

基于ERPs技术探讨气郁质对大学生抑制控制功能的影响及其神经电生理机制^{*}

丁晓岐^{1,2}, 刘永¹, 侯俊林¹, 赵紫薇¹, 秦中朋¹, 曹入元¹, 詹向红^{1**}

(1. 河南中医药大学中医(仲景)学院 河南省中西医结合防治脑认知疾病工程技术研究中心 郑州市中西医结合防治脑认知疾病重点实验室 郑州 450046; 2. 徐州市矿山医院神经内科 徐州 221002)

摘要:目的探讨气郁质对大学生抑制控制功能的影响及其神经电生理机制。方法通过《中医体质分类与判定标准》量表从大学生中筛选出平和质和气郁质人群,每组分别纳入35名被试。通过事件相关电位技术采集两组被试完成Flanker范式行为学指标(正确率、反应时)及脑电数据指标(N2、P3成分的波幅与潜伏期),探索两组在Flanker范式下的行为学差异及其神经电生理机制。结果与平和质组相比,气郁质组反应时较长($P=0.07$);与一致条件相比,在不一致条件下的反应时较长($P<0.001$),不一致条件下的正确率显著降低($P<0.001$)。与平和质组相比,气郁质组的N2波幅较高($P<0.05$)。N2潜伏期脑区主效应差异有统计学意义($P<0.001$);对脑区做事后检验,额区Fz(Frontal lobe zero)大于额中央区FCz(Frontal lobe central zero)大于中央区Cz(Central zero)($P<0.05$)。脑区主效应差异有统计学意义($P<0.001$),对脑区做事后检验,额中央区FCz显著大于额区Fz($P<0.001$);中央区Cz显著大于额区Fz,差异有统计学意义($P<0.001$)。P3成分潜伏期一致刺激显著小于不一致刺激($P<0.001$)。结论 气郁质对大学生的抑制控制功能有不良影响,冲突的监测和控制能力下降是其可能的机制之一。

关键词:气郁质 抑制控制 Flanker范式 事件相关电位

DOI: 10.11842/wst.20240512002 CSTR: 32150.14.wst.20240512002 中图分类号: R277.7 文献标识码: A

我国目前患有阿尔茨海默病(Alzheimer's disease, AD)患者约983万^[1],疾病给患者和家庭带来了沉重的精神和经济负担。认知障碍作为AD的前期阶段,是以认知功能下降以致影响到日常生活活动和社会功能为特征的一组临床综合征。我国已成为世界上认知障碍(Mild cognitive impairment, MCI)患者最多的国家^[2],其患病率约为15.5%–32%^[3],社区流行率(25%)高于临床情境(20%)^[4]。因认知功能下降所引起的神经性退行性疾病发病率高,隐匿性强,也将对脑部神经元的损伤带来不可逆的影响,给家庭和社会

造成沉重的负担,而MCI向认知正常的逆转率高达24%^[5],因此MCI阶段被认为是改善认知功能的“最佳窗口期”。认知功能下降最明显和常见的认知功能下降主要发生在执行功能^[6–8]。执行功能(Executive function)是与个体的注意、计划、抑制、控制、策略等密切相关的高级认知功能。Miyake等^[9]认为执行功能被认为是一种由个体自我意识主动参与的自上而下的心理加工过程,其中包括抑制控制、认知灵活性以及工作记忆这三个子成分。其中抑制控制在执行功能中具有非常重要的地位,对于个体根据环境的变化作

收稿日期:2024-05-12

修回日期:2024-10-07

^{*} 国家自然科学基金委员会面上项目(81873208):肝失疏泄对正常人群和MCI患者认知功能衰退进程的影响及机制研究,负责人:詹向红;河南省双一流创建学科中医学科学研究专项(HSRP-DFCTCM-2023-1-02):负性情绪积累对aMCI患者执行功能的影响及疏肝法干预机制,负责人:詹向红;河南省“双一流”创建学科中医学科学研究专项(HSRP-DFCTCM-2023-7-16):基于ERPs技术探讨疏肝解郁对阈下抑郁个体记忆维持的影响及机制,负责人:赵紫薇。

^{**} 通讯作者:詹向红(ORCID: 0009-0003-6902-3569),教授,博士研究生导师,主要研究方向:情志与衰老相关疾病的理论及应用工作。

出恰当灵活、符合任务指向的行为起决定作用,抑制控制是研究个体执行功能的核心代表成分。抑制控制(Inhibitory control)指特定环境下对优势反应、习惯行为或者与目标无关的干扰刺激的抑制,从认知决策的角度上,抑制控制被分成三个加工阶段,早期知觉加工、冲突觉察和晚期的反应抑制,冲突觉察和反应抑制这两个阶段是考察个体行为抑制控制的重点^[10]。且大量研究证实,抑制控制功能的受损会导致个体认知功能的下降^[11-13],因此对于认知功能下降的前置研究显得尤为必要。

中医理论认为肝主疏泄,调畅一身之气机,若因长期情志不畅致肝失疏泄则气血津液无法正常输布于脑,脑失濡养而导致认知功能下降。气郁体质是个体在先后天影响因素作用下,由于长期情志不畅,气机郁滞而形成的以性格内向不稳定、忧郁脆弱,敏感多疑为主要表现的常见体质状态^[14]。《金匱翼·胁痛统论》曰:“肝郁胁痛者,悲哀恼怒,郁伤肝气”。指出情志之郁多影响肝调畅气机的功能而引起气机郁结。气郁体质人群易因情志致病,情志不畅导致肝失疏泄,因此肝主疏泄功能与气郁体质的发生发展关系密切。

