

高特质焦虑大学生静息态功率谱研究

蒋园园¹, 罗艳艳¹, 张猛², 李拴荣³, 刘蕊¹, 常红娟¹, 于晓静¹

1. 新乡医学院护理学院, 河南 453003; 2. 新乡医学院心理学院; 3. 新乡医学院第二附属医院

【摘要】 目的 探究不同水平特质焦虑大学生大脑神经元振荡特异性改变, 为对特殊高校学生群体的临床干预提供依据。**方法** 运用状态-特质焦虑量表中的特质焦虑分量表, 对某高校 310 名大学生进行测试, 按照被试特质焦虑得分的分布, 选取前后各 27% 的人划分为低特质焦虑组 (15 名) 和高特质焦虑组 (15 名)。经过预处理后将数据划分为 δ (1~<4), θ (4~<8), α (8~<13), β (13~<30), γ (30~100) Hz 5 个频段, 计算各个电极的功率值, 考察功率谱与特质焦虑得分的相关性。**结果** 高特质焦虑实验组在 δ 频段的额区、中央区 (t 值分别为 3.47, 2.62); θ 频段的额区 ($t=2.22$); β 频段的额区、中央区、右侧颞区、后区 (t 值分别为 2.77, 2.23, 3.65, 2.35); γ 频段的额区、左侧颞区、中央区、右侧颞区、后区 (t 值分别为 2.83, 2.22, 2.64, 2.43, 2.09) 功率低于低特质焦虑实验组 (P 值均 < 0.05)。在 δ 频段中央区, θ 频段的额区, β 频段的额区、中央区、后区, γ 频段的额区、左侧颞区、中央区、后区功率谱值与特质焦虑得分呈负相关 (r 值分别为 -0.63, -0.51, -0.62, -0.53, -0.54, -0.59, -0.56, -0.55, -0.49, P 值均 < 0.05)。**结论** 高特质焦虑大学生功率谱较低特质焦虑大学生降低, 特质焦虑程度与功率谱具有相关性。高特质焦虑个体在大脑静息状态下脑电信号发生改变可能是与特质焦虑影响大学生注意力、工作记忆等有关。

【关键词】 焦虑; 精神卫生; 脑; 学生; 脑电描记术

【中图分类号】 R 445 B 844.2 G 444 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2020)06-0882-04

Power spectrum study of EEG resting-state in students with high trait anxiety/JIANG Yuanyuan*, LUO Yanyan, ZHANG Meng, LI Shuanrong, LIU Rui, CHANG Hongjuan, YU Xiaojing.* Nursing College of Xinxiang Medical University, Xinxiang (453003), Henan Province, China

【Abstract】 Objective To investigate the specific changes of brain neuron oscillation in non-clinical high-trait anxiety college students by recording the resting state EEG of high and low trait anxiety subjects. **Methods** College students in a university were administered by using the S-TA Inventory, 27% of the number of people before and after the selection were divided into low-specific focus group (15) and high-trait anxiety group (15), based on the STAT score. After pre-processing, the data was divided into five frequency bands of δ (1-<4), θ (4-<8), α (8-<13), β (13-<30), γ (30-100) Hz and every electrode power value of those was calculated respectively. Correlation between power spectrum and trait anxiety scores was investigated. **Results** The high-trait anxiety group were in the frontal and central regions ($t=3.47, 2.62$) of the δ band, the frontal region ($t=2.22$) of the θ band, the frontal, central, right temporal, and posterior regions ($t=2.77, 2.23, 3.65, 2.35$) of the β band, the frontal, left temporal, central, right temporal, and posterior regions ($t=2.83, 2.22, 2.64, 2.43, 2.09$) of the γ band, than that in the low trait anxiety group. Furthermore, in central regions of the δ band; the frontal region of the θ band; the frontal, the central, and posterior regions of the β band; the frontal, left temporal, central, and posterior regions ($r=-0.63, -0.51, -0.62, -0.53, -0.54, -0.59, -0.56, -0.55, -0.49$) of the γ band, the correlation between trait anxiety scores and the power value were obvious negatively. **Conclusion** High trait anxiety college students have lower power spectrum than low trait anxiety college students. The degree of trait anxiety is related to the power spectrum. The changes of brain resting-state electrical signals in high-trait anxiety individuals may be related to the influence of trait anxiety on college students' attention and working memory.

