

基于功能性近红外光谱成像技术定制状态音乐干预前额叶功能的低耗散优化机制

徐乐娉¹, 余瑾², 李莉³, 王德新², 伦婷婷², 欧陕兴⁴

1. 宁夏回族自治区中医医院暨中医研究院康复中心, 宁夏 银川 750021; 2. 广州中医药大学针灸康复临床医学院, 广东 广州 510405;
3. 广东食品药品职业学院中医保健学院, 广东 广州 510520; 4. 南部战区总医院放射科, 广东 广州 510010

【摘要】目的:使用功能性近红外光谱成像技术(fNIRS)观测定制状态音乐对健康人体前额叶(PFC)功能的影响,并从入睡情况和主观感受观测对心理的影响,以此探究定制状态音乐的脑作用机制及对心身状态的干预效果。**方法:**定制状态音乐曲目,收集20位健康受试者分别在静息状态和聆听音乐状态下20 min内的PFC氧合血红蛋白(Oxy-Hemoglobin, HbO)浓度、入睡情况和主观感受。**结果:**(1)聆听状态音乐时PFC每分钟HbO浓度有差异($P<0.05$),第2分钟达到峰值,第4分钟出现谷值;与静息状态相比,第3分钟聆听音乐时HbO浓度高于静息状态,差异有统计学意义($P<0.05$);第4分钟音乐状态HbO浓度低于静息状态,差异有统计学意义($P<0.01$);(2)聆听状态音乐较静息可以更好的诱导受试者进入睡眠状态($P<0.05$);(3)状态音乐带给受试者更好的主观感受($P<0.01$)。**结论:**定制状态音乐产生一定程度的PFC抑制,可诱导人体进入深度放松状态,根据全维医学和仿生健康低耗散优化理论,有助于促进内在自组织康复,为“低耗散优化”脑机制提供了一定的依据,值得在临床中进一步使用和研究。

【关键词】状态音乐;功能性近红外光谱成像技术;前额叶;低耗散优化

【中图分类号】R318

【文献标志码】A

【文章编号】1005-202X(2022)10-1303-07

Exploring low dissipation optimization mechanism of customized state music to intervene prefrontal cortex function by fNIRS

XU Leping¹, YU Jin², LI Li³, WANG Dexin², LUN Tingting², OU Shanxing⁴

1. Rehabilitation Center, Ningxia Chinese Medicine Research Center, Yinchuan 750021, China; 2. Clinical Medical College of Acupuncture Moxibustion and Rehabilitation, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510405, China; 3. School of TCM Healthcare, Guangdong Food and Drug Vocational College, Guangzhou 510520, China; 4. Department of Radiology, General Hospital of Southern Theatre Command, Guangzhou 510010, China

Abstract: Objective To observe the effects of customized state music on the prefrontal cortex (PFC) function in healthy individuals using functional near-infrared spectroscopy (fNIRS), and to observe its psychological effects through the analyses on sleep state and subjective feelings, thereby exploring the brain mechanism of customized state music and its intervention effect on psychosomatic state. **Methods** The state music track was customized. The PFC oxygenated hemoglobin (HbO) concentrations, sleep states and subjective feelings of 20 healthy individuals in resting state and when they were listening to music were collected. **Results** (1) PFC HbO concentration per minute was different when listening to music ($P<0.05$), with the peak value in the 2nd minute, and the valley value in the 4th minute. Compared with those in resting state, the HbO concentration was higher in the 3rd minute when listening to music ($P<0.05$), and lower in the 4th minute when listening to music ($P<0.01$). (2) Listening to music better induced listeners to sleep than being in the resting state ($P<0.05$). (3) Music brought better subjective feelings to listeners ($P<0.01$). **Conclusion** State music intervention produces certain PFC inhibition, and it can induce the human body into the deep relaxation state. According to the theory of full dimensional medicine and bionic health low dissipation optimization, it helps to promote internal self-rehabilitation, and provides a certain basis for the brain mechanism of "low dissipation optimization", worthy of further application and research in clinical practice.

Keywords: state music; functional near-infrared spectroscopy; prefrontal cortex; low dissipation optimization

【收稿日期】2022-05-08

【基金项目】广东省普通高校“人工智能”重点领域专项(2019KZDZX1041)

【作者简介】徐乐娉,硕士研究生,研究方向:中西医结合康复,E-mail: 1402297314@qq.com

【通信作者】余瑾,E-mail: yjtem@gzucm.edu.cn

前 言

现代社会节奏逐渐加快,心身疾病成为人类健康的主要威胁。音乐治疗被认为是心身康复效法,中医音乐疗法通过辨证施乐调节情绪、气机、脏腑以起到平衡阴阳的作用^[1],达到心身康复的目的。状态导向音乐治疗(Guides State Music Therapy, GSMT)^[2]是中医音乐治疗发展过程中新兴的一种中医音乐疗法,基于中医背景以状态为导向,根据音乐“升降浮沉”和“寒热温凉”的性质,针对聆听者的心身状态,定制曲目唤醒、激活、转化意识,将人体偏颇的心身状态调节为中和状态,从而促进功能恢复,是创造性转化和创新性发展的中国特色音乐治疗技术。

