

θ节律串刺激对视觉空间注意的行为学及事件相关电位研究*

张艳明¹ 宋为群^{1,4} 单桂香¹ 付伟² 胡洁¹ 杜巨豹¹ 霍速¹ 张冉³

摘要

目的:研究持续性θ节律串刺激(cTBS)对视觉空间注意障碍的作用机制。

方法:将30例正常受试者随机分为实验组(刺激组)和对照组(假刺激组),两组经过TBS刺激后进行事件相关电位(ERP)实验,实验范式为“提示—靶”,包括范围提示和汉字提示,范围提示为“大”圈和“小”圈,汉字提示为“大”字和“小”字。TBS刺激参数频率为30Hz,刺激强度为刺激器输出的50%,刺激部位为受试者右侧大脑的顶叶后部(P4),刺激脉冲801串,刺激间隔100ms。

结果:实验组和对照组在汉字提示和范围提示时,反应时表现出提示等级效应($P < 0.05$)。实验组与对照组比较,在汉字提示下P1、P2波幅明显低于对照组($P < 0.05$),在范围提示下PO4部位的P1、N1、N2波幅明显低于对照组($P < 0.05$)。实验组汉字提示与范围提示比较,范围提示时P1、P2、N2波幅更大($P < 0.05$);对照组汉字提示与范围提示比较,范围提示时P1、N1、P2波幅更大($P < 0.05$)。

结论:对右侧顶后叶皮质(PPC)进行抑制性cTBS刺激,能够影响大脑皮质神经元兴奋性活动,尤其会影响对左侧靶目标的识别及加工。

关键词 视觉空间注意;事件相关电位;提示范围;θ节律串经颅磁刺激

中图分类号:R651 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2014)-11-1031-08

A research on the behavior and event-related potential of visual spatial attention by continuous theta burst stimulation/ZHANG Yanming, SONG Weiqun, SHAN Guixiang, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2014, 29(11): 1031—1038

Abstract

Objective: To investigate the mechanism of continuous theta burst stimulation (cTBS) on visual spatial attention disorder.

Method: Thirty normal subjects were randomly divided into experimental group (cTBS, n=15) and control group (sham cTBS, n=15). Event-related potentials (ERP) was used and the test paradigm was “cue-target” including the range cue and the character cue. The range cue included big circle and small circle and the character cue included big character and small character. The frequency of TBS was 30Hz and the intensity was 50% of output of the stimulator. The stimulation site was over the right posterior parietal cortex (PPC) (P4). The stimulation provide 801 pulses strings and the stimulus interval was 100ms.

Result: For range cue and character cue, there were obvious range cue level effects in both two groups ($P < 0.05$). Compared with the control group, P1 and P2 amplitudes were significantly lower in experimental group

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.11.007

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(30770714, 81171024, 81371194);北京市自然科学基金资助项目(7052030);首都医学发展科研基金(2007-2068);高等学校博士学科点专项科研基金(20091107110004);北京市卫生系统高层次卫生技术人才培养计划(2009-3-62)

1 首都医科大学宣武医院康复医学科,北京,100053; 2 华北电网有限公司北京电力医院神经内科; 3 首都医科大学附属北京同仁医院康复医学科; 4 通讯作者

作者简介:张艳明,男,主管技师; 收稿日期:2014-03-07

for the character cue and P1, N1 and N2 amplitudes at PO4 position were significantly lower in experimental group for the range cue ($P < 0.05$). In experimental group, P1, P2 and N2 amplitude were higher for the range cue ($P < 0.05$). In control group, P1, N1 and P2 amplitude, were higher for the range cue ($P < 0.05$).

Conclusion: Cortical neuronal excitability could be inhibited with cTBS stimulation over the right PPC, that could influence target recognition and processing especially on the left side.

Author's address Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing, 100053

Key word visual spatial attention; event-related potential; cue range; theta burst stimulation

视觉空间注意(visual spatial attention, VSA)是对刺激物方位、范围、大小等空间信息的注意,其大脑加工机制是迄今为止尚未解决的难题之一,空间注意与基于物体的非注意之间比较,空间选择性注意在物体加工过程中速度和精确性具有明显的优势^[1]。θ节律串刺激(theta burst stimulation, TBS)是经颅磁刺激的一种新的刺激模式,TBS与传统刺激模式相比可以提供非常有价值的实验性“虚拟损害”模型^[2]。事件相关电位(event-related potential, ERP)是一种脑诱发电位,与刺激物实时相关的脑反应形成脑电波,该脑电波变化比较微弱,难以在自发脑电位中观察到,但是使用诱发电位固定锁时(time-locked)关系,由计算机进行叠加处理,则可以提取出ERP成分。许多视觉空间注意的ERP研究发现,在中央提示下,有效性的注意及提示能够诱发更大的后部P1和N1成分,这种情况主要反映了注意的感觉增益机制。范围提示能够引起外源性注意系统,即使转移注意的提前动机线索不存在,也可以自动地引导注意^[3-4]。本实验选用“提示-靶”范式,提示类型包括汉字提示和范围提示,记录反应时、正确率及ERP波形。TBS刺激健康受试者右侧顶叶下皮质,通过ERP记录脑电变化,观察受试者的行为学及脑电波形的变化情况,研究视觉空间注意障碍的发生机制。