【Key words】 Anxiety; Mental health; Brain; Students; Electroencephalography

近年来, 大学生心理健康问题引起社会各界的广

泛关注^[1], 成为社会关注热点问题之一。大学生心理健康对于个人、社会、国家具有重要影响, 作为身心发展不成熟到成熟的过渡阶段的特殊群体^[2], 大学生面临学业^[3]、就业压力逐渐增大的情形, 容易诱发焦虑、抑郁等情绪问题^[4], 其中焦虑是大学生最常出现的情绪问题^[5-6]。Spielberger^[7]根据持久性和稳定性的不同, 将焦虑分为状态焦虑和特质焦虑, 其中特质焦虑是相对稳定的且具有个体差异的一种人格特质, 特征是侵入性思维、忧虑和难以摆脱消极影响^[8]。高特质

【基金项目】 2018 年河南省科技发展计划项目 (182102310196); 新乡医学院 2018 年研究生科研创新支持计划重点项目 (YJSCX201812Z)。

【作者简介】 蒋园园 (1991-), 女, 河南省人, 在读硕士, 护师, 主要研究方向为心理护理。

【通讯作者】 罗艳艳, E-mail: 13937315599@163.com。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2020.06.022

焦虑是个体在没有明显压力源的情况下,仍认为环境中存在潜在的危险和威胁^[9],试图尽可能地控制情境,通过分配过多的注意力资源检测潜在的威胁相关刺激,对周围环境的关注维持在较高的水平^[10]。由于高特质性焦虑个体保持着较高的焦虑水平,较易形成认知偏差而损害认知功能和行为表现^[11-12]。高特质焦虑个体在静息态的过程中无法同步默认网络,可能反映了一种自上而下的认知控制缺陷^[13]。一项针对高特质焦虑个体的功能磁共振成像调查显示,前额叶皮层和杏仁核均被异常激活^[14-15]。另一项磁共振研究报告,与低特质焦虑被试相比,高特质焦虑被试在默认网络的左侧颞叶和顶叶等区域的功能连接降低^[16]。同样,最近研究证明了右杏仁核和海马与默认网络的连接强度与特质焦虑呈负相关^[13]。

脑电特定频带的功率变化反映了个体的认知觉醒、认知处理等^[17]。作为介于完全个体和焦虑障碍症患者之间的群体,高特质焦虑大学生表现出了过度焦虑但达不到临床诊疗标准,会影响学习及生活质量^[18],若不加以适当调整,任由其发展,很容易发展为焦虑症^[19-20]。

本文通过记录高低特质焦虑大学生静息态脑电信号,在静息状态下分析研究大脑的自发性神经细胞群活动,通过了解各个脑区之间特异性频谱振荡,研究特质焦虑影响个体神经生理机制,从而为进行临床干预提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 实验开始之前,招募某医学院校 310 名在校大学生,采用特质焦虑量表^[7]进行测试。按照被试特质焦虑量表得分的分布,选取前后各 27% 的人数划分为低特质焦虑组和高特质焦虑组,然后从两组中各随机抽取 17 名被试参与静息态脑电实验。在实验中,由于伪迹过多而分段数较少,剔除高特质焦虑者 2 名,低特质焦虑者 1 名;低特质焦虑组中途退出实验 1 名,最终纳入为高特质焦虑实验组(15 名)和低特质焦虑实验组(15 名)进入数据分析。其中低特质焦虑实验组女生 13 名,男生 2 名,高特质焦虑实验组女生 14 名,男生 1 名。两组被试特质焦虑得分(36.27 ± 4.32 , 58.00 ± 5.28)差异有统计学意义($t = -12.34$, $P = 0.00$)。所有被试均为右利手,视力正常或矫正视力正常,无色弱色盲,无精神疾病和躯体疾病,经新乡医学院伦理委员会同意。实验前,告知被试脑电实验无任何潜在风险和副作用,所有被试均阅读和签署了实验知情同意书;实验后,均获得一定报酬。

1.2 工具 状态-特质焦虑量表(State-Trait Anxiety Inventory, STAI)由 Spielberger 等^[7]编制,该量表由指导语和 2 个分量表组成,共 40 项描述题组成。第 1~