聆听音乐广泛激活不同脑区,其中前额叶(Prefrontal Cortex, PFC)同时参与了音乐情绪和认知的加工^[3-4],产生相应的情绪体验和高级精神活动。功能性近红外光谱成像技术(functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)是一种新兴的脑功能检测设备,较高的时间、空间分辨率可以更好地在时间、空间两个维度反应脑活动;对受试者的身体活动没有严苛的要求,适宜进行较长时间的连续测试。另外,fNIRS运行时无噪音,广泛应用在听觉认知活动的脑机制研究中^[5]。综上所述,笔者采用fNIRS,以PFC为观测脑区,探讨定制状态音乐干预人体状态的脑机制。

1 试验材料

1.1 定制状态音乐

通过文献检索和专家咨询,根据调和阴阳的治则及滋阴潜阳、恢复形神合一的治疗目的,最终确定海浪自然音、颂钵、引导语和古琴4个音乐元素。海浪频率最接近人体的呼吸频率与 α 脑波,最具有舒缓作用^[6],以水鉴心可涤除杂念,恢复心身清灵^[7],其润下的特性可助养肾气,引气(火)下行。颂钵通过敲击或摩擦发出空灵通透的声音,具有较低的共振频率,更好的引起液体共振,颂钵属金,其声肃杀,具有收敛气机之功。引导语可帮助聆听者更好的接受和感受音乐^[8],本引导词以“守神”为纲,参照汶川地震音乐心身康复项目提出的“观自在、长生玉、莲花心^[9]”治疗理念撰写,并以明月为意象,黑夜、大海与之共同营造出“海上生明月”的静匿意境。古琴曲选用的《文王操》是徵调式琴曲^[10],入心,风格较为欢快,具有炎上的特性,与其他元素相互制约,使整首音乐阴阳平和。

海浪音由专家提供,颂钵、古琴由专家现场演奏录制,音频均为44 100 Hz,双声道立体声,32位浮点。首先将所有音频导入Adobe Audition CS6进行组织、编辑;其次进行引导词录制,调整语速并行降噪处理;然后将处理好的引导词放入音乐,调整后导出音频予以专家们聆听修改,最终完成整首音乐,输出频率为44 100 Hz,时长20:08 min,双声道立体声,32位浮点。状态音乐曲目制作流程见图1,音乐结构见表1。

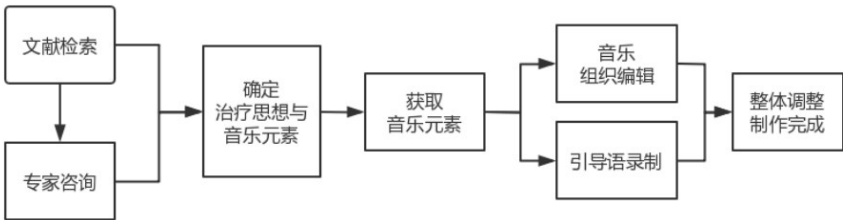


图1 状态音乐曲目制作流程
Figure 1 State music track production process

表1 状态音乐曲目结构
Table 1 Structure of the state music track

时间/min	音乐元素
0:00-20:08	海浪声
0:00-1:00	提示语、引导呼吸
1:30-4:00	颂钵
4:00-17:30	古琴《文王操》
4:00-10:00	引导词:观自在、松通养心法
10:30-15:00	引导词:长生玉
15:30-17:00	引导词:莲花心
17:20-20:00	颂钵

1.2 试验对象

受试者来源:2020年8月~10月在广州白云心理医院招募健康志愿受试者24位。纳入标准:①年龄18~28岁;②身体健康,无头痛头晕、感冒、发热、疼痛等身体不适症状;③意识清楚,无听力障碍及认知障碍,能配合试验者;④无睡眠障碍、精神疾病者;⑤无药物、酒精滥用史;⑥无心脑血管疾病史、手术史;⑦近一个月内未服用过镇静安神抗焦虑抗抑郁类药物者;⑧自愿参与本试验研究且知情同意者。排除标准:①不满足纳入标准者;②有梅毒、艾滋等传染性疾病者。剔除标准:①fNIRS通道信号经调整后仍较

差者;②试验过程中出现严重不良反应、不良事件或其他事件导致试验中断者;③试验过程中进行明显活动导致监测数据出现显著变化者。

4位受试者在试验过程中满足剔除标准,因此最终有20位受试者参与试验,其中男性2位,女性18位,平均年龄(20.25±1.41)岁,所有的受试者均为右利手,视力或校正视力正常,本科学历,且试验过程中均未出现不良反应。

1.3 试验环境

试验室环境舒适,光线柔和。室内温度(25±2.5)℃,通风良好,活动空间约20 m²,控制噪音≤40 dB,试验过程中只允许1位试验者和1位受试者在场,将手机设置为静音。