王丽丹等^[15]认为气郁质是轻度认知功能障碍的危险因素且气郁质在MCI患者中占比更多。研究显示,中国一般人群中,气郁质占7.66%^[16];由于当代社会竞争激烈,大学生面临较大的学业与就业等多重压力,且有研究表明在亚健康大学生中,气郁质占比22.69%^[17],因此年轻人与气郁质等偏颇体质关联性较强^[18-19]。中医体质干预对神经性退行性疾病有着其独有的优势^[20],现已有研究证实高龄是影响抑制控制功能下降的危险因素^[21],那么在排除增龄的影响下,气郁质对大学生抑制控制功能是否有影响,目前尚未有研究证实^[22-23]科学假说,将以中医体质学为切入点,采用Flanker范式^[24-25]结合事件相关电位技术(Event-related potentials, ERPs)从干扰抑制的角度探究气郁质对大学生抑制控制功能的影响及其神经电生理机制,为认知功能下降的早期防治提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以河南中医药大学在校大学生为招募对象,随机发放量表,愿意配合接受神经心理学测试。报伦理委

员会批准后,以自愿为前提,履行知情同意程序(伦理批号:2019HL-136-01)。

1.2 纳入、排除标准

一般纳入标准:在校大学生,母语为汉语,右利手,裸眼或矫正视力正常,听觉和语言功能正常,具有正常的日常生活能力。

排除标准:色盲、色弱或存在严重影响视觉的相关疾病;不能配合调查及检测者;存在活动功能受限;存在痴呆、帕金森等影响认知功能评价的疾病;重要脏器病变;心理精神疾患者(抑郁症、焦虑症)等。

1.3 研究分组

研究对象分为两组,情志畅达、气机疏泄正常的平和质为对照组,情志不畅、肝气郁结的气郁质为实验组。并将两组按照同性别、年龄1:1匹配。筛选标准参照王琦等人指定的《中医体质分类与判定标准》进行判断。量表中的每一问题均涉及5级评分,被试量表完成后,计算问卷中原始分(各个条目的分数相加),并依据转化分数 $=[(原始分-条目数)/(条目数 \times 4)] \times 100$ 将原始分转化为转化分,依据转化分对中医体质进行判定。

平和质的判定标准为:平和质转化分 ≥ 60 分,且其他8种偏颇体质转化分均 < 40 分;气郁质判定标准:气郁质得分转化分 ≥ 40 分且若同时兼有几种偏颇体质,则以气郁质得分最高者进行最终纳入。

1.4 样本含量估计

本研究使用G*power 3.1软件(Faul et al.2007)计算研究所需样本量,本研究设定显著性水平 $\alpha=0.05$,检验效能 $1-\beta=0.95$,效应量设置为0.25,采用2(体质:气郁质 vs. 平和质) $\times 2$ (刺激条件:冲突条件 vs. 不冲突条件)实验设计,结合试验需求,本研究计划招募70名被试,每组35名被试。

1.5 实验范式

本实验选用Flanker范式。

1.5.1 实验材料

刺激材料共4张图片,每张图片中央连续排列7个箭头。4张图片分为两类,2张图片箭头方向一致(1张箭头一致朝左,另1张箭头一致朝右),2张图片箭头方向不一致(1张中心箭头朝右,两侧箭头朝左;另1张中心箭头朝左,两侧箭头朝右)。

1.5.2 任务流程

屏幕中央由“+”作为注视点,视距为75 cm,视角

为 5° 。注视点的呈现时间为500 ms,刺激图片最长呈现时间为1500 ms,若被试在这一时间内按键,刺激则消失,进入下一试次;超过规定最长反应时间刺激自动消失,进入下一试次。共160个试次,80个试次为一个组块。

1.5.3 任务要求

被试需要判断中间箭头(即第四个)箭头的方向,如果箭头朝左“<”,请按下“F”键,如果箭头朝右“>”,则按下“J”键。如图1所示。

1.6 脑电数据采集与分析

脑电信号由按照国际10-20系统排布的64导电极帽采集, Curry 8脑电采集系统进行呈现和记录,全脑平均作为参考电极。使用电极膏降低头皮各电极电阻小于 $5\text{ k}\Omega$,设置带通滤波0.05-100 Hz,采样率1000 Hz行为学数据使用E-prime 2.0软件采集。

通过Matlab 13.0软件中使用EEGLAB工具包对脑电数据进行处理。依次进行定位电极、剔除无用电极、滤波、插值坏导、ICA独立成分分析、分段、基线校正、去除伪迹、重参考、叠加平均的预处理。在预处理后的数据中提取N2,P3成分在相关重要脑区的平均波幅和潜伏期绘制波形图和地形图。选取额区FZ,额中央区FCz,中央区Cz的N2,P3的波幅、潜伏期^[26-27]进行分析。

1.7 统计学数据分析

采用SPSS 25.0统计分析软件对数据进行统计处理。计量资料采用均数加减标准差($\bar{x}\pm s$)表示,一般资料的年龄、MoCA量表得分比较采用独立样本 t 检验。 P 值采用Greenhouse-Geisser法对 P 值进行校正。以 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

行为学数据分析:正确率、反应时采用件因素为组别2(体质:气郁质 vs. 平和质),组内因素为刺激条件2(一致刺激 vs. 不一致刺激)重复测量方差分析。

ERPs数据分析:对N2、P3波幅、潜伏期进行重复测量方差分析,组间因素为组别2(体质:气郁质 vs. 平和质),组内因素为刺激条件2(一致刺激 vs. 不一致刺激),3个电极点(Fz vs. FCz vs. Cz)。