1 资料与方法

1.1 受试者

选取30例健康受试者作为有偿被试参与本实验,将其随机分成两组,实验组(刺激组)15例[男7例、女8例,平均年龄(26.07 ± 5.77)岁]、对照组(假刺激组)15例[男5例、女10例,平均年龄(23.40 ± 4.13)岁]。纳入标准:①年龄18—40岁;②受试者皆为右利手;③视力正常或校正后正常;④无精神病史或神

经病史;⑤同意参与本研究。两组受试者在性别、年龄方面无显著性差异($P > 0.05$)。

1.2 刺激物

电脑显示屏上呈现刺激物,刺激的序列为背景—提示—目标识别任务。由两个同心白色的圆圈组成背景。随机选取大写英文字母作为刺激材料,由此组成两个同心的圆圈。每个圆圈中有8个大写字母,将“T”作为靶刺激物,任何两个字母之间距离相同。屏幕垂直平分线将圆圈上8个字母平均分成左右两个视野。所有字母为白色,背景为黑色。屏幕的正中有一个白色点作为整个实验的注视点。

1.3 事件相关电位记录

本实验使用NeuroScan脑电记录系统,将参考电极放在双侧乳突连线,前额接地,利用64导的电极帽记录脑电波,同时记录水平眼电和垂直眼电,滤波带通为0.1—40Hz,采样频率为500Hz,头皮电阻 $< 5k\Omega$ 。分析时程(epoch)为1200ms,含基线200ms,自动矫正眨眼等伪迹,在叠加中自动剔除波幅 $> \pm 100\mu V$ 。

1.4 程序和任务

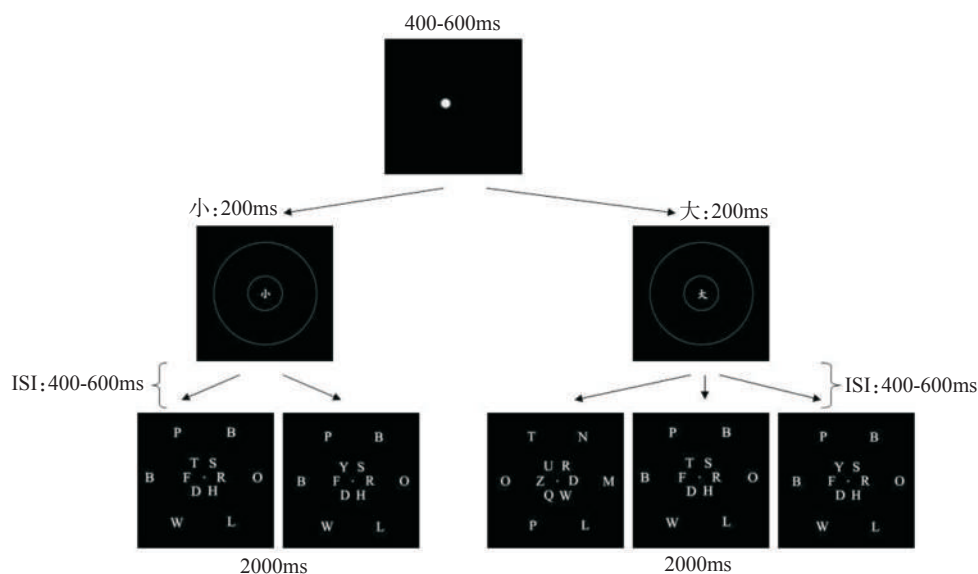
受试者坐在灯光微弱、隔音、无干扰的房间内,距离显示器70cm。整个测试过程中,要求受试者以放松的姿势完成实验,避免肌肉紧张,眼睛盯住屏幕中央的注视点,尽量避免眨眼和身体晃动。受试者需要对所有目标做出反应,而且要尽量快且准确的反应。提示与靶刺激之间的间隔(interstimulus interval, ISI)是随机的400—600ms。

1.4.1 汉字提示:实验任务包含两个block,每个block包括4组,每组包含20个刺激试次(trial),这些刺激试次呈现的顺序是随机的。受试者可以在每组实验结束后休息,休息时间由受试者自己控制,要求充分休息。首先会在屏幕中央呈现注视点“•”400—600ms,然后出现“大”、“小”字提示线索