1.4 试验设备及指标

1.4.1 监测设备 本试验采用北京丹阳汇创医疗器械有限公司生产的fNIRS仪器以10 Hz的采样率观测PFC活动情况,同时使用LabVIEW™中的定制同步程序进行记录(图2)。fNIRS仪器共采集氧合血红蛋白(Oxy-Hemoglobin, HbO)浓度、脱氧血红蛋白(Deoxy-Hemoglobin, HbR)浓度和总体血红蛋白浓度3种信号,其中HbO信号对皮层血流变化更敏感且具有更高的信噪比^[11],因此研究选定HbO浓度值为试验指标。



图2 fNIRS设备
Figure 2 fNIRS equipment

1.4.2 音乐播放设备 音乐播放器采用蓝牙环脖音箱(宾艾尼M26,图3)。

1.4.3 试验记录表—入睡情况及主观感受评分 本试验采用试验记录表记录不同状态下受试者的入睡情况及主观感受评分。入睡情况分为未入睡和入睡(半梦半醒状态看作是入睡),每位受试者结束检测后,询问其是否在试验过程中入睡,并让其针对当下的感受做出主观感受评分。主观感受评分参照VAS视觉模拟评分法,分数为0~10分,0分为极度不适,10分为极度舒适。

1.5 试验方案及流程

试验使用单样本自身对照设计,每位受试者分



图3 音乐播放器—蓝牙音箱
Figure 3 Music player—Bluetooth audio

别采集静息和音乐状态下的数据,以静息状态的数据为对照。试验在白天进行,所有操作均符合伦理要求。受试者进入试验室后休息10 min,手机调为静音,并告知试验注意事项:(1)头部禁止活动;(2)双手叠放于小腹,非必要不移动、不活动。受试者同意后签署知情同意书。受试者佩戴fNIRS设备后平卧,试验者调试信号较差的通道直至良好,示意受试者保持静息状态。数据图像平稳后,开始监测20 min,监测完毕后受试者起身休息,填写试验记录表。平静休息30 min后佩戴音箱,调试音量直至受试者自觉舒适(控制在40~60 dB)。佩戴fNIRS设备后平卧,通道调试完成后试验开始,数据图像平稳后播放音乐并同步监测20 min。监测完毕后受试者起身休息,再次填写试验记录表。

1.6 统计学方法

对fNIRS数据进行预处理,将原始信号导入MATLAB R2014a软件中滤波,滤波后的HbO浓度输出至Excel保存。将PFC的16个通道作为整体,以1 min为单位时间计算出每分钟的均值,以此表示PFC在单位时间内的变化情况。

将整理好的HbO浓度、入睡情况及VAS评分导入IBM SPSS 20.0。每个状态单位时间HbO浓度变化差异均使用重复测量方差分析。音乐状态与静息状态的比较使用配对t检验。入睡情况使用配对卡方检验。满足正态分布的数据使用均数±标准差表示,否则使用非参数检验,用M(Q1, Q3)表示。

2 试验结果

2.1 静息状态下PFC的变化情况

静息状态下PFC的变化情况见表2、图4。对PFC的HbO浓度进行重复测量方差分析,结果显示静息状态下PFC每分钟内HbO浓度虽有差异,但不具有统计学意义(P=0.831)。

2.2 音乐状态下PFC的变化情况

音乐状态下PFC的变化情况见表3、图5。对

表 2 静息状态 PFC 单位时间内 HbO 浓度变化情况($\bar{x} \pm s, \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$)

Table 2 PFC oxygenated hemoglobin (HbO) concentration per unit time in resting state ($Mean \pm SD, \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$)

时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度
0~1 min	89.81±999.07	5~6 min	-95.44±364.54	10~11 min	127.67±601.78	15~16 min	69.29±405.18
1~2 min	23.81±317.9	6~7 min	-75.87±399.41	11~12 min	-3.20±370.22	16~17 min	-2.80±350.02
2~3 min	-119.37±370.67	7~8 min	57.23±589.49	12~13 min	-68.15±507.51	17~18 min	-118.88±474.63
3~4 min	66.85±336.95	8~9 min	20.51±405.05	13~14 min	16.91±585.40	18~19 min	-8.84±481.45
4~5 min	83.91±303.89	9~10 min	-59.69±490.12	14~15 min	12.67±438.79	19~20 min	-99.72±429.78

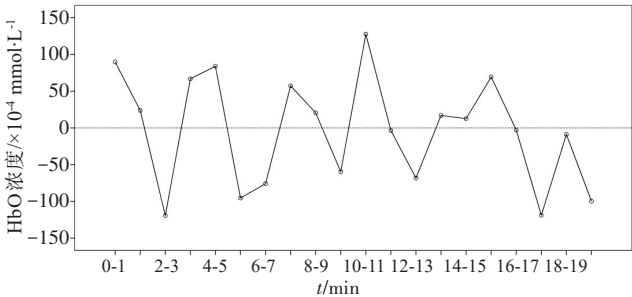


图 4 静息状态 PFC 单位时间内 HbO 浓度变化情况

Figure 4 PFC HbO concentration per unit time in resting state

HbO 浓度进行重复测量方差分析,结果显示音乐状态下 PFC 每分钟内 HbO 浓度之间的差异具有统计学意义($P=0.04$)。进一步对每分钟的 HbO 浓度与其他单位时间进行两两分析。