2 结果

2.1 一般资料情况

本研究共纳入被试70例,每组均有男性13例,女性22例。平和质组年龄 20.69 ± 1.59 岁,气郁质组年龄

在 20.57 ± 1.63 岁,差异无统计学意义($P>0.05$),符合试验设计要求。

2.2 行为学结果

正确率结果显示,组间主效应差异无统计学意义($F_{(1,68)}=0.06, P=0.807, \eta^2=0.001$);任务条件间主效应差异有统计学意义($F_{(1,68)}=125.842, P<0.001, \eta^2=0.649$),在不一致条件下的正确率均低于一致条件下的正确率;中医体质与任务条件交互作用差异无统计学意义($F_{(1,68)}=0.042, P=0.838, \eta^2=0.001$)。详见表1。

反应时结果显示,组间主效应差异有边缘统计学意义($F_{(1,68)}=3.392, P=0.07, \eta^2=0.048$),气郁质组反应时显著长于平和质组;刺激条件间主效应差异有统计学意义($F_{(1,68)}=99.164, P<0.001, \eta^2=0.593$),在不一致条件下的反应时显著长于一致条件下的反应时;中医体质与任务条件交互作用差异无统计学意义($F_{(1,68)}=0.155, P>0.05, \eta^2=0.002$)。

2.3 ERPs

如图2-图4所示,本实验明显诱发了N2和P3成分,以刺激后的200-350 ms为N2的时间窗,350-500 ms为P3的时间窗。N2成分通常在额叶和中央区域较为显著,特别是在额中线位置,结合当前数据波形的实

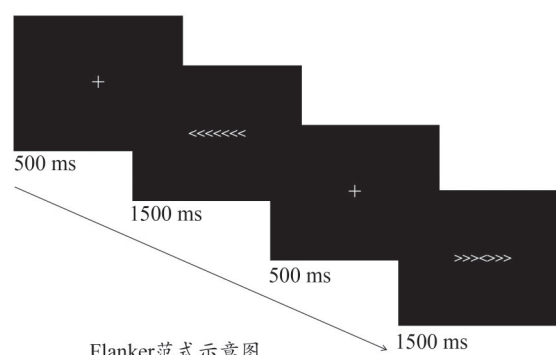


图1 Flanker范式流程示意图

表1 两组被试反应时、正确率结果比较

中医 体质	反应时(ms)		正确率(%)	
	不一致条件下	一致条件下	不一致条件下	一致条件下
平和质	521.52±50.55	456.95±45.81	95.36±2.96	99.18±1.42
气郁质	544.05±97.38	484.39±57.53	95.27±3.03	99.14±1.31

注:反应时:组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=3.392, P=0.07, \eta^2=0.048$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=99.164, P=0.000, \eta^2=0.593$)。交互作用:组间×条件($F_{(1,68)}=0.155, P=0.695, \eta^2=0.002$)。正确率:组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=0.060, P=0.807, \eta^2=0.001$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=125.842, P=0.000, \eta^2=0.649$)。交互作用:组间×条件($F_{(1,68)}=0.042, P=0.838, \eta^2=0.001$)。

际情况,用 Matlab 代码提取 Fz、FCz、Cz 这 3 个电极的平均振幅,峰值点的潜伏期作为 N2、P3 的个体指标进行分析。

2.4 N2 成分

2.4.1 N2 成分波幅情况

N2 成分平均波幅重复测量方差分析结果详见表 2。组别主效应差异有统计学意义($F_{(1,68)}=3.940, P=0.048, \eta^2=0.010$),气郁质组的平均波幅显著高于平和质组。刺激条件主效应差异无统计学意义($F_{(1,68)}=1.980, P=0.160, \eta^2=0.005$),脑区主效应差异无统计学意义($F_{(2,136)}=2.212, P=0.111, \eta^2=0.011$),其余各因素间交互作用差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.4.2 N2 成分潜伏期

N2 成分潜伏期重复测量方差分析结果详见表 3。组间主效应差异不显著($F_{(1,68)}=0.435, P=0.510, \eta^2=0.001$)。刺激条件主效应差异无统计学意义($F_{(1,68)}=0.053, P=0.818, \eta^2=0.000$);脑区主效应差异有统计学意义($F_{(2,136)}=9.727, P=0.001, \eta^2=0.046$);对脑区做事后检验,结果如下:额区 Fz 大于额中央区 FCz 差异呈边缘显著($t=1.737, P=0.084$);额区 Fz 显著大于中央区 Cz 差异有统计学意义($t=4.379, P<0.001$);额中央区 FCz 显著大于中央区 Cz 差异有统计学意义($t=2.628, P<0.001$)。其余各因素间交互作用差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.4.3 N2 地形图

