组受试冥想状态下的脑电功率谱情况

Tab 5 Electroencephalogram power spectrum in the mindful state of the two groups

频段	电极	功率/dB		<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
		干预组	对照组		
δ	Fp 2	28.38±2.55	26.51±1.64	2.93	0.009
θ	Fp 1	24.38±2.01	23.15±1.56	0.56	0.004
θ	Fp 2	24.93±1.96	23.25±1.66	0.36	0.006
θ	F3	27.04±2.14	25.68±1.84	0.30	0.039
α	Fp 2	24.30±2.17	22.35±2.80	1.18	0.020
β	Fp 2	18.94±2.17	17.13±2.50	0.00	0.021
β	F3	20.30±2.20	18.81±2.09	0.12	0.037
β	F4	20.46±2.22	19.04±2.00	0.95	0.042

注: 表格仅列出有显著结果的频段与电极

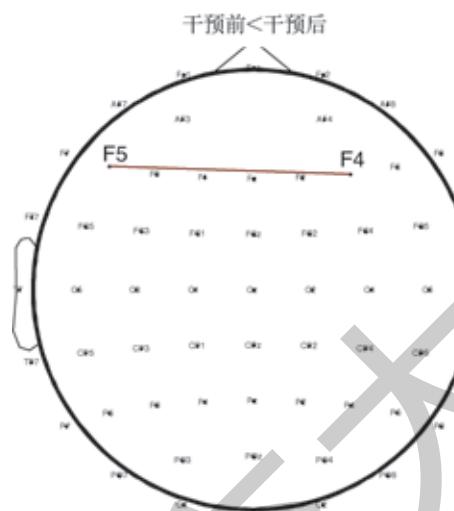


图1 干预组在干预前后睁眼状态下β频段脑电功能连接情况

Fig 1 Electroencephalogram functional connectivity in β oscillations of the research group during the eye-open state of the pre- and post-test

2.4 脑电功能连接与正念觉知注意力相关分析

发现显著结果的PLI值包括: 睁眼状态下, 干预组在干预前、后的 β 频段F4与F5电极间的PLI值; 干预后的冥想状态下, 干预组较对照组在 β 频段显著的P7与O2电极间的PLI值。经过Fisher校正后得到符合正态分布的PLI-Z值(分别记为PLI-Z₁, PLI-Z₂, PLI-Z₃), 分别与正念觉知注意力进行Pearson相关分析(结果记为 r_1 、 r_2 、 r_3); 结果显示, 冥想状态下的PLI-Z₃与正念觉知注意力得分具有相关性($r_3=0.51$, $P=0.000$), 其余均不显著($r_1=0.17$, $P>0.05$; $r_2=0.27$, $P>0.05$)。

3 讨论

脑电波形态因其与个体身心状态密切相关而成为探究个体的常见测量指标^[22]。个体睡眠状态下常出现 δ 频段活动性减少, 在平静、放松的闭眼状态下多呈现 α 频段

2.3.2 脑电功能连接分析 用PLI比较干预组、对照组在干预前后的脑电功能连接情况。通过配对样本*t*检验在经过错误发现率(false discovery rate, FDR)矫正后, 发现在闭眼状态下, 各频段均未发现显著差异; 而睁眼状态下, 干预组在干预后 β 频段的额叶F5与F4的2个电极间的功能连接增强, 差异有统计学意义($t=4.377$, $P=0.000$)(图1); 在干预后的冥想状态下, 干预组较对照组在顶叶P7和枕叶O2这2个电极间的功能连接增强, 差异有统计学意义($t=4.452$, $P=0.000$), 见图2。

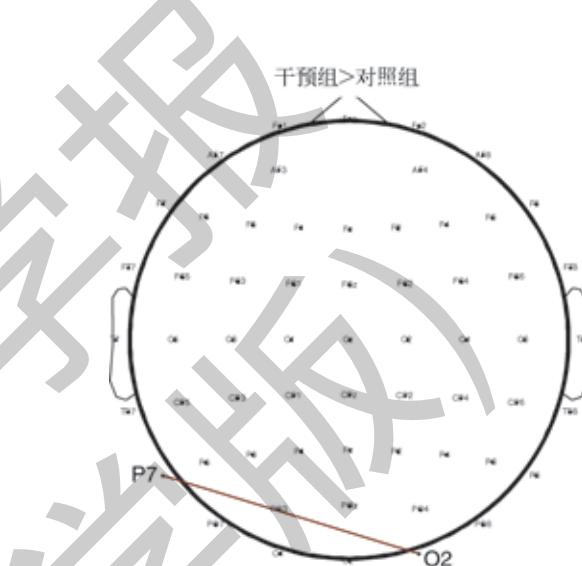


图2 干预后测冥想状态下干预组与对照组β频段的脑电功能连接情况

Fig 2 Electroencephalogram functional connectivity in β oscillations among the two groups during the mindful state of the post-test