200ms,由16个字母组成的两个圆圈靶刺激在最后一时间出现,呈现时间为2000ms,每个刺激试次的呈现顺序如图1所示。汉字提示由两个汉字“大”、“小”组成,视角为 7.4° 、 2.7° 。当“大”字提示时,目标“T”可能会出现在大小两个圈内,当“小”字提示时,目标“T”只出现在小圈内。要求受试者根据提示寻找效应圈的字母“T”出现在左侧视野还是右侧视野

野。字母“T”如果出现在左侧视野就按鼠标的左键,如果出现在右侧视野就按鼠标的右键。受试者要尽快而准确地做出反应。例如,提示为“大”字时,受试者对大圈或小圈的左侧视野或右侧视野的“T”分别尽快而准确地按左键或右键。所有的靶目标都要随机而等概率的出现在电脑视屏幕上。无靶刺激和干扰占10%,见图1。

图1 汉字提示的实验任务流程



1.4.2 范围提示:实验任务及刺激试次与汉字提示基本相同,见图2。范围提示由大、小两个圆圈组成,视角为 7.4° 、 2.7° 。当大范围提示时,在大圈或小圈中出现靶刺激“T”,当小范围提示时,在小圈中出现靶刺激“T”。要求受试者根据呈现的提示寻找相应圈中的字母“T”在左侧视野还是右侧视野内出现。如果左侧视野中出现“T”就按鼠标的左键,若在右视野中出现“T”则按鼠标的右键。受试者要尽快而准确地做出反应。例如,当提示为“大”圈时,要求受试者分别搜索大圈及小圈左侧视野或右侧视野内的“T”而且要尽快及准确地按鼠标的左键或右键。所有的靶目标都要随机而等概率出现在电脑视屏幕上。无靶刺激和干扰占10%。

1.5 θ 节律串刺激部位和参数

采用英国生产的快速磁刺激器(Magstim公司),“8”字形线圈,峰值刺激强度为2T,脉冲时限为250 μ s。治疗时受试者取坐位,刺激模式选用

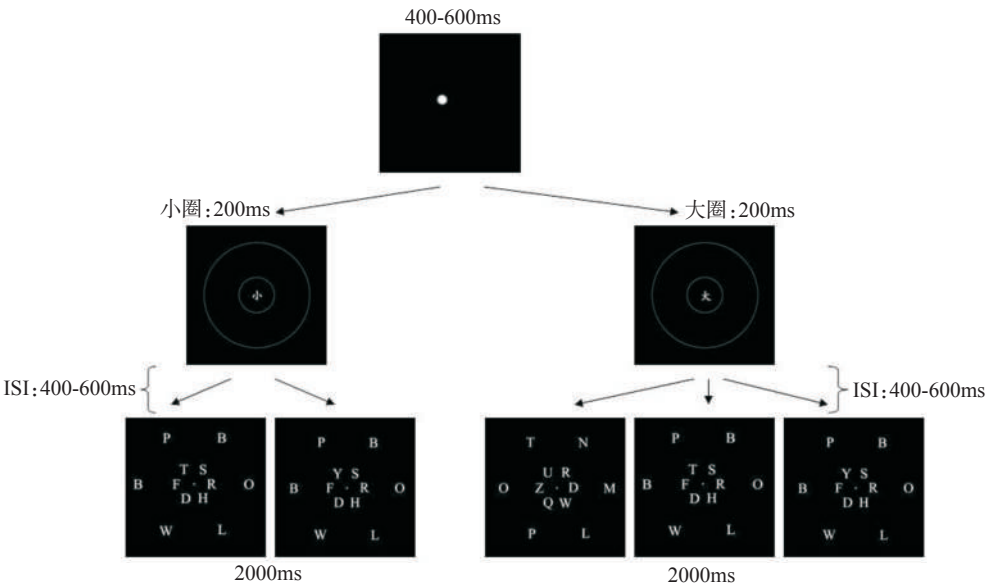
“burst”,刺激频率30Hz,刺激强度为刺激器输出的50%,刺激部位为受试者右侧大脑的顶叶后部P4(EEG10-20),刺激脉冲801串,刺激间隔100ms,对照组将线圈于头皮垂直放置,刺激时要求受试者闭上眼睛。两组cTBS刺激后进行ERP实验^[9]。

1.6 统计学分析

对所得脑电数据进行0—16Hz无相移数字滤波,采用Woldorff的相邻成分滤波方法消除短间隔条件下提示范围与目标刺激的ERP早期成分的重叠。利用NeuroScan软件进行离线分析,并去除眼动及眨眼对脑电数据的影响。由于身体的移动、肌肉紧张情况等影响实验数据,需要剔除超过 $\pm 100\mu$ V的数据。分析对目标做出正确反应的数据,剔除错误反应的受试者数据。分析和统计所有实验条件下的ERP数据。