两组 N2 成分分布区域基本一致,中央区激活程度最高,一致条件下激活程度要高于不一致条件下,气郁质组脑区激活范围小于平和质组。详见图 5。

2.5 P3 成分

2.5.1 P3 成分波幅情况

P3 成分平均波幅重复测量方差分析结果详见表 4。组间主效应差异无统计学意义($F_{(1,68)}=0.030, P=0.862$,

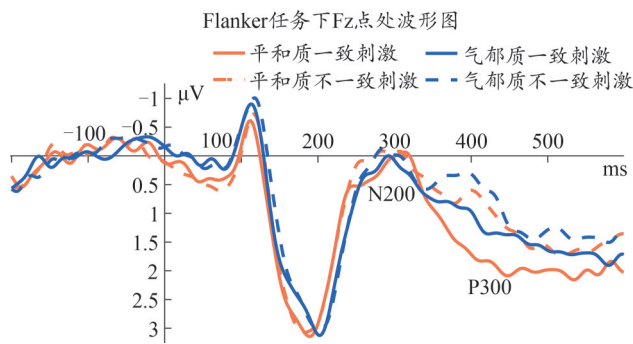


图2 N2、P3在额区(Fz)波形图比较

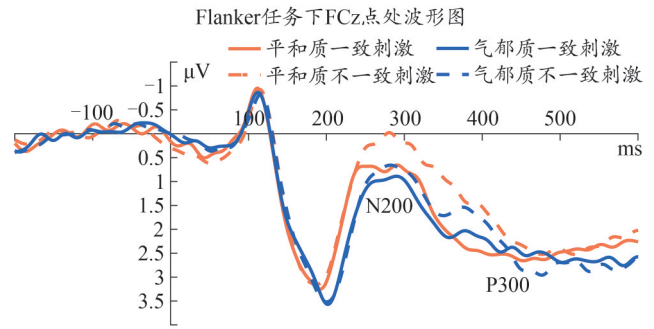


图3 N2、P3在额中央区(FCz)波形图比较

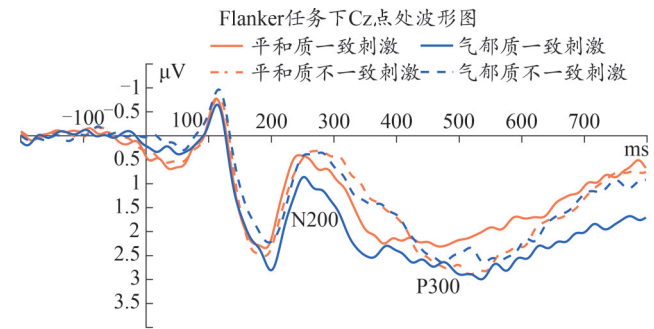


图4 N2、P3在中央区(Cz)波形图比较

表2 Flanker任务下两组N2平均波幅比较

组别	刺激条件	波幅(μV)		
		额区	额中央区	中央区
平和质	一致刺激	0.72±1.94	1.22±2.07	1.01±1.87
	不一致刺激	0.58±1.79	0.75±1.73	0.81±1.72
气郁质	一致刺激	0.91±2.13	1.67±2.27	1.67±2.56
	不一致刺激	0.84±2.15	1.51±2.45	0.95±2.65

注:N2波幅组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=3.940, P=0.048, \eta^2=0.010$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=1.980, P=0.160, \eta^2=0.005$),脑区($F_{(2,136)}=2.212, P=0.111, \eta^2=0.011$)。交互作用:组间×脑区($F_{(2,68)}=0.283, P=0.753, \eta^2=0.001$),组间×条件($F_{(1,68)}=0.012, P=0.913, \eta^2=0.000$),脑区×条件($F_{(2,68)}=0.238, P=0.789, \eta^2=0.001$),脑区×条件×组间($F_{(2,350)}=0.342, P=0.711, \eta^2=0.002$)。

表3 Flanker任务下两组N2潜伏期比较

组别	刺激条件	潜伏期(ms)		
		额区	额中央区	中央区
平和质	一致刺激	291.89±32.46	271.71±34.72	265.89±35.60
	不一致刺激	287.03±33.43	284.74±33.74	268.29±34.77
气郁质	一致刺激	287.66±29.36	285.14±30.35	271.37±31.51
	不一致刺激	282.23±28.66	280.86±30.68	274.91±36.00

注:N2潜伏期组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=0.435, P=0.510, \eta^2=0.001$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=0.053, P=0.818, \eta^2=0.000$),脑区($F_{(2,136)}=9.727, P=0.001, \eta^2=0.046$)。交互作用:组间×脑区($F_{(2,68)}=1.090, P=0.337, \eta^2=0.005$),组间×条件($F_{(1,68)}=0.765, P=0.382, \eta^2=0.002$),脑区×条件($F_{(2,68)}=0.864, P=0.522, \eta^2=0.004$),脑区×条件×组间($F_{(2,350)}=0.851, P=0.428, \eta^2=0.004$)。

$\eta^2<0.001$)。组内比较发现,刺激条件主效应差异呈边缘显著性($F_{(1,68)}=2.967, P=0.086, \eta^2=0.007$),脑区主效应差异有统计学意义($F_{(2,136)}=8.991, P<0.001, \eta^2=0.042$)。对脑区做事后检验发现,额中央区FCz显著大于额区Fz差异有统计学意义($P<0.001$);中央区Cz显著大于额区Fz差异有统计学意义($P<0.001$);额中央区FCz与中央区Cz差异无统计学意义($P>0.05$)。其余各因素间交互作用差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.5.2 P3成分潜伏期

P3成分潜伏期的差异重复测量方差分析结果详见表5。组间主效应差异无统计学意义($F_{(1,68)}=2.233, P=0.136, \eta^2=0.005$)。组内比较发现,刺激条件主效应差异有统计学意义($F_{(1,68)}=12.915, P=0.001, \eta^2=0.031$),对刺激条件做事后检验显示一致刺激的潜伏期显著小于不一致刺激差异有统计学意义($P<0.001$)。脑区主效应差异无统计学意义($F_{(2,136)}=0.231, P=0.794, \eta^2=0.001$),其余各因素间交互作用差异均无统计学意义($P>0.05$)。