增强, 而在知觉、注意、记忆过程中功率增加的 γ 频段减少。本研究被试在干预前后脑电功率变化的结果提示可能经过MBRP干预后, 干预组被试在闭眼状态下保持着一种具有意识的、安静放松状态, 这与正念干预增强个体对当下有意识、非评价觉察的初衷相一致。

同时我们还发现, 与对照组相比, 干预组在冥想状态下额叶的 δ 、 θ 、 α 、 β 频段功率增强。目前已有大量研究发现冥想状态下 α 、 θ 频段功率的增强, 如Lomas等^[23]回顾的56篇正念相关的脑电研究(包括1358名健康被试和357名精神障碍患者); Cahn等^[24]的meta分析所纳入的64篇报道均报道了冥想状态下 θ 频段的增加。但在冥想状态下 β 、 δ 和 γ 频段上却没有得出一致性的结论^[23], 未来研究可就此方向继续深入。

除此之外, 本研究还发现经过MBRP训练后干预组在 β 频段的部分脑电功能连接显著增强。既往研究中已有研究者提出额叶的 β 频段变化可能与物质使用障碍者的渴求相



关, 如 Littel 等^[28]发现在烟草使用障碍者中, 渴求增加与左右侧额叶在 β 频段的活动性增加相关; Reid 等^[26-27]在可卡因使用障碍者中也发现渴求与前额叶 β 频段的功率增强有关。

本研究共发现 2 条功能连接增强, 即睁眼状态下额叶(F4 到 F5), 冥想状态下顶枕叶(P7 到 O2), 并且冥想状态下功能连接的增强与正念觉知注意力显著相关, 这可能反映出 MBRP 对 ATS 使用障碍者脑功能的改善。已有大量研究^[28-30]显示正念对个体的执行控制功能与注意功能具有显著的改善作用。而个体注意定向功能与额叶皮层、注意加工功能与顶叶、注意偏向与枕叶有着重要联系。研究发现为期 3d 的密集式 MBSR 干预导致心理压力较大的待业人员默认网络的静息态脑电功能连接增强^[31], 执行控制环路功能涉及脑区功能连接增强^[29]。还有研究^[32-34]显示这种脑功能连接的增加有可能会影响情绪调节、压力应对及应激相关的健康指标变化。

既往研究^[33]发现相较于健康被试, 苯丙胺类使用障碍者的脑功能连接有明显损害, 而我们的研究则提示正念干预也许可以帮助改善苯丙胺类使用障碍患者脑电功能连接异常的情况。这可能会影响情绪调节、压力应对及应激相关的健康指标^[32-34], 以及注意力、问题解决等认知控制能力的变化^[35], 从而影响其渴求及复吸情况。因此, 脑功能连接增强可能是正念干预的作用机制之一。

本研究尚存在局限性: ①选取的研究对象为强制隔离戒毒所内的男性 ATS 使用障碍者, 且样本量偏小。未来将在其他物质使用障碍患者中进一步开展研究。②本研究发现干预后 ATS 使用障碍者的部分脑电功能连接有显著变化, 未来可就正念干预的长程干预效果进行随访研究。③本研究仅呈现正念干预的电生理指标方面变化, 缺乏在渴求、复吸、情绪等物质使用障碍相关重要指标, 未来研究需进一步探索。