对两组受试者数据进行ERP实验后分类叠加,根据本实验目的和总平均图的波形特征,选取后部

图2 范围提示的实验任务流程



(P3、PZ、P4、PO3、POZ 和 PO4)6 个电极点作为分析对象。时间分析窗口,头皮后部 P1 为 80—120ms、N1 为 140—180ms、P2 为 200—240ms、N2 为 230—320ms。对两组 ERP 数据分别进行 3 因素方差分析 (ANOVA),因素为类型(两个水平:汉字提示和范围提示)、提示等级(两个水平)和记录部位(6 个电极点),均采用 Greenhouse-Geisser 法校正 P 值。

2 结果

2.1 行为数据

行为结果通过方差分析 (ANOVAs) 的方法进行统计分析。在汉字提示和范围提示中,实验组与对照组的正确率都很高,两组之间的正确率无显著性差异 ($P > 0.05$)。在“大”字提示时,两组反应时比较无显著性差异 ($F(1,14)=1.008, P > 0.05$),在“小”字提示时,两组反应时比较无显著性差异 ($F(1,14)=1.9024, P > 0.05$)。在“大”圈提示时,两组反应时比较无显著性差异 ($F(1,14)=0.067, P > 0.05$),在“小”圈提示时,两组反应时比较无显著性差异 ($F(1,14)=0.521, P > 0.05$)。

在汉字提示和范围提示中,反应时明显表现出提示类型主效应。在实验组中,“大”字提示时反应时长于“小”字提示 ($F(1,14)=10.896, P < 0.05$),“大”圈提示时长于“小”圈提示 ($F(1,14)=9.639, P <$

0.05);在对照组中,“大”字提示时长于“小”字提示 ($F(1,14)=6.601, P < 0.05$),“大”圈提示时长于“小”圈提示 ($F(1,14)=4.516, P < 0.05$)。见表 1。

表 1 实验组与对照组反应时、正确率比较 ($\bar{x} \pm s$)		
提示类型/指标	实验组	对照组
汉字提示		
大字		
反应时 (ms)	673.85±89.13	636.26±114.33
正确率 (%)	99.36±0.57	99.50±0.81
小字		
反应时 (ms)	579.91±64.82 ^①	540.71±87.60 ^①
正确率 (%)	99.36±0.57	99.50±0.81
范围提示		
大圈		
反应时 (ms)	674.75±103.42	641.14±120.41
正确率 (%)	99.33±0.61	98.89±1.23
小圈		
反应时 (ms)	577.27±63.32 ^①	555.17±100.26 ^①
正确率 (%)	99.28±1.17	98.72±2.38

①两组大字与小字、大圈与小圈比较 $P < 0.05$

2.2 靶刺激诱发的 ERP 成分分析

2.2.1 P1 成分:在汉字提示中,实验组与对照组波幅主效应显著,“大”字提示时两组波幅比较有显著性差异 ($F(1,14)=8.365, P < 0.05$);“小”字提示时两组波幅比较有显著性差异 ($F(1,14)=6.101, P < 0.05$),两组的潜伏期无显著性差异 ($P > 0.05$)。在范围提示中,“大”圈提示时 PO4 波幅分别为 2.01 ± 1.25 、 3.92 ± 3.12 ($F(1,14)=4.875, P < 0.05$),其余部位

无显著性差异;“小”圈提示时,两组波幅无显著性差异($F(1,14)=1.400, P>0.05$),两组的潜伏期无显著性差异($P>0.05$)。实验组和对照组组内比较“大”字与“小”字、“大”圈与“小”圈波幅和潜伏期无显著性差异。

实验组“大”字的波幅低于“大”圈的波幅($F(1,14)=19.418, P<0.05$)、“小”字的波幅低于“小”圈的波幅($F(1,14)=28.874, P<0.05$),潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。对照组“大”字的波幅低于“大”圈的波幅($F(1,14)=4.981, P<0.05$)、“小”字的波幅低于“小”圈的波幅($F(1,14)=5.801, P<0.05$),潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。

2.2.2 N1成分:在汉字提示和范围提示中,实验组与对照组组间波幅及潜伏期比较都无显著效应($P>0.05$)。对照组“大”字的PZ部位波幅低于“大”圈的PZ部位波幅($F(1,14)=13.704, P<0.05$)、“小”字的PO4部位波幅低于“小”圈的PO4部位波幅($F(1,14)=5.482, P<0.05$),潜伏期无显著性差异($P>0.05$);两组“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。