2.5.3 P3地形图

两组P3成分分布区域基本一致,中央区激活程度最高,一致条件下激活程度要高于不一致条件下,气郁质组脑区激活范围小于平和质组,组间差异主要存在于额区和中央区。详见图6。

表4 Flanker任务下两组P3平均波幅比较

组别	刺激条件	波幅(μV)		
		额区	额中央区	中央区
平和质	一致刺激	1.75 $\pm$ 2.07	2.48 $\pm$ 2.15	2.19 $\pm$ 1.98
	不一致刺激	1.04 $\pm$ 2.20	1.91 $\pm$ 2.38	2.11 $\pm$ 2.06
气郁质	一致刺激	1.21 $\pm$ 2.01	2.34 $\pm$ 2.58	2.57 $\pm$ 2.99
	不一致刺激	0.81 $\pm$ 1.95	2.26 $\pm$ 2.59	2.04 $\pm$ 3.01

注:P3波幅组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=0.030, P=0.862, \eta^2=0.001$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=2.967, P=0.086, \eta^2=0.007$),脑区($F_{(2,136)}=8.991, P=0.0002, \eta^2=0.042$)。交互作用:组间 $\times$ 脑区($F_{(2,68)}=0.566, P=0.568, \eta^2=0.003$),组间 $\times$ 条件($F_{(1,68)}=0.059, P=0.808, \eta^2=0.000$),脑区 $\times$ 条件($F_{(2,68)}=0.122, P=0.885, \eta^2=0.001$),脑区 $\times$ 条件 $\times$ 组间($F_{(2,350)}=0.384, P=0.682, \eta^2=0.002$)。

表5 两组P3潜伏期比较

组别	刺激条件	潜伏期(ms)		
		额区	额中央区	中央区
平和质	一致刺激	424.51 $\pm$ 47.19	422.46 $\pm$ 49.62	411.49 $\pm$ 56.38
	不一致刺激	427.09 $\pm$ 53.69	434.17 $\pm$ 51.04	451.94 $\pm$ 40.45
气郁质	一致刺激	418.23 $\pm$ 59.09	410.8 $\pm$ 56.96	403.71 $\pm$ 56.02
	不一致刺激	419.43 $\pm$ 69.55	432.74 $\pm$ 54.68	439.49 $\pm$ 48.13

注:P3潜伏期组间主效应:中医体质($F_{(1,68)}=2.233, P=0.136, \eta^2=0.005$)。组内主效应:刺激条件($F_{(1,68)}=12.915, P=0.001, \eta^2=0.031$),脑区($F_{(2,136)}=0.231, P=0.794, \eta^2=0.001$)。交互作用:组间 $\times$ 脑区($F_{(2,68)}=0.046, P=0.955, \eta^2=0.000$),组间 $\times$ 条件($F_{(1,68)}=0.017, P=0.895, \eta^2=0.000$),脑区 $\times$ 条件($F_{(2,68)}=0.398, P=0.19, \eta^2=0.019$),脑区 $\times$ 条件 $\times$ 组间交互作用($F_{(2,350)}=0.184, P=0.832, \eta^2=0.001$)。

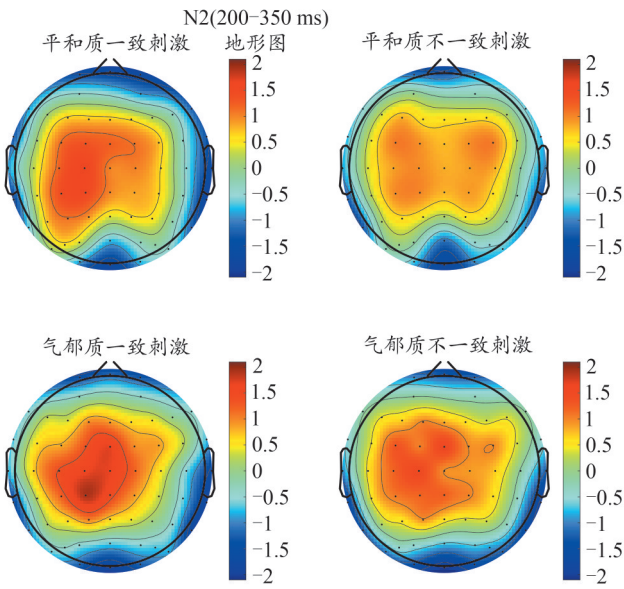


图5 Flanker范式中N2成分地形图(时间窗200-350 ms)

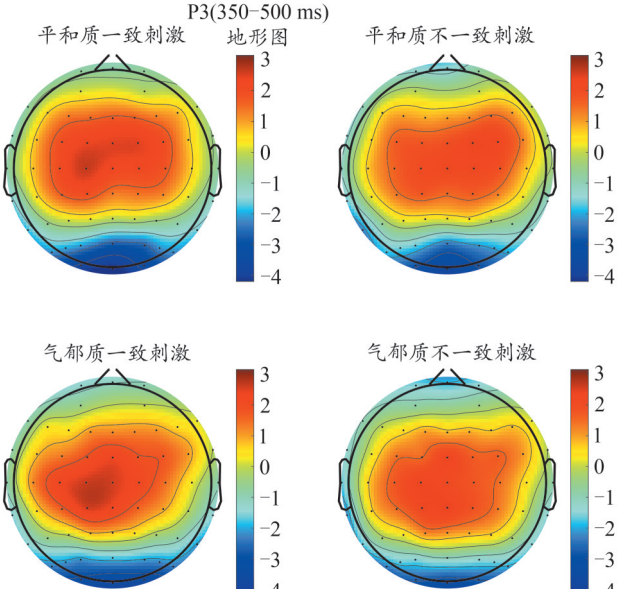


图6 Flanker范式中P3成分地形图(时间窗350-500 ms)