结果显示第 1 分钟(0~1 min)内的浓度明显低于第 2 分钟(1~2 min)、第 6 分钟(5~6 min)的浓度,差异有统计学意义($P=0.004$ 、 $P=0.027$)。第 2 分钟(1~2 min)内的浓度达到峰值,与 0~1 min($P=0.004$)、3~4 min($P=0.004$)、4~5 min ($P=0.045$)、7~8 min ($P=0.031$)、9~10 min

表 3 音乐状态 PFC 单位时间内 HbO 浓度变化情况($\bar{x} \pm s, \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$)

Table 3 PFC HbO concentration per unit time when listening to music ($Mean \pm SD, \times 10^{-4} \text{ mmol/L}$)

时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度	时间	HbO 浓度
0~1 min	-219.46±743.52	5~6 min	236.72±382.82 ^{*bb}	10~11 min	-96.88±422.74 ^{bc}	15~16 min	41.67±567.00 ^b
1~2 min	259.91±482.77 ^{**}	6~7 min	9.01±302.45 ^{bb}	11~12 min	138.26±239.67 ^{bbd}	16~17 min	-118.88±579.73 ^{bc}
2~3 min	102.21±307.27	7~8 min	-35.04±348.05 ^{ib}	12~13 min	-129.58±394.92 ^{ccc}	17~18 min	125.23±673.52 ^b
3~4 min	-376.11±513.12 ^{###aa}	8~9 min	67.67±377.87 ^b	13~14 min	81.18±500.81 ^b	18~19 min	-4.53±424.56 ^b
4~5 min	38.24±232.30 ^{ib}	9~10 min	-85.58±372.05 ^{###ccc}	14~15 min	-87.20±473.85 ^{ccc}	19~20 min	84.93±361.87 ^{bb}

与 0~1 min 相比, ^{*} $P<0.05$ 、^{**} $P<0.01$; 与 1~2 min 相比, [#] $P<0.05$ 、^{##} $P<0.01$; 与 2~3 min 相比, ^a $P<0.05$; 与 3~4 min 相比, ^b $P<0.05$ 、^{bb} $P<0.01$; 与 5~6 min 相比, ^c $P<0.05$ 、^{cc} $P<0.01$ 、^{ccc} $P<0.001$; 与 9~10 min 相比, ^d $P<0.05$; 与 11~12 min 相比, ^e $P<0.05$

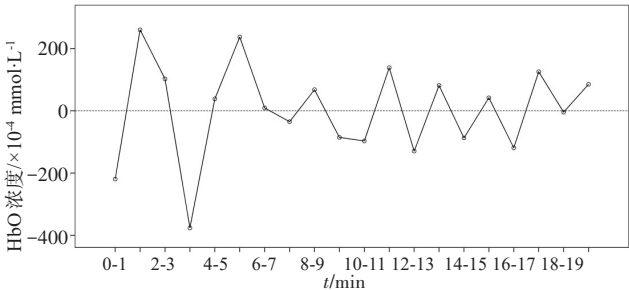


图 5 音乐状态 PFC 单位时间内 HbO 浓度变化情况

Figure 5 PFC HbO concentration per unit time when listening to music

($P=0.008$)、12~13 min($P=0.012$)、14~15 min($P=0.012$)、16~17 min($P=0.038$)有统计学差异。第 4 分钟(3~4 min)内的浓度达到谷值,与 1~2 min ($P=0.004$)、2~3 min

($P=0.006$)、4~5 min($P=0.01$)、5~6 min($P=0.005$)、6~7 min ($P=0.002$)、7~8 min($P=0.011$)、8~9 min($P=0.01$)、10~11 min ($P=0.022$)、11~12 min($P=0.001$)、13~14 min($P=0.013$)、15~16 min($P=0.028$)、17~18 min($P=0.014$)、18~19 min ($P=0.018$)、19~20 min($P=0.003$)差异有统计学意义。第 5 分钟(4~5 min)的浓度高于 3~4 min,差异有统计学意义($P=0.01$)。在第 6 分钟(5~6 min)浓度达到第二个高峰,高于 0~1 min($P=0.027$)、3~4 min ($P=0.005$)、9~10 min ($P=0$)、10~11 min ($P=0.048$)、12~13 min ($P=0.02$)、14~15 min($P=0.021$)、16~17 min($P=0.045$),差异有统计学意义。第 12 分钟(11~12 min)的浓度高于 9~10 min($P=0.031$)、12~13 min ($P=0.028$)和 14~15 min ($P=0.029$),差异具有统计学意义。