2.2.3 P2成分:在汉字提示中,实验组与对照组波幅主效应显著,“大”字提示时两组波幅比较有显著性差异($F(1,14)=10.020, P<0.05$);“小”字提示时两组波幅比较有显著性差异($F(1,14)=8.079, P<0.05$),两组的潜伏期无显著性差异($P>0.05$)。在范围提示中,“大”圈提示时PO4波幅分别为 0.98 ± 1.65 、 3.64 ± 2.45 ($F(1,14)=4.924, P<0.05$)、“小”圈提示时,PO3分别为 2.63 ± 3.20 、 5.16 ± 3.06 ($F(1,14)=4.872, P<0.05$),POZ分别为 2.34 ± 2.93 、 5.15 ± 3.96 ($F(1,14)=4.881, P<0.05$),PO4分别为 2.12 ± 3.41 、 5.90 ± 3.47 ($F(1,14)=9.049, P<0.05$),其余部位无显著性差异,两组的潜伏期无显著性差异($P>0.05$)。

实验组“大”字的波幅低于“大”圈的波幅($F(1,14)=5.321, P<0.05$)、“小”字的P3(1.07 ± 0.74)、PO3(0.59 ± 0.73)波幅低于“小”圈的P3(3.17 ± 3.03)、PO3(2.63 ± 3.20)波幅($P<0.05$),其余部位无显著性差异,潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”

字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。对照组“大”字的P4(3.10 ± 2.49)、PO3(3.05 ± 2.19)波幅低于“大”圈的P4(5.97 ± 4.48)、PO3(5.39 ± 3.08)波幅($P<0.05$)、“小”字的PO3(2.19 ± 2.41)、PO4(3.35 ± 3.00)波幅低于“小”圈的PO3(5.16 ± 3.06)、PO4(5.90 ± 3.47)波幅($P<0.05$),其余部位无显著性差异,两组潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。

2.2.4 N2成分:在汉字提示中,实验组与对照组组间波幅及潜伏期比较都无显著效应($P>0.05$)。在范围提示中,“大”圈提示时实验组P4(-0.41 ± 2.39)、PO3(0.76 ± 1.88)波幅低于对照组P4(2.75 ± 4.03)、PO3(2.72 ± 2.58)的波幅($P<0.05$)、“小”圈提示时PO4(0.42 ± 1.91)波幅低于对照组PO4(2.96 ± 2.84)的波幅($F(1,14)=8.232, P<0.05$)。

实验组“大”字与“大”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$);“小”字的波幅低于“小”圈的波幅($F(1,14)=9.883, P<0.05$),潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。对照组“大”字与“大”圈波幅及潜伏期比较无显著性($P>0.05$);“小”字的波幅低于“小”圈波幅($F(1,14)=4.378, P<0.05$),潜伏期无显著性差异($P>0.05$);“大”字与“小”字和“大”圈与“小”圈波幅及潜伏期比较无显著性差异($P>0.05$)。见表2,图3—4。

3 讨论

在视觉空间注意的研究中,不同年龄早期视皮质活动存在差异,表现为年龄越大,抑制性突触活动越强、兴奋性突触活动越弱^[6-7]。cTBS能够抑制大脑皮质活动,导致抑制性突触活动减弱,Cazzoli等^[6]利用cTBS作用于健康受试者的右侧顶后叶皮质(PPC)进行研究,结果表明能够影响受试者视觉空间注意,导致类似忽略症状表现。本研究是在系列实验基础上进一步对视觉空间注意的脑加工机制进行研究。不同的提示范围等级,引起受试者脑加工资源不同。