20 题为状态焦虑量表,主要用于反映即刻或最近某一特定时间的恐惧、紧张、忧虑和神经质的体验或感受,用于评价应激情况下的焦虑水平。第 21~40 题为特质焦虑量表,用于评定个体相对稳定、经常性的焦虑倾向。本研究选用 STAI 中文版的特质焦虑分量表^[21],具有良好的信度与效度,该分量 Cronbach α 系数为 0.82,重测信度为 0.90。包括 20 个条目,采用 Likert 4 点评分法,“完全没有”至“非常明显”分别计 1~4 分,总分 20~80 分,量表分为正性情绪和负性情绪条目,正性情绪条目反向计分。被试得分越高,特质焦虑越重。

1.3 实验方法 静息态脑电数据将采用 Neuroscan 公司的 64 导脑电设备进行采集,利用 Ag/AgCl 电极帽记录,各个电极按照扩展的 10~20 系统放置,采样率为 500 Hz。实验过程中所有的电极与头皮之间的接触电阻小于 5 k Ω ,记录垂直眼电的电极位于左眼眉骨上方和左眼下,水平眼电位于两眼角外侧,连续记录被试的原始脑电数据。实验过程中,被试舒适的坐在一个安静的、温度适宜的房间内,整个实验过程被试需要睁眼观看屏幕中央的“十”字注视点,保持头部尽量不动,实验持续 5 min,在实验期间,研究人员通过闭路摄像头对参与者进行监控。依据 Bian 等^[22]的研究将 64 导电极划分 5 个区域,即额区、左侧颞区、右侧颞区、中央区和后区。

数据预处理步骤:(1)对数据进行电极位置定位;(2)去除一些无用电极的数据,包括 CB1、CB2、HEO、VEO;(3)带通滤波 0.5~100 Hz,市电陷波 48~52 Hz;(4)选取 M1、M2 为重参考电极;(5)去除漂移较大的数据部分;(6)采用球面样条插值法对坏通道进行插值;(7)对连续脑电图数据重新分割为每 2 s 为一段;(8)采用独立成分分析对被眼球运动和眨眼、肌电、心电图或任何非生理伪迹污染的数据部分进行校正;(9)删除任何电极幅值超过正负 75 μV 的分段。

1.4 统计学分析 利用 EEGLAB 的 STUDY 模块计算各个频段的功率谱,并进行统计分析。计算功率谱的方法是快速傅里叶变换(fast fourier transform, FFT)。将脑电信号频带分为 δ (1~4), θ (4~8), α (8~13), β (13~30), γ (30~100) Hz 5 个频段在各个电极的功率值。利用独立样本 t 检验,比较不同分区不同频段功率频谱差异。利用 Pearson 相关,检验高特质焦虑实验组频谱差异脑区与特质焦虑得分的相关性。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 两组脑电静息态振荡功率频谱比较 结果发现,高特质焦虑实验组被试以 β 和 γ 节律频段内信号功率变化较为明显,呈降低的趋势。高特质焦虑实验组

与低特质焦虑实验组不同功率差异有统计学意义的区域主要集中在额区、中央区以及后区。高特质焦虑实验组在 δ 频段的额区、中央区; θ 频段的额区; β 频段的额区、中央区、右侧颞区、后区; γ 频段的额区、左