3 讨论

3.1 气郁质可对大学生认知功能产生不良影响

《内经》首倡“郁”，有抑而不扬，郁滞不畅的含义。巢元方提出了“因病致郁”和“因郁致病”的观点，叶天士在《临证指南医案》中提及“郁则气滞，气滞久则必化热”，“七情之郁居多”，七情致病伤及肝肾、脾胃，但本质在肝，正如《简明中医词典》中“气郁即气机郁抑不畅，因情绪抑郁，肝气不舒所致”。明代·张介宾《景岳全书》：“此多以衣食之累，利害之牵，及悲忧惊恐而致者总皆受郁之类。神志不振……凡此之辈。”^[28]。清·张璐《张氏医通》云：“郁证多缘于志虑不伸，而气受病”^[29]，说明了气郁质易因情志致病。气郁质由于长期情志不畅，气机郁滞而形成的以性格内向不稳定，忧郁脆弱、敏感多疑为主要表现的体质状态^[14]。肝主疏泄，调畅一身之气，气血津液正常运行，肝喜条达而恶抑郁，若因长期情志不畅，肝失疏泄，气机郁滞，气血津液无法正常运行输布于脑，脑失濡养，则致神机失用；肝藏魂，心藏神，气郁化火，热扰神魂，易引发健忘。因此气郁质是导致认知功能下降的危险因素之一。

3.2 气郁质对大学生抑制控制行为学的影响

Flanker 范式作为一种基本的研究方法，被广泛应用于对干扰抑制或冲突加工的探究。相关学者普遍认为，由于中央目标刺激与两侧刺激存在差异，被试在作出正确反应前需要解决冲突。因此，刺激不一致条件下的反应时长及错误率均高于刺激一致条件下的情况。这种不同条件下的行为表现差异被称为冲突效应(Conflict effect)。冲突效应是认知控制中的一个基本指标，反映了被试当前试次下的冲突处理能力^[30]。冲突监测理论^[31]认为如果中心刺激与两侧分心物一致时，个体只需要对目标刺激进行加工处理，不会受到分心物的干扰作用，也就不会出现冲突的条件；当靶刺激与两侧分心物不一致时，个体在对靶刺激做反应时收到分心刺激的干扰，且分心物与靶刺激之间形成了冲突条件，个体监测到这一冲突，使得整个认知调节系统为了解决这个问题而进行调节，提高自身的认知控制水平。因为个体不仅要靶刺激做出反应，还需要对分心物进行辨别和处理，这就导致耗费了更多的时间和资源。Flanker 范式、Stroop 范式和 Simon 范式是目前测量干扰抑制功能使用最广泛的测量范式，但因 Flanker 范式所涉及到的认知加工较纯

粹，其他认知功能参与较少^[32]，受其他认知过程的影响较小。因此本研究采用 Flanker 范式从干扰抑制的角度对大学生抑制控制功能进行测量。

本研究行为学结果显示，两种刺激条件下，气郁质组反应时长于平和质组，说明气郁质组人群在认知加工水平上有所下降，气郁质对认知控制产生了一定的影响。两组人群在不一致刺激条件下反应时长于一致刺激条件下，不一致刺激条件下的正确率均低于一致刺激条件下，符合冲突效应。因为个体要对于干扰刺激进行处理和加工并对目标刺激作出反应，这就耗费了更多的时间和资源。但两组人群的正确率未达到显著差异，这可能与本实验的难度对于大学生来说过于简单，以至于正确率的差异未达到明显水平。

3.3 气郁质影响大学生抑制控制功能的神经电生理机制

目前关于抑制控制的电生理研究指标主要集中在 N2 和 P3 成分上，N2 是在刺激出现后 200–300 ms 的时间窗内的一个负向波，波幅的增高表明冲突监控的增强。冲突任务中的 N2 成分常出现在前额叶脑区，位于前扣带回(Anterior cingulate cortex, ACC)，与冲突检测能力密切相关^[35–36]。研究表明^[37]，N2 成分主要反映了个体在冲突任务中处理不一致条件时所采用的认知抑制机制，其波幅大小可用来评估冲突检测的能力，即波幅越大，则代表个体的认知抑制能力越强，反映出其较强的冲突检测能力。P3 成分在刺激出现后 300–500 ms 的时间窗呈现的一个正向波幅，一般反映个体在冲突解决过程中所投入的认知资源，若 P3 成分越大，代表个体在进行抑制控制时所投入的认知资源越多^[38]，在抑制控制的过程中冲突解决能力就越强^[39–40]。有相关研究显示，MCI 老人比正常老人产生更大的 N2 波幅，提示 MCI 患者在不一致试次中受到了更大的对无关刺激冲突的影响，需要更多的认知资源参与^[41]。在本研究中 Flanker 范式中所诱发的 N2 成分气郁质组波幅要大于平和质组，气郁质组 P3 成分的波幅低于平和质组，可能是相较于平和质，气郁体质人群能更为敏感地觉察到冲突的信息，投入更多的资源，但却不能利用认知资源很好地处理冲突信息，从而导致冲突适应下降。气郁质人群 N2 成分潜伏期的延长，提示认知加工速度的减慢，但并未达到统计学意义，可能与大学生认知加工速度的差异不明显有关。提示被试在完成认知任务时，需要调动更多的认知资源，但此结