2.3 音乐状态与静息状态的差异

音乐状态与静息状态的差异见表4、图6。结果显示,虽然在20 min的状态音乐干预下,PFC HbO浓度的均值高于静息状态,但差异没有统计学意义($P=0.788$)。分别对每一分钟两种状态下的HbO浓度进行比较,发现音乐状态下PFC只在第3分钟(2~3 min)、第4分钟(3~4 min)与静息状态差异存在统计学差异,具体表现为状态音乐在第3分钟激活了PFC 皮层($P=0.036$),第4分钟相较于静息状态,PFC 受到明显的抑制($P=0.002$)。

表4 不同状态下PFC单位时间内HbO浓度的差异($\bar{x} \pm s$, $\times 10^{-4}$ mmol/L)

Table 4 Differences in PFC HbO concentration per unit time between different states (Mean \pm SD, $\times 10^{-4}$ mmol/L)

时间	静息	音乐	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
0~1 min	89.81 \pm 999.07	-219.46 \pm 743.52	-1.245	0.228
1~2 min	23.81 \pm 317.90	259.91 \pm 482.77	1.925	0.069
2~3 min	-119.37 \pm 370.67	102.21 \pm 307.27*	2.252	0.036
3~4 min	66.85 \pm 336.95	-376.11 \pm 513.12**	-3.549	0.002
4~5 min	83.91 \pm 303.89	38.24 \pm 232.30	-0.512	0.615
5~6 min	-95.44 \pm 364.54	236.72 \pm 382.82	1.158	0.261
6~7 min	-75.87 \pm 399.41	9.01 \pm 302.45	0.699	0.493
7~8 min	57.23 \pm 589.49	-35.04 \pm 348.05	-0.748	0.464
8~9 min	20.51 \pm 405.05	67.67 \pm 377.87	0.362	0.721
9~10 min	-59.69 \pm 490.12	-85.58 \pm 372.05	-0.263	0.796
10~11 min	127.67 \pm 601.78	-96.88 \pm 422.74	-1.665	0.112
11~12 min	-3.20 \pm 370.22	138.26 \pm 239.67	1.599	0.126
12~13 min	-68.15 \pm 507.51	-129.58 \pm 394.92	-0.366	0.719
13~14 min	16.91 \pm 585.40	81.18 \pm 500.81	0.437	0.667
14~15 min	12.67 \pm 438.79	-87.20 \pm 473.85	-0.706	0.489
15~16 min	69.29 \pm 405.18	41.67 \pm 567.00	-0.158	0.876
16~17 min	-2.80 \pm 350.02	-118.88 \pm 579.73	-0.750	0.463
17~18 min	-118.88 \pm 474.63	125.23 \pm 673.52	1.388	0.181
18~19 min	-8.84 \pm 481.45	-4.53 \pm 424.56	0.032	0.974
19~20 min	-99.72 \pm 429.78	84.93 \pm 361.87	1.290	0.213
平均	-4.18 \pm 65.47	1.59 \pm 55.17	0.273	0.788

与静息状态相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$

2.4 入睡情况

入睡情况见表5。配对卡方检验结果显示,入睡情况存在差异,且差异具有统计学意义($P=0.035$),表明状态音乐可以诱导聆听者进入更为放松的休息状态。

2.5 主观感受评分

主观感受评分不满足正态分布,对数据进行

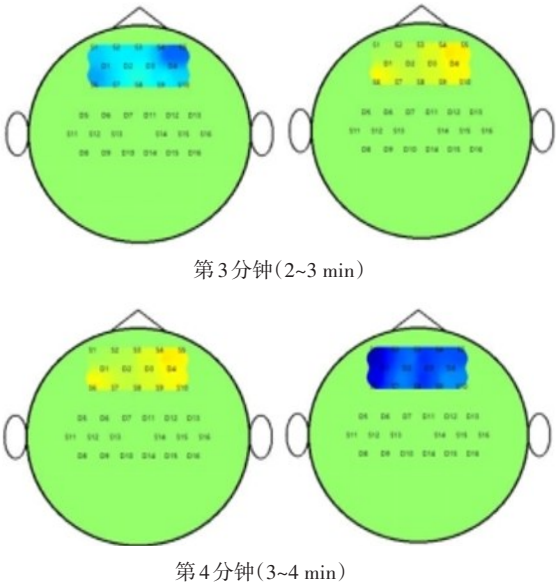


图6 不同状态下PFC实时活动情况(左:静息状态;右:音乐状态)
Figure 6 Real-time activity of PFC in different states (Left: resting state; Right: listening to music)

表5 不同状态下受试者入睡情况[例(%)]

Table 5 Sleep states of subjects in different states [cases (%)]

状态	未入睡	入睡
静息状态(<i>n</i> =20)	8(40)	12(60)
音乐状态(<i>n</i> =20)	3(15)	17(85)