侧颞区、中央区、右侧颞区、后区的功率低于低特质焦虑实验组 (P 值均 <0.05)。不同区域其他频段两组间差异无统计学意义 (P 值均 >0.05)。见表 1。

表 1 不同频段两组被试脑电静息态振荡功率比较/ μV^2

频段	组别	人数	统计值	额区	左侧颞区	中央区	右侧颞区	后区
δ	低特质焦虑组	15		61.33 \pm 1.61	58.17 \pm 1.47	61.75 \pm 1.13	58.84 \pm 1.45	57.63 \pm 1.65
	高特质焦虑组	15		58.67 \pm 2.50	57.46 \pm 1.57	60.05 \pm 2.25	57.86 \pm 1.97	57.41 \pm 1.85
			t 值	3.47	1.28	2.62	1.54	0.35
			P 值	<0.01	0.21	0.01	0.14	0.73
θ	低特质焦虑组	15		58.39 \pm 1.30	53.59 \pm 1.36	57.61 \pm 1.46	54.74 \pm 1.17	52.59 \pm 1.23
	高特质焦虑组	15		57.15 \pm 1.72	53.44 \pm 1.72	56.53 \pm 1.77	54.11 \pm 1.61	52.54 \pm 1.19
			t 值	2.22	0.26	1.83	1.24	0.12
			P 值	0.04	0.79	0.08	0.23	0.91
α	低特质焦虑组	15		55.68 \pm 2.01	52.64 \pm 2.11	54.93 \pm 1.99	53.59 \pm 1.86	53.61 \pm 1.32
	高特质焦虑组	15		55.20 \pm 2.14	52.81 \pm 1.66	54.19 \pm 2.02	52.80 \pm 2.03	53.52 \pm 1.95
			t 值	0.64	-0.24	1.02	1.10	0.14
			P 值	0.53	0.81	0.32	0.28	0.89
β	低特质焦虑组	15		51.50 \pm 1.55	49.15 \pm 1.13	49.14 \pm 1.22	49.56 \pm 1.40	49.00 \pm 1.31
	高特质焦虑组	15		49.16 \pm 2.89	48.39 \pm 1.69	47.82 \pm 1.86	47.54 \pm 1.62	47.47 \pm 2.14
			t 值	2.77	1.44	2.23	3.65	2.35
			P 值	0.01	0.16	0.03	<0.01	0.03
γ	低特质焦虑组	15		44.71 \pm 1.26	44.31 \pm 1.56	43.27 \pm 1.50	43.65 \pm 1.40	44.70 \pm 2.16
	高特质焦虑组	15		43.33 \pm 1.40	42.68 \pm 2.39	41.86 \pm 1.42	42.44 \pm 1.33	42.78 \pm 2.83
			t 值	2.83	2.22	2.64	2.43	2.09
			P 值	0.01	0.04	0.01	0.02	0.05

2.2 高低特质焦虑实验组功率谱差异区域与特质焦虑得分相关分析 高低特质焦虑实验组功率谱降低的区域与特质焦虑得分呈负相关,在 δ 频段的中央区 ($r=-0.63$), θ 频段的额区 ($r=-0.51$), β 频段的额区 ($r=-0.62$)、中央区 ($r=-0.53$)、后区 ($r=-0.54$), γ 频段的额区 ($r=-0.59$)、左侧颞区 ($r=-0.56$)、中央区 ($r=-0.55$)、后区 ($r=-0.49$) 均存在负相关 (P 值均 <0.05), 其他区域的其他频段功率谱与特质焦虑得分相关均无统计学意义 (P 值均 >0.05)。

3 讨论

本研究结果发现,高特质焦虑大学生存在静息态 EEG 全频段频谱能量降低,主要包括 β 、 γ 频段,且集中在额区、中央区、右侧颞区和后区。高低特质焦虑实验组 δ 频段的中央区, θ 频段的额区、 β 频段的额区、中央区、后区, γ 频段的额区、左侧颞区、中央区、后区与特质焦虑得分均呈负相关,即特质焦虑程度越重,频谱能量越低。

研究高特质焦虑大学生静息态频谱能量变化有助于深入了解特质焦虑影响大脑的神经机制,大脑皮层 δ 频段特异振荡与注意过程相关^[23]。本研究结果发现,高特质焦虑大学生的 δ 频段频谱能量下降,可能与特质焦虑影响注意偏向和注意抑制过程的异常现象有关。有研究表明,高特质焦虑个体对负性信息注意的脱离困难,很难将注意力从威胁或可能威胁的情境中分离^[24]。Singh 等^[25]认为, θ 频段功率异常可能与个体注意力缺陷有关。同时, θ 频段被认为与信