3.1 不同提示类型对受试者ERP的影响

经典提示线索空间注意的研究中,有效提示引

图3 实验组与对照组组间ERP波形比较

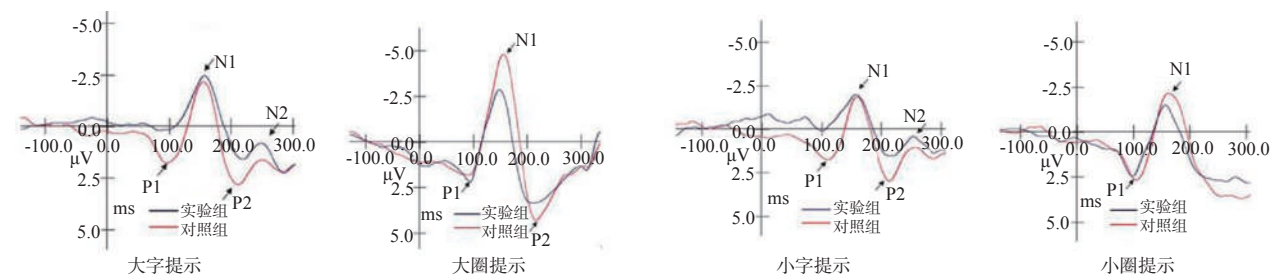


图4 实验组和对照组组内ERP波形比较

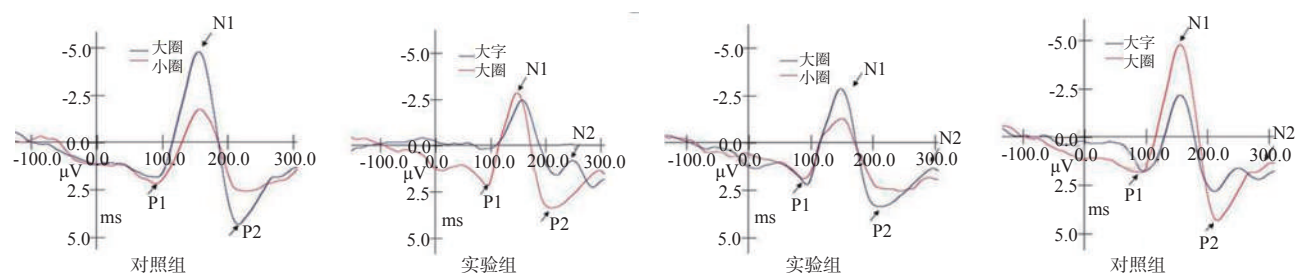


表2 实验组与对照组PO3部位ERP成分的波幅、潜伏期比较

	P1	N1	P2	N2
汉字提示				
大字				
波幅				
实验组	0.36±0.83	-3.53±2.19	1.04±1.12	0.11±1.38
对照组	1.81±2.10	-5.17±4.47	3.05±2.19	1.24±2.21
潜伏期				
实验组	266.53±39.18	165.33±10.68	226.53±11.01	266.53±39.18
对照组	267.40±39.69	161.27±9.33	233.73±8.84	267.40±39.69
小字				
波幅				
实验组	0.35±0.81	-3.77±2.23	0.59±0.73	-0.37±1.03
对照组	1.46±2.19	-5.10±4.61	2.19±2.41	0.13±2.06
潜伏期				
实验组	252.47±18.52	165.93±10.51	225.93±9.87	252.47±18.52
对照组	263.60±31.19	165.33±7.36	229.67±11.34	263.60±31.19
范围提示				
大圈				
波幅				
实验组	2.44±1.64	-2.72±2.51	3.22±3.54	0.76±1.88
对照组	3.67±2.46	-3.50±3.54	5.39±3.08	2.72±2.58
潜伏期				
实验组	100.13±9.85	160.33±14.29	221.73±14.80	288.73±35.18
对照组	100.53±12.90	162.07±11.27	233.73±21.01	292.13±31.49
小圈				
波幅				
实验组	2.68±1.38	-2.03±3.06	2.63±3.20	1.55±1.59
对照组	3.71±2.08	-2.14±3.61	5.16±3.06	2.60±2.98
潜伏期				
实验组	105.07±13.23	165.00±12.37	230.13±13.86	273.73±34.85
对照组	105.07±10.96	163.73±13.51	229.20±13.00	271.80±39.54

起P1和N1等早期ERP波幅增大,ERP波幅能够体现大脑加工过程中激活脑中神经元的多少,脑中神经元激活的越多,那么ERP波幅就越高,同时可以反映在信息加工过程中心理负荷的程度^[8-9]。本实验中,两种提示类型条件下,注意范围等级严格对应。对照组受试者在范围提示下,反应时表现出明显的提示范围等级效应,即随着提示范围的增大,反应时延长,N1波幅随之增加。N1成分主要反映了注意过程中感觉处理的增强过程及对视觉信息加工鉴别区分的加工过程^[10]。在范围提示中,范围提示增大,N1成分波幅的增加,主要反映了受试者对靶刺激识别时的加工程度及增加有效性,这与加工速度的理论相符合:减慢加工速度,就能够降低信息的数量或质量^[11]。

本研究中发现,范围提示比汉字提示等级效应更显著,主要表现在后部N1、P2成分的波幅上,N1和P2的波幅更大($P < 0.05$)。范围提示与汉字提示相比,范围提示引起更快的行为反应及更强的注意力,更不易受干扰刺激的影响,汉字提示的靶刺激引起的后部P2波幅比范围提示显著降低,表明汉字提示时的注意增益不如位置性提示突出所致,本研究结果支持这一结论。

3.2 θ节律串刺激对受试者视觉空间注意的影响

本研究结果发现,经过cTBS刺激的实验组汉字提示下P1、P2成分波幅明显低于对照组($P < 0.05$)。P1成分早在刺激发生后80—100ms产生,其代表视觉加工被空间注意提示所调节的最早阶段,对P1成分的脑功能核磁成像研究发现,该成分主要来源于外纹状皮质^[12]。P1成分随着空间等级范围增加而增加,反映了与视觉搜索范围相关的“top-down”的控制加工机制,当空间等级增加时,范围内的视觉信息将变得相对模糊,增加加工的难度,P1成分发生源内的神经元群活动增加,P1成分波幅也就随之增加。