Wilcoxon 符号秩和检验,VAS 评分用 $M(Q1, Q3)$ 表示,结果显示受试者在聆听状态音乐后感受良好,VAS 评分 8.00(7.00,9.00)远高于静息状态 6.00(5.00,6.75),差异有统计学意义($P=0.001$),表明状态音乐可以改善聆听者的主观感受,给聆听者带来良好的体验。

3 讨论

3.1 状态音乐对PFC活动的影响

PFC 是人体最为重要的脑区,参与人体情绪调控和认知活动^[12-13],是意识活动的重要地方,因此 PFC 的变化可反映意识及情绪的变化。试验结果说明人体在闭目静息状态下 PFC 进行基础氧代谢活动,并未出现思维或情绪的明显变化,但在聆听状态音乐时,PFC 发生了即刻活动。

人体在闭目静息起始的第1分钟,PFC 仍处于较为活跃的状态,但聆听音乐的第1分钟,PFC 活动就受到抑制。由音乐结构得知,音乐起始是海浪自然音。自然音又被称为白噪音,是具有 1/*f*波特性的类自然界信号,现代科学认为人的听觉感知系统或对此类具有 1/*f*特性的白噪音更为敏感^[14],在欣赏白噪声时,PFC 处的 α 脑波频率变慢变缓^[15],减少神经活

动,具有良好的心身放松作用,本试验的结果正好与之相符。另外,海浪声具有润下的特性,听之可引气(火)下行,使PFC兴奋性下降。但本试验也发现,该现象并未与静息状态有统计学差异,考虑是短暂的呼吸引导语在一定程度上激活了PFC。第2分钟开始HbO浓度呈下降趋势,直至第4分钟达到谷值,呈现出显著的负激活且与静息状态存在统计学差异,此刻聆听者的意识受到了明显抑制,PFC进入更安静更放松的休息节能状态。引起此现象的正是颂钵这一音乐元素,颂钵音色低沉、悠扬且具有极强的通透性,极低的共振频率引发人体血液、组织液等液体与之共振或引发流动^[16],其产生的泛音营造出亦虚亦实、似有似无的意境,使PFC的神经活动与颂钵调频共振,进入低频、稳定、缓慢的内在生理状态,因而呈现出PFC显著抑制的外在表现,此现象也符合颂钵五行属“金”的肃杀特性。颂钵结束后,音乐以引导词和古琴为主,海浪为辅。颂钵之后的2分钟内PFC被激活,活动持续增加,提示受试者在引导词引导下产生意识活动。但第6分钟之后PFC活动就恢复平稳进入与静息状态相差无异的稳定阶段。综合分析认为是前6分钟受试者意识清醒,但在音乐综合作用下,受试者心身逐渐深度放松,意识逐步回收,形与神俱,受试者逐渐进入“松、静”的入静状态甚至睡眠状态,机体的新陈代谢减慢,能量消耗降低,对外界刺激的反应减弱。现代医学研究认为人体入静时大脑皮层的活跃性被抑制^[17],PFC α 频段脑波能量增大,且存在明显的血流降低现象^[18]。另外,音乐产生的情绪变化和动机强度均可对PFC产生不同程度的激活^[19],舒缓的音乐激发较弱动机强度的情绪,因此PFC活跃程度较低^[18]。乐曲舒缓平和,使人心平气静,气定神闲,心无杂念,故而表现出较低的活跃程度。

3.2 状态音乐对受试者入睡情况的影响

睡眠问题是心身疾病中较为常见的障碍类型,也是现代普遍存在的社会问题,核心表现为入睡困难。本研究对比分析了静息状态和状态音乐状态下受试者的入睡情况,结果发现定制状态音乐可以诱导聆听者进入睡眠状态。

催眠疗法是广泛运用于改善睡眠结构、调节不良情绪及改变错误认知的治疗方法,试验发现PFC在催眠中具有突出作用^[20-21]。杨亚希^[11]发现催眠状态是PFC执行功能受到抑制产生的。Deeley等^[22]也指出催眠引起了PFC的去激活。本研究试验结果发现,颂钵这一音乐元素同样使PFC血氧水平显著下降,引起了PFC全范围的去激活,执行与认知功能受

到抑制,因此笔者推测该状态音乐镇静安神、促进人体进入深度放松的催眠状态乃至睡眠状态的内在机制是由颂钵引起的全PFC皮层兴奋性降低。其次,该音乐中的其他音乐元素也不同程度地抑制PFC的兴奋性,诱发 α 脑波。因此,该音乐促进睡眠的原因或者是音乐元素共同作用的结果。另外,整首乐曲节奏缓慢,诱导人体频率共振,亦进入一种低频节能的生理模式,进而诱导人体进入睡眠的休息低耗能状态。