息输入及编码有关^[26],高特质焦虑个体对威胁性信息存在记忆偏向,占用个体认知资源,导致无法将注意力集中于当下^[27],可能是导致 θ 频段功率谱降低的原因。Blume 等^[17]认为, β 频段与多个脑区功能的协调、运动抑制、语言加工等功能相关, β 频段增高常见于许多精神疾病中,如强迫症、睡眠障碍、焦虑障碍等。但 Trubutschek 等^[28]发现,有意识的工作记忆任务更能使前额皮层的 β 频段的能量持续下降。研究结果不同可能与纳入研究对象、被试数量等不同有关。颞叶与个体的情绪相关^[29],情绪影响自主神经系统功能,本研究结果发现,高特质焦虑大学右侧颞区的 β 频段、 γ 频段功率谱能量降低,可能与负性焦虑情绪影响有关。脑电图记录大脑神经活动的振荡, γ 频段降低与人类前额叶皮质和海马区的工作记忆负荷有关^[30-31]。 γ 频段被认为调节许多认知过程,包括注意力和工作记忆, γ 频段反应的可能知觉皮层与更高级皮层之间的连接^[31]。高特质焦虑个体知觉网络的静息态功能连接减少,可能与特质焦虑个体工作记忆缺失、知觉、注意力有关^[16]。高特质焦虑大学生频段功率谱低于低特质焦虑实验组,可能与工作记忆相关缺失。一项针对发作性头痛患者负性情绪刺激的研究显示, γ 频段功率谱低于正常对照组,负性情绪影响 γ 频段功率谱^[32]。

相关分析中发现,在 δ 频段中央区, θ 频段的额区, β 频段的额区、中央区、后区, γ 频段的额区、左侧颞区、中央区、后区频谱能量随着特质焦虑得分增加而降低,可能与特质焦虑会显著影响静息状态下大脑

频谱能量变化。高特质焦虑大学生 δ 频段额区功率谱能量降低,但与特质焦虑得分差异无统计学意义,可能与负责复杂大脑高级认知活动的额叶参与脑功能有关^[33]。有研究表明,右侧颞-顶联合区是意图加工等的关键脑区, β 、 γ 频段频谱降低出现在注意力较为集中时^[34],且降低区域与特质焦虑得分无相关,可能与被试实验中有意识的提高注意力有关。静息状态下频段改变对于进一步的了解高特质焦虑对大脑机制和神经机制的影响提供有价值的信息,同时为进一步了解临床情绪障碍提供新的视角。