在本实验中,实验组受试者经过cTBS刺激后,在汉字提示时启动内源性选择注意系统,抑制了激活兴奋性神经元的数量。内源性选择注意是一种“top-down”注意加工过程,能够控制意志性靶刺激,将注意集中到靶刺激上^[13]。Posner等^[14]研究表明,在研究选择性注意中“cue-target”实验范式是最为常用的经典范式,内源性选择注意在刺激目标异步性(stimulus onset asynchrony, SOA) $> 250—300$ ms时,有效地提示产生的易化效应将会趋于最大而且保持稳定状态。研究表明cTBS能够抑制大脑皮质神经元兴奋性,降低神经元群的活动能力^[15—16]。Corbetta等^[17]研究指出空间注意存在复杂的额-顶网络结构,在提示-靶试验过程中背侧注意网络(dorsal attentional network, DAN)(顶上回、额-眼动区、背外侧PFC)的血氧水平依赖性(blood oxygenation level dependent, BOLD)反应升高;当受试者对无效提示—靶反应时,腹侧注意网络(ventral attentional network, VAN)(颞-顶联合区和腹侧额叶皮层)的BOLD反应升高^[18]。由此可见,DAN对空间定向起主要作用,而VAN在探索意外与行为相关事件过程中占主导作用。Stewart等^[19]认为,双侧大脑半球处于相互抑制的平衡状态,当右侧大脑半球受损伤时,导致双侧半球的平衡状态失衡,右侧半球对左侧视野范围内信息的定向力下降,同时左侧半球出现过度兴奋,致使左侧半球对右侧视野范围内的物体注意力夸大。有研究表明,对视觉空间忽略患者健侧大脑半球顶叶进行TBS治疗后,可以有效地缓解患者的视觉忽略症状,能够明显地提高患者对忽略侧目标的感知能力^[20—21]。患者右侧顶叶皮质

受损后常常表现为对左侧空间或物体的忽略,Heilman等^[22]研究表明左侧大脑半球只能够引导注意右侧空间,而右侧大脑半球引导注意到左右双侧空间,干扰右侧大脑半球只会导致对左侧空间的注意定向受损。由于左侧大脑半球的注意资源对右侧空间仍然正常支配,右侧刺激位置的变化不会影响左侧视觉消失速度。有研究发现,对右侧大脑损伤的患者在左额叶进行TMS干预显著减少了对消率,而对左侧大脑损伤的患者在右侧半球进行TMS刺激并没有显著改变对侧空间刺激物的识别。提示右侧大脑损伤产生的忽略,可能与半球竞争平衡被破坏有关,将空间注意引导到对侧,右侧未损伤大脑半球对病灶侧的定向反应不受抑制^[23]。Cazzoli等^[24]研究发现,利用TBS刺激右侧大脑半球的额-顶叶空间注意网络,能够出现视觉对消的现象,该作用可以维持30min。左侧视野范围内视觉刺激物的水平和垂直偏离程度能够影响视觉对消的速度,刺激物越偏向左侧、越偏离中心,出现对消的可能性越大。注意缺失和注意相关障碍的患者临床常见,如忽略综合征。由于空间注意网络中,双侧大脑半球间存在竞争关系,单侧空间忽略与此种竞争有关^[25]。一般情况下,双侧大脑半球会处于一种平衡的相互抑制状态,但是当右侧大脑半球受损伤后,不但降低左侧注意范围内信息的定向能力,也会降低对左侧大脑半球皮质的抑制作用,导致左侧大脑半球夸大右侧范围内的注意^[26—27]。

通过本研究发现,对右侧PPC进行抑制性刺激,能够影响大脑皮质神经元兴奋性活动,尤其会影响对左侧靶目标的识别及加工;通过ERP电生理学的研究,可以为今后诊断及治疗视觉空间注意障碍提供帮助。

在范围提示下,反应时表现出明显的提示范围等级效应,即随着提示范围的增大,反应时延长,N1波幅随之增加。范围提示比汉字提示等级效应更显著,主要表现在后部N1、P2成分的波幅上,在范围提示比汉字提示时,N1和P2成分的波幅更大。经过TBS刺激的实验组汉字提示下P1、P2成分波幅明显低于对照组。对右侧PPC进行抑制性cTBS刺激,能够影响大脑皮质神经元兴奋性活动,尤其会影响对左侧靶目标的识别及加工,有助于今后在视觉