3.3 状态音乐对聆听者主观感受的影响

本试验研究结果显示,受试者在聆听状态音乐后感受良好,VAS评分远高于静息状态,表明状态音乐可以改善聆听者的主观感受,给聆听者带来良好的体验。一方面,该音乐使用的音乐元素均具有舒缓作用,可诱发出 α 脑波并增大其功率^[23],可以起到放松心身压力、调节不良情绪的作用;另一方面,旋律柔和婉转,使聆听者情绪趋向于中和舒畅,通过激活奖赏系统、边缘系统等脑区,促进多巴胺、内啡肽等激素分泌,产生积极的情绪反应^[24-25]。传统养生观“恬淡虚无,真气从之,精神内守,病安从来”。即通过意守使机体达到松、静、守一的状态(入静),其本质就是大脑的抑制过程^[26]。本试验通过定制状态音乐干预产生一定程度的PFC皮层抑制,诱导人体进入深度放松状态。当人体通过守神训练处于无意识的“元神现”的状态时,大脑受到保护性抑制,机体的新陈代谢减缓,降低能量消耗^[27],人体的自我调节机制被激活,机体达到“阴平阳秘”的最佳功能状态^[28]。根据全维医学和仿生健康理论,这符合人体复杂巨系统的低耗散优化状态,是机体实现内在自组织康复的基础机制之一。本研究为“低耗散优化”内在脑机制提供了一定的依据。现代社会生活工作压力大,长期的脑力劳动引起大脑性能下降,导致各种心身疾病,本音乐可以通过抑制PFC兴奋性,降低大脑耗能,更好的进入休息状态或睡眠状态,有助于清除积累在中枢系统的神经毒性废物和代谢产物^[29],改善脑血氧供应,促进脑完成正常的功能活动及脑功能恢复,这也是音乐治疗对神经、精神系统具有良好疗效的内在机制之一^[30-31],因此定制状态音乐在心身状态的自我调节、缓解脑疲劳、神经康复、睡眠障碍、精神心理康复领域中具有一定的运用价值,值得临床使用并进一步推广研究。