参·考·文·献

- [1] Kalechstein AD, de la Garza R 2nd, Newton TF, et al. Quantitative EEG abnormalities are associated with memory impairment in recently abstinent methamphetamine-dependent individuals[J]. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*, 2009, 21(3): 254-258.
- [2] Newton TF, Cook IA, Kalechstein AD, et al. Quantitative EEG abnormalities in recently abstinent methamphetamine dependent individuals[J]. *Clin Neurophysiol*, 2003, 114(3): 410-415.
- [3] The United Nations Office on Drugs and Crimes. World drug report 2017[R]. Vienna: UNODC, 2017.
- [4] Walitzer KS, Dearing RL. Gender differences in alcohol and substance use relapse[J]. *Clin Psychol Rev*, 2006, 26(2): 128-148.
- [5] Najavits LM, Weiss RD. The role of psychotherapy in the treatment of substance-use disorders[J]. *Harv Rev Psychiatry*, 1994, 2(2): 84-96.
- [6] Harvey P. An introduction to Buddhism: teachings, history and practices [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
- [7] Kwee M. Wherever you go, there you are: mindfulness meditation in everyday life[J]. *Behav Res Ther*, 1995, 33(8): 996.
- [8] Zgierska A, Rabago D, Chawla N, et al. Mindfulness meditation for substance use disorders: a systematic review[J]. *Subst Abus*, 2009, 30(4): 266-294.
- [9] Chiesa A, Serretti A. Are mindfulness-based interventions effective for substance use disorders? A systematic review of the evidence[J]. *Subst Use Misuse*, 2014, 49(5): 492-512.
- [10] Li W, Howard MO, Garland EL, et al. Mindfulness treatment for substance misuse: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Subst Abuse Treat*, 2017, 75: 62-96.
- [11] Witkiewitz K, Marlatt GA, Walker D. Mindfulness-based relapse prevention for alcohol and substance use disorders[J]. *J Cogn Psychother*, 2005, 19(3): 211-228.
- [12] 张靓丽, 施菁青, 杜江. 正念干预对复吸及相关影像学研究 [J]. 上海交通大学学报(医学版), 2018, 38(8): 973-978.
- [13] Bowen S, Chawla N, Collins SE, et al. Mindfulness-based relapse prevention for substance use disorders: a pilot efficacy trial[J]. *Subst Abus*, 2009, 30(4): 295-305.
- [14] Bowen S, Witkiewitz K, Clifasefi SL, et al. Relative efficacy of mindfulness-based relapse prevention, standard relapse prevention, and treatment as usual for substance use disorders: a randomized clinical trial[J]. *JAMA Psychiatry*, 2014, 71(5): 547-556.
- [15] Grant S, Colaiaco B, Motala A, et al. Mindfulness-based relapse prevention for substance use disorders: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Addict Med*, 2017, 11(5): 386-396.
- [16] Andreu CI, Cosmelli D, Slagter HA, et al. Effects of a brief mindfulness-meditation intervention on neural measures of response inhibition in cigarette smokers[J]. *PLoS One*, 2018, 13(1): e0191661.
- [17] Brown KW, Ryan RM. The benefits of being present: mindfulness and its role in psychological well-being[J]. *J Pers Soc Psychol*, 2003, 84(4): 822-848.
- [18] Tanaka GK, Maslachati T, Gongora M, et al. Effortless attention as a biomarker for experienced mindfulness practitioners[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0138561.
- [19] Moynihan JA, Chapman BP, Klorman R, et al. Mindfulness-based stress reduction for older adults: effects on executive function, frontal α asymmetry and immune function[J]. *Neuropsychobiology*, 2013, 68(1): 34-43.
- [20] Berkovich-Ohana A, Glicksohn J, Goldstein A. Mindfulness-induced changes in γ band activity: implications for the default mode network, self-reference and attention[J]. *Clin Neurophysiol*, 2012, 123(4): 700-710.
- [21] 北京市教育矫治(戒毒管理)局. 基于正念的成瘾行为复发预防临床医生指南 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016.
- [22] 大熊辉雄著, 周锦华译. 临床脑电图学 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [23] Lomas T, Ivtsan I, Fu CH. A systematic review of the neurophysiology of mindfulness on EEG oscillations[J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2015, 57: 401-410.
- [24] Cahn BR, Polich J. Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies[J]. *Psychol Bull*, 2006, 132(2): 180-211.
- [25] Littel M, Franken IH, van Strien JW. Changes in the electroencephalographic spectrum in response to smoking cues in smokers and ex-smokers[J]. *Neuropsychobiology*, 2009, 59(1): 43-50.
- [26] Reid MS, Prichep LS, Ciplet D, et al. Quantitative electroencephalographic studies of cue-induced cocaine craving[J]. *Clin Electroencephalogr*, 2003, 34(3): 110-123.
- [27] Reid MS, Flammino F, Howard B, et al. Topographic imaging of quantitative EEG in response to smoked cocaine self-administration in humans[J]. *Neuropsychopharmacology*, 2006, 31(4): 872-884.
- [28] Lin YL, Fisher ME, Moser JS. Clarifying the relationship between mindfulness and executive attention: a combined behavioral and neurophysiological study[J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2019, 14(2): 205-215.
- [29] Taren AA, Gianaros PJ, Greco CM, et al. Mindfulness meditation training and executive control network resting state functional connectivity: a randomized controlled trial[J]. *Psychosom Med*, 2017, 79(6): 674-683.
- [30] Tang YY, Yang LZ, Leve LD, et al. Improving executive function and its neurobiological mechanisms through a mindfulness-based intervention: advances within the field of developmental neuroscience[J]. *Child Dev Perspect*, 2012, 6(4): 361-366.
- [31] Berkovich-Ohana A, Glicksohn J, Goldstein A. Studying the default mode and its mindfulness-induced changes using EEG functional connectivity[J]. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 2014, 9(10): 1616-1624.
- [32] Creswell JD, Lindsay EK. How does mindfulness training affect health? A mindfulness stress buffering account[J]. *Curr Dir Psychol Sci*, 2014, 23(6): 401-407.
- [33] Mrazek MD, Smallwood J, Schooler JW. Mindfulness and mind-wandering: finding convergence through opposing constructs[J]. *Emotion*, 2012, 12(3): 442-448.
- [34] Christoff K, Gordon AM, Smallwood J, et al. Experience sampling during fMRI reveals default network and executive system contributions to mind wandering[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2009, 106(21): 8719-8724.
- [35] Ahmadlou M, Ahmadi K, Rezazade M, et al. Global organization of functional brain connectivity in methamphetamine abusers[J]. *Clin Neurophysiol*, 2013, 124(6): 1122-1131.

[收稿日期] 2019-05-21

[本文编辑] 徐 敏