果并未达到统计学意义,可能与对于大学生来说任务过于简单,认知资源的分配并未达到明显差异。P3成分的潜伏期,一致条件要小于不一致条件,这一结果表明不一致刺激减慢了被试的认知加工速度。

4 结论

本研究结果提示气郁质对大学生抑制控制功能有不良影响,其机制可能与对冲突的监测和控制能力

下降有关。在对于认知功能障碍患者的治疗干预中,常规的西药治疗并不理想^[42],而中医体质学说认为体质虽然是相对稳定的个性特征但其具有可调性,体质是疾病发生、发展的基础,采用中医体质学理论来纠正正常人群中的偏颇体质有利于预防疾病的发展^[43],充分发挥中医药“未病先防,既病防变”的优势,对认知功能下降的人易发体质人群气郁质进行早期干预,从而预防或延缓他们认知功能的下降。

参考文献

- 徐勇,王军,王虹峥,等. 2023 中国阿尔茨海默病数据与防控策略. 阿尔茨海默病及相关病杂志, 2023, 6(3):175-192.
- Li X, Feng X J, Sun X D, et al. Global, regional, and national burden of Alzheimer's disease and other dementias, 1990-2019. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2022, 14:937486.
- Jia L F, Du Y F, Chu L, et al. Prevalence, risk factors, and management of dementia and mild cognitive impairment in adults aged 60 years or older in China: A cross-sectional study. *The Lancet Public Health*, 2020, 5(12):e661-e671.
- Hu C P, Yu D H, Sun X R, et al. The prevalence and progression of mild cognitive impairment among clinic and community populations: A systematic review and meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 2017, 29(10):1595-1608.
- 韩红娟,秦瑶,陈杜荣,等. 轻度认知障碍患者的双向转归研究. 中国全科医学, 2022, 25(9):1070-1076.
- Albinet C T, Boucard G, Bouquet C A, et al. Processing speed and executive functions in cognitive aging: How to disentangle their mutual relationship. *Brain and Cognition*, 2012, 79(1):1-11.
- Treitz F H, Heyder K, Daum I. Differential course of executive control changes during normal aging. *Neuropsychology, Development, and Cognition Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 2007, 14(4):370-393.
- West R L. An application of prefrontal cortex function theory to cognitive aging. *Psychological Bulletin*, 1996, 120(2):272-292.
- Miyake A, Friedman N P. The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 2012, 21(1):8-14.
- Yuan J J, He Y Y, Zhang Q L, et al. Gender differences in behavioral inhibitory control: ERP evidence from a two-choice oddball task. *Psychophysiology*, 2008, 45(6):986-993.
- Hartmann L, Wachtl L, de Lucia M, et al. Practice-induced functional plasticity in inhibitory control interacts with aging. *Brain and Cognition*, 2019, 132:22-32.
- Lennox K, Miller R K, Martin F H. Habitual exercise affects inhibitory processing in young and middle age men and women. *International Journal of Psychophysiology*, 2019, 146:73-84.
- 朱昊. 有氧体能训练对大学生抑制控制及脑白质完整性影响的研究. 扬州: 扬州大学, 2021.
- 王琦. 9 种基本中医体质类型的分类及其诊断表述依据. 北京中医药大学学报, 2005, 28(4):1-8.
- 王丽丹, 丛琳, 刘可可, 等. 中医体质类型与轻度认知障碍关系的研究. 阿尔茨海默病及相关病杂志, 2022, 5(2):109-114.
- 王琦, 朱燕波. 中国一般人群中医体质流行病学调查——基于全国 9 省市 21948 例流行病学调查数据. 中华中医药杂志, 2009, 24(1):7-12.
- 郑丽莉, 陈丙春, 王海燕, 等. 从中医体质视角研究大学生亚健康现状. 中医研究, 2015, 28(5):35-38.
- 邸洁, 朱燕波, 王琦, 等. 不同年龄人群中中医体质特点对应分析. 中国中西医结合杂志, 2014, 34(5):627-630.
- 肖全红. 4766 例大学生中医体质调查分析. 湖南中医药大学学报, 2018, 38(7):777-780.
- 张金晶. 中医体质干预管理在神经内科患者康复管理中的应用. 中医药管理杂志, 2024, 32(1):97-99.
- 霍磊, 邓金钗, 侯俊林, 等. 肝失疏泄影响执行功能抑制控制老龄化的神经电生理机制. 中国中医基础医学杂志, 2023, 29(6):966-971.
- 秦中朋, 詹向红. 浅谈 MCI 的情志病机及气郁体质致 MCI 的认知神经心理学研究思路. 世界科学技术-中医药现代化, 2024, 26(9):2305-2313.
- 秦中朋, 詹向红. “长期负性情绪积累肝失疏泄加速脑老化进程”假说的思考和探索. 世界科学技术-中医药现代化, 2020, 22(10):3650-3657.
- Diamond A. Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 2013, 64:135-168.
- 王君, 陈天勇. 抑制控制与高级认知功能的关系. 心理科学进展, 2012, 20(11):1768-1778.
- Groom M J, Cragg L. Differential modulation of the N2 and P3 event-related potentials by response conflict and inhibition. *Brain and Cognition*, 2015, 97:1-9.
- 陈焱. 冲动性个体抑制控制特点的 ERP 研究. 南昌: 江西师范大学, 2017.
- 张介宾. 景岳全书(上册). 北京: 人民卫生出版社, 2006.