空间注意障碍诊断治疗。

参考文献

- [1] Bartolomeo P, Thiebaut de Schotten M, Chica AB. Brain networks of visuospatial attention and their disruption in visual neglect[J]. *Front Hum Neurosci*, 2012, 6(4):110.
- [2] Huang YZ. The modulation of cortical motor circuits and spinal reflexes using theta burst stimulation in healthy and dystonic subjects[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2010, 28(4): 449—457.
- [3] Song WQ, Luo YJ, Chi S, et al. The role of different cues in the brain mechanism on visual spatial attention[J]. *Prog Nat Sci*, 2006, 16,(10): 1045—1050.
- [4] Morioka H, Kanemura A, Morimoto S, et al. Decoding spatial attention by using cortical currents estimated from electroencephalography with near-infrared spectroscopy prior information[J]. *Neuroimage*, 2014, (90):128—139.
- [5] 宋为群,汪立冬,屈亚萍,等.不同提示条件下视觉空间注意的事件相关电位研究[J].*中国康复医学杂志*,2005,20(9):644—647.
- [6] Cazzoli D, Müri RM, Hess CW, et al. Horizontal and vertical dimensions of visual extinction: a theta burst stimulation study[J]. *Neuroscience*, 2009, 164(4):1609—1614.
- [7] Jiang YV, Swallow KM. Spatial reference frame of incidentally learned attention[J]. *Cognition*, 2013, 126(3):378—390.
- [8] Martínez A, Di Russo F, Anllo-Vento L, et al. Putting spatial attention on the map: timing and localization of stimulus selection processes in striate and extrastriate visual areas [J]. *Vision Res*, 2001, 41(10—11):1437—1457.
- [9] Hillyard SA, Anllo-Vento L. Event-related brain potentials in the study of visual selective attention[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 1998, 95(3):781—787.
- [10] Luck SJ. Multiple mechanisms of visual-spatial attention: recent evidence from human electrophysiology[J]. *Behav Brain Res*, 1995, 71(1—2):113—123.
- [11] Salthouse TA. Initiating the formalization of theories of cognitive aging[J]. *Psychol Aging*, 1988, 3(1):3—16.
- [12] 段青,宋为群,罗跃嘉.不同范围区域性提示下视觉空间注意的早期ERP研究[J].*第四军医大学学报*,2005,26(3):276—279.
- [13] Eimer M, Grubert A. Spatial attention can be allocated rapidly and in parallel to new visual objects[J]. *Curr Biol*, 2014, 24(2):193—198.
- [14] Benali A, Trippe J, Weiler E, et al. Theta-burst transcranial magnetic stimulation alters cortical inhibition[J]. *J Neurosci*, 2011, 31(4):1193—1203.
- [15] Cooke SF, Bear MF. Visual experience induces long-term potentiation in the primary visual cortex[J]. *J Neurosci*, 2010, 30(48):16304—16313.
- [16] Bressler DW, Fortenbaugh FC, Robertson LC, et al. Visual spatial attention enhances the amplitude of positive and negative fMRI responses to visual stimulation in an eccentricity-dependent manner[J]. *Vision Res*, 2013, (85):104—112.
- [17] Corbetta M, Shulman GL. Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain[J]. *Nat Rev Neurosci*, 2002, 3(3):201—215.
- [18] Tosoni A, Shulman GL, Pope AL, et al. Distinct representations for shifts of spatial attention and changes of reward contingencies in the human brain[J]. *Cortex*, 2013, 49(6): 1733—1749.
- [19] Stewart L, Battelli L, Walsh V, et al. Motion perception and perceptual learning studied by magnetic stimulation[J]. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*, 1999, (51): 334—350.
- [20] Nyffeler T, Cazzoli D, Hess CW, et al. One session of repeated parietal theta burst stimulation trains induces long-lasting improvement of visual neglect[J]. *Stroke*, 2009, 40 (8):2791—2796.
- [21] Cárdenas-Morales L, Nowak DA, Kammer T, et al. Mechanisms and applications of theta-burst rTMS on the human motor cortex[J]. *Brain Topogr*, 2010, 22(4):294—306.
- [22] Heilman KM, Watson RT, Valenstein E. Neglect and related disorders. In[A]. New York: Oxford University Press, 1993:243—294.
- [23] Sale A, De Pasquale R, Bonaccorsi J, et al. Visual perceptual learning induces long-term potentiation in the visual cortex[J]. *Neuroscience*, 2011, (172):219—225.
- [24] Cazzoli D, Müri RM, Hess CW, et al. Treatment of hemispatial neglect by means of rTMS-- a review[J]. *Restor Neurol Neurosci*, 2010, 28(4):499—510.
- [25] Newman DP, O'Connell RG, Bellgrove MA. Linking time-on-task, spatial bias and hemispheric activation asymmetry: a neural correlate of rightward attention drift[J]. *Neuropsychologia*, 2013, 51(7):1215—1223.
- [26] 宋为群,李永忠,杜博琪,等.低频重复经颅磁刺激治疗视觉空间忽略的临床研究[J].*中国康复医学杂志*,2007,22(6):483—486.
- [27] Xu GQ, Lan Y, Huang DF, et al. Visuospatial attention deficit in patients with local brain lesions[J]. *Brain Res*, 2010, (1322):153—159.