4 参考文献

- [1] 高爽,张向葵,徐晓林.大学生自尊与心理健康的元分析:以中国大学生为样本[J].心理科学进展,2015,23(9):1499-1507.
- [2] 陶建宏,赵玉.大学生焦虑、厌学行为及心理疏导研究[J].教育导刊,2018,645(11):86-91.
- [3] 花慧,宋国萍,李力.大学生心理资本在心理压力与学业绩效关系中的中介作用[J].中国心理卫生杂志,2016,30(4):306-310.
- [4] 张雅涵.大学生焦虑心理和婚恋焦虑现状的调查与分析[J].内蒙古师范大学学报(教育科学版),2017,30(3):39-42.
- [5] 叶梅,翟向宇,谷倩,等.上海市大学生体力活动屏幕时间与焦虑及睡眠质量相关性[J].中国学校卫生,2019,40(10):1509-1513.
- [6] 胡德同,刘建军.体育锻炼对大学生抑郁和焦虑状态影响的研究[J].山东教育学院学报,2011,26(1):36-38.
- [7] SPIELBERGER C D, GORSUCH R L, LUSHENE R, et al. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory (Form Y) [M]. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press Inc, 1983.
- [8] SANDI C, RICHTER-LEVIN G. From high anxiety trait to depression: a neurocognitive hypothesis[J]. Trends Neurosci, 2009, 32(6):312-320.
- [9] BASTEN U, STELZEL C, FIEBACH C J. Trait Anxiety Modulates the Neural Efficiency of Inhibitory Control[J]. J Cogn Neurosci, 2011, 23(10):3132-3145.
- [10] SAVOSTYANOV A N, TSAI A C, LIOU M, et al. EEG-correlates of trait anxiety in the stop-signal paradigm[J]. Neurosci Lett, 2009, 449(2):112-116.
- [11] BERGGREN N, DERAKSHAN N. Attentional control deficits in trait anxiety: why you see them and why you don't [J]. Biol Psychol, 2013, 92(3):440-446.
- [12] 李婉悦,韩尚锋,刘燊,等.场景对面孔情绪探测的影响特质性焦虑的调节作用[J].心理学报,2019,51(8):869-877.
- [13] ZIDDA F, ANDOH J, POHLACK S, et al. Default mode network connectivity of fear-and anxiety-related cue and context conditioning[J]. Neuroimage, 2018, 165:190-199. DOI:10.1016/j.neuroimage.2017.10.024.
- [14] COMTE M, CANCEL A, COULL J T, et al. Effect of trait anxiety on prefrontal control mechanisms during emotional conflict [J]. Hum Brain Mapp, 2015, 36(6):2207-2214.
- [15] STEIN M B, SIMMONS A N, FEINSTEIN J S, et al. Increased amygdala and insula activation during emotion processing in anxiety-prone subjects[J]. Am J Psychiatry, 2007, 164(2):318-327.
- [16] MODI S, KUMAR M, KUMAR P, et al. Aberrant functional connectivity of resting state networks associated with trait anxiety[J]. Psychiatry Res, 2015, 234(1):25-34.
- [17] BLUME M, SCHMIDT R, HILBERT A. Abnormalities in the EEG power spectrum in bulimia nervosa, binge-eating disorder, and obesity: a systematic review [J]. Eur Eat Disord Rev, 2019, 27(2):124-136.
- [18] 黄静波,李沁,赵继,等.大学生焦虑抑郁情绪与中医体质分型相关性[J].中国学校卫生,2018,39(11):1702-1704.
- [19] ORMEL J, ROSMALEN J, FARMER A. Neuroticism: a non-informative marker of vulnerability to psychopathology [J]. Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol, 2004, 39(11):906-912.
- [20] WEGER M, SANDI C. High anxiety trait: a vulnerable phenotype for stress-induced depression [J]. Neurosci Biobehav Rev, 2018, 87:27-37. DOI:10.1016/j.neubiorev.2018.01.012.
- [21] 戴晓阳.常用心理评估量表手册 [M].北京:人民军医出版社,2014:156-160.
- [22] BIAN Z, SUN H, LU C, et al. Effect of Pilates training on alpha rhythm [J]. Comput Math Methods Med, 2013, 2013:295986. DOI:10.1155/20131295986.
- [23] LAKATOS P, KARMOS G, MEHTA A D, et al. Entrainment of neuronal oscillations as a mechanism of attentional selection [J]. Science, 2008, 320(5872):110-113.
- [24] 毋螺,林冰心.高特质焦虑个体对负性情绪信息注意偏向的机制探讨[J].中国临床心理学杂志,2016,24(6):992-995,1028.
- [25] SINGH Y, SINGH J, SHARMA R, et al. FFT transformed quantitative EEG analysis of short term memory load [J]. Ann Neurosci, 2015, 22(3):176-179.
- [26] GRUBER T, TSIVILIS D, GIABBICONI C M, et al. Induced electroencephalogram oscillations during source memory: familiarity is reflected in the gamma band, recollection in the theta band [J]. J Cogn Neurosci, 2008, 20(6):1043-1053.
- [27] 石国兴,赵海第.高特质焦虑高中生对消极信息的注意和记忆偏向[J].心理与行为研究,2015,13(4):495-499.
- [28] TRUBUTSCHEK D, MARTI S, OJEDA A, et al. A theory of working memory without consciousness or sustained activity [J]. Elife, 2017, 6:e23871. DOI:10.7554/elife.23871.
- [29] 赵兰慧,王德民,温金峰,等.首发青少年重性抑郁障碍患者静息态脑磁频谱功率研究[J].东南大学学报(医学版),2018,37(1):64-68.
- [30] ZHANG R V, FEATHERSTONE R E, MELYNCHENKO O, et al. High-beta/low-gamma frequency activity reflects top-down predictive coding during a spatial working memory test [J]. Exp Brain Res, 2019, 237(7):1881-1888.
- [31] HERRMANN C S, FRUND I, LENZ D. Human gamma-band activity: a review on cognitive and behavioral correlates and network models [J]. Neurosci Biobehav Rev, 2010, 34(7):981-992.
- [32] 范捷,祝东林,杨露,等.负性情绪刺激对发作间期偏头痛患者 Gamma 振荡的脑磁图研究[J].临床神经病学杂志,2015,28(4):251-254.
- [33] ESPOSITO M, CAROTENUTO M. Intellectual disabilities and power spectra analysis during sleep: a new perspective on borderline intellectual functioning [J]. J Intellect Disabil Res, 2014, 58(5):421-429.
- [34] MEYER M, NEFF P, GREEST A, et al. EEG oscillatory power dissociates between distress-and depression-related psychopathology in subjective tinnitus [J]. Brain Res, 2017, 15:194-204. DOI:10.1016/j.brainres.2017.03.007.