本试验存在一定的局限性:本试验观察人数较少且试验方案较为单一,在今后的研究中可以进一步开展多模态、多维度、多人群的基础研究与临床研究。

【参考文献】

- [1] 王思特. 文化人类学语境下的中医音乐治疗研究[D]. 南京: 南京中医药大学, 2020.
Wang ST. The study of music therapy of traditional Chinese medicine under the context of cultural anthropology [D]. Nanjing: Nanjing University of Chinese Medicine, 2020.
- [2] 张勇, 余瑾. 传统中医价值取向音乐治疗研究述评[J]. 广州中医药大学学报, 2018, 35(6): 1139-1142.
Zhang Y, Yu J. Overview of research on music therapy orientated by traditional chinese medical value[J]. Journal of Guangzhou University of Traditional Chinese Medicine, 2018, 35(6): 1139-1142.
- [3] Davidson RJ. What does the prefrontal cortex "do" in affect: perspectives on frontal EEG asymmetry research[J]. Biol Psychol, 2004, 67(1-2): 219-234.
- [4] Green AC, Bxrentsen KB, Stodkilde-Jorgensen H, et al. Listen, earn, like! Dorsolateral prefrontal cortex involved in the mere exposure effect in music[J]. Neurol Res Int, 2012: 846270. Doi: 10.1155/2012/846270.
- [5] Kovelman I, Shalinsky MH, Berens MS, et al. Shining new light on the brain's "bilingual signature": a functional Near Infrared Spectroscopy investigation of semantic processing[J]. Neuroimage, 2008, 39(3): 1457-1471.
- [6] 哪些声音有助人入睡[J]. 科学大观, 2011(21): 15.
Which sounds help people fall asleep[J]. Scientific View, 2011(21): 15.
- [7] 谢婉莹. 古琴中“水”的审美意蕴和文化内涵[J]. 华北水利水电大学学报(社会科学版), 2018, 34(4): 5-8.
Xie WY. Aesthetic implication and cultural connotation of "Water" in guqin [J]. Journal of North China University of Water Resources and Electric Power (Social Science Edition), 2018, 34(4): 5-8.
- [8] 风美茵. 语言诱导与古琴音乐对原发性失眠症患者疗效的比较研究[D]. 北京: 中国中医科学院, 2013.
Feng MY. A comparison on the clinical impacts of hypnotic suggestion and guqin music in the teatment of patients of primary insomnia[D]. Beijing: Chinese Academy of Chinese Medicine Sciences, 2013.
- [9] 余瑾, 张卓, 谢东笑, 等. 创伤后应激状态的短期身心康复技术实践——汶川震后援助第三期行动(2011年8月)[C]//中国音乐治疗学会. 中国音乐治疗学会第十届学术年会论文集. 中国音乐治疗学会, 2011: 3.
Yu J, Zhang Z, Xie DX, et al. Short-term psychosomatic rehabilitation technology practice of post-traumatic stress state-Wenchuan Earthquake Assistance Phase III Action (2011年8月) [C]//The Chinese Society of Music Therapy. Proceedings of the 10th Annual Academic Conference of the Chinese Society of Music Therapy. Chinese Society of Music Treatment, 2011: 3.
- [10] 边江红. 调适五脏听古琴五音[N]. 中国中医药报, 2013-07-10.
Bian JH. Adjust the five viscera and listen to the Guqin five tones[N]. China Daily of Chinese Medicine, 2013-07-10.
- [11] 杨亚希. 催眠过程中高感人群的脑活动研究[D]. 上海: 华东师范大学, 2020.
Yang YX. Brain activity during hypnosis in people with high hypnotic susceptibility[D]. Shanghai: East China Normal University, 2020.
- [12] Blackwood NJ, Bentall RP, Ffytche DH, et al. Self-responsibility and the self-serving bias: an fMRI investigation of causal attributions[J]. Neuroimage, 2003, 20(2): 1076-1085.
- [13] May JC, Delgado MR, Dahl RE, et al. Event-related functional magnetic resonance imaging of reward-related brain circuitry in children and adolescents[J]. Biol Psychiatry, 2004, 55(4): 359-366.
- [14] Sobie C, Babul A, De Sousa R. Neuron dynamics in the presence of 1/f noise[J]. Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys, 2011, 83(5): 051912.
- [15] Gal A, Marom S. Entrainment of the intrinsic dynamics of single isolated neurons by natural-like input[J]. J Neurosci, 2013, 33(18): 7912-7918.
- [16] Bushjwm T. The Tibetan singing bowl: acoustics and fluid dynamics [J]. arXiv, arXiv: 1106.5657v2, 2011.
- [17] 单春雷, 励建安, 周士枋, 等. 大脑行为对等长收缩运动时心血管反应的调控作用与机制[J]. 中国康复医学杂志, 2000(3): 12-15.
Shan CL, Li JA, Zhou SF, et al. Effects and mechanism of brain behavior on cardiovascular regulation during isometric exercise[J]. Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2000(3): 12-15.
- [18] 郑铭剑. 基于功能性近红外光谱技术研究音乐风格对解释水平的影响[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2020.
Zheng MJ. Studying the effect of music style on the construal level using functional near-infrared spectroscopy [D]. Harbin: Harbin Institute of Technology, 2020.
- [19] 张茜. 基于TMS和fMRI技术对语言认知过程的脑机制研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2020.
Zhang Q. Brain mechanism of language cognitive process-based on TMS and fMRI technology[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology of China, 2020.
- [20] Landry M, Lifshitz M, Raz A. Brain correlates of hypnosis: a systematic review and meta-analytic exploration [J]. Neurosci Biobehav Rev, 2017, 81(Pt A): 75-98.
- [21] Raz A. Hypnosis: a twilight zone of the top-down variety: FWE have never heard of hypnosis but most know little about the potential of this mind-body regulation technique for advancing science[J]. Trends Cogn Sci, 2011, 15(12): 555-557.
- [22] Deeley Q, Oakley D, Toone B, et al. Modulating the default mode network using hypnosis[J]. Int J Clin Exp Hypn, 2012, 60(2): 206-228.
- [23] 杨玉兴, 权元文, 杨艳斐, 等. 关于五行音乐疗法的哲学思考[J]. 中华中医药杂志, 2015, 30(8): 2759-2762.
Yang YX, Quan YW, Yang YF, et al. Philosophical thinking on chinese five elements of music therapy [J]. China Journal of Traditional Chinese Medicine and Pharmacy, 2015, 30(8): 2759-2762.
- [24] Justice RW. "Music therapy in the treatment of adults with mental disorders" in Music Therapy Perspectives [J]. J Pain & Symptom Management, 2020, 45(1): 127-129.
- [25] Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, et al. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music[J]. Nat Neurosci, 2011, 14(2): 257-262.
- [26] 邵显志. 整理活动中运用松静功的五年追踪[J]. 皖西学院学报, 2004, 20(2): 91-92.
Shao XZ. Organize the five-year track of matsujingong in the activity [J]. Journal of West Anhui University, 2004, 20(2): 91-92.
- [27] 赵海涛, 王柏利. 导引养生中的动物行为仿生: 缘起、分类及其现代价值[J]. 吉林体育学院学报, 2015, 31(2): 98-101.
Zhao HT, Wang BL. Bionics of animal behavior in daoyin health preservation origin, classification and modern value[J]. Journal of Jilin Sport University, 2015, 31(2): 98-101.
- [28] 郭佳美. 基于听觉事件相关电位失匹配负波探讨意守对大脑加工的调节效应[D]. 北京: 北京中医药大学, 2020.
Guo JM. To explore the regulatory effect of conservation on brain processing based on negative wave of potential mismatch[D]. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine, 2020.
- [29] Xie LL, Kang HY, Xu QW, et al. Sleep drives metabolite clearance from the adult brain[J]. Science, 2013, 342(6156): 373-377.
- [30] Hole J, Hirsch M, Balle E, et al. Music as an aid for postoperative recovery in adults: Asystematic review and meta-analysis[J]. Lancet, 2015, 386(10004): 1659-1671.
- [31] Thaut MH. The future of music in therapy and medicine[J]. Ann N Y Acad Sci, 2005, 1060(1): 303-308.

(编辑: 薛泽玲)