- 29 张璐玉编. 张氏医通. 北京: 人民卫生出版社, 2006.
- 30 Soutschek A, Taylor P C J, Müller H J, *et al.* Dissociable networks control conflict during perception and response selection: A transcranial magnetic stimulation Study. *The Journal of Neuroscience*, 2013, 33(13): 5647–5654.
- 31 Cohen M X, Cavanagh J F. Single-trial regression elucidates the role of prefrontal *Theta* oscillations in response conflict. *Frontiers in Psychology*, 2011, 2:30.
- 32 刘荟琦, 唐可, 熊玲, 等. 强迫症反应抑制研究范式综述. 内江师范学院学报, 2016, 31(10):100–105.
- 33 Van Veen V, Carter C S. The timing of action-monitoring processes in the anterior cingulate cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2002, 14(4):593–602.
- 34 Van Veen V, Cohen J D, Botvinick M M, *et al.* Anterior cingulate cortex, conflict monitoring, and levels of processing. *NeuroImage*, 2001, 14(6):1302–1308.
- 35 Clayson P E, Larson M J. Psychometric properties of conflict monitoring and conflict adaptation indices: Response time and conflict N2 event-related potentials. *Psychophysiology*, 2013, 50(12):1209–1219.
- 36 Falkenstein M, Hoormann J, Hohnsbein J. ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*, 1999, 101(2–3):267–291.
- 37 Kanske P, Kotz S A. Conflict processing is modulated by positive emotion: ERP data from a flanker task. *Behavioural Brain Research*, 2011, 219(2):382–386.
- 38 Van Veen V, Carter C S. Separating semantic conflict and response conflict in the Stroop task: A functional MRI study. *NeuroImage*, 2005, 27(3):497–504.
- 39 Polich J. Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology*, 2007, 118(10):2128–2148.
- 40 Yu Y J, Jiang C G, Xu H Y, *et al.* Impaired cognitive control of emotional conflict in trait anxiety: A preliminary study based on clinical and non-clinical individuals. *Frontiers in Psychiatry*, 2018, 9:120.
- 41 邱月虹. 轻度认知障碍老人认知变化特点及其认知控制功能的减退. 深圳: 深圳大学, 2019.
- 42 闫华, 杨戈, 刘红梅, 等. 基于中医体质辨证的全程分阶健康管理在老年认知障碍治疗中的应用. 国际老年医学杂志, 2023, 44(5): 543–547.
- 43 王洁梅, 秦静波, 谢知言, 等. 大健康背景下中医体质学在痴呆防治中的应用. 北京中医药大学学报, 2023, 46(2):154–158.

Exploring the Effect of Qi-Stagnation on Inhibitory Control Function and Its Neuroelectrophysiological Mechanism in College Students Based on ERP Technology

DING Xiaoqi^{1,2}, LIU Yong¹, HOU junlin¹, ZHAO Ziwei¹, QIN Zhongpeng¹, CAO Ruyuan¹, ZHAN Xianghong¹

(1. Henan University of Chinese Medicine, Henan Province Engineering Technology Research Center for Chinese and Western Integrative Prevention and Treatment of Brain Cognitive Disease, Zhengzhou Key Laboratory for Chinese & Western Integrative Prevention and Treatment of Brain Cognitive Disease, Zhengzhou 450046, China; 2. Department of Neurology, The Mine Hospital of Xuzhou, Xuzhou 221002, China)

Abstract: Objective To investigate the effect of Qi stagnation on inhibitory control function and its neuroelectrophysiological mechanism in college students. Methods The population of peace and Qi depression was screened from college students through the scale of “Classification and Judgment Criteria of Traditional Chinese Medicine Constitution”, and 35 subjects were included in each group. Combined with event-related potential technology, the two groups were collected to complete the Flanker paradigm behavioral indicators (accuracy, response time) and EEG data indicators (amplitude and latency of N2 and P3 components), and the behavioral differences and neuroelectrophysiological mechanisms between the two groups under the Flanker paradigm were explored. Results Compared with the flat group, the reaction time of the gas depression group was longer ($P=0.07$). Compared with the consistent condition, the reaction time was longer under the inconsistent condition ($P<0.001$), and the accuracy rate was lower under the inconsistent condition significantly ($P<0.001$). Compared with the peaceful group, the N2 amplitude of the air depression group was higher ($P<0.05$). There was a statistically significant difference in the main effect of brain regions in the N2 latency period ($P<0.001$). Frontal lobe zero (Fz) in frontal region was greater than Frontal lobe central zero (FCz) in frontal region and greater than Central zero (Cz) in central region ($P<0.05$). There was a statistically significant difference in the main

effect of brain region ($P<0.001$). FCz in the frontal central region was significantly greater than that in the frontal region Fz ($P<0.001$), and the difference was statistically significant in the central region Cz was significantly greater than that in the frontal region ($P<0.001$). The incubation period of P3 component was significantly smaller than that of inconsistent stimulation ($P<0.001$). Conclusion Qi stagnation has a negative effect on the inhibitory control function of college students, and the decline of conflict monitoring and control ability is one of the possible mechanisms.

Keywords: Qi-stagnation, Inhibition control, Flanker paradigm, Event-related potential

(责任编辑: 李青)