

# 词联导航训练法联合经颅直流电刺激改善失语症言语流畅度及命名能力的临床观察\*

张 芹<sup>1</sup> 江钟立<sup>1,2,4</sup> 方 欣<sup>1</sup> 林 枫<sup>1,2</sup> 徐晓燕<sup>3</sup> 高 婧<sup>1</sup> 陈珍珍<sup>1</sup>

## 摘要

**目的:**探讨词联导航训练法(word association navigation training, WANT)结合经颅直流电刺激(tDCS)改善慢性非流畅性失语症患者言语功能的治疗方案。

**方法:**16例非流畅性失语症患者随机分为真刺激组(8例)和伪刺激组(8例)。真刺激组tDCS阳极置于左侧Broca区,阴极置于对侧肩部,电流强度为1.0mA,2次/天,20min/次,连续10d。伪刺激组每次tDCS刺激30s后停止。两组同时实施WANT训练。治疗前后进行西方失语症成套测试(WAB)、训练图片和未训练图片命名测试。

**结果:**治疗前后两组WAB失语商(WAB-AQ)和图片命名测试得分均有显著提高( $P < 0.05$ )。治疗后真刺激组训练图片命名得分和WAB中言语流畅度得分显著提高( $P < 0.01$ )。未训练图片命名测试得分和WAB-AQ较伪刺激组改善明显( $P < 0.05$ )。

**结论:**词联导航训练法结合tDCS能更显著地改善慢性非流畅性失语症患者的言语流畅度和命名能力。

**关键词** 词联导航训练法;经颅直流电刺激;慢性非流畅性失语症;言语流畅度;命名能力

中图分类号:R741,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2017)-08-0879-05

Effects of word association navigation training with tDCS in patients with chronic non-fluent aphasia/  
ZHANG Qin, JIANG Zhongli, FANG Xin, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2017, 32(8):  
879—884

## Abstract

**Objective:** To explore the therapeutic effects of word association navigation training(WANT) training with tDCS on patients with chronic non-fluent aphasia.

**Method:** The sixteen patients with chronic non-fluent aphasia were randomized to receive either real anodal tDCS(8 patients)or sham stimulation (8 patients) in our study. In real group, 1 mA tDCS was administered to the left Broca's area for 20 minutes at a time, twice a day, 10 consecutive days. But the stimulation lasted for 30 seconds in sham group. All patients received WANT training during the stimulations. The Western Aphasia Battery (WAB), the trained pictures naming test and the untrained pictures naming test were used for evaluation before and after the treatment.

**Result:** In both real and sham tDCS groups, the scores of WAB-AQ and two pictures naming tests after treatment were significantly higher than those before treatment ( $P < 0.05$ ). After treatment, the scores of trained pictures naming test and verbal fluency in sub-items of WAB in real-tDCS group increased more significantly than those in sham group ( $P < 0.01$ ). Moreover, the scores of untrained pictures naming test and WAB-AQ in real tDCS group were obviously higher ( $P < 0.05$ ) compared with sham tDCS group.

**Conclusion:** WANT training combined with real tDCS stimulation can significantly improve the verbal fluency

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2017.08.005

\*基金项目:国家自然科学基金资助项目(81171854);江苏省科技支撑计划 BE2012675;国家自然科学基金面上项目(81672255)

1 南京医科大学第一附属医院康复医学中心,南京,210029; 2 宜兴市九如城康复医院; 3 南京朝天宫社区卫生服务; 4 通讯作者  
作者简介:张芹,女,硕士研究生;收稿日期:2016-12-23

and naming abilities in patients with chronic non-fluent aphasia.

**Author's address** Dept. of Rehabilitation, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing, 210029

**Key word** word association Navigation training; transcranial direct current stimulation; chronic non-fluent aphasia; the verbal fluency; naming abilities

经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种非侵入性的脑刺激技术,主要通过恒定、低强度直流电(0—2mA)调节大脑皮质的神经元活动<sup>[1]</sup>。其通过放置在头皮的两个电极片,将微弱电流作用于大脑皮质,从而使神经细胞膜电位产生去极化或超极化现象,改变大脑皮质的兴奋性,调控大脑功能<sup>[2]</sup>。目前的研究表明,阳极tDCS能增加刺激电极下皮质的兴奋性,促进损伤周边区的神经再募集,促进言语功能的恢复<sup>[1]</sup>。而且tDCS不单影响刺激电极下皮质的功能活动,还可以影响相连的神经网络<sup>[3]</sup>。通过对左侧额下回的阳性刺激,不仅可以增加运动性语言区皮质的兴奋性,而且可以影响一般认知网络,通过提高注意力、记忆力、执行能力等,进而促进言语功能的恢复<sup>[4]</sup>。

词联导航训练法(word association navigation training, WANT)是课题组自主研发的失语症治疗方法,它以语义启动效应和扩散激活模型为理论基础,应用复杂网络分析技术提取有语义关联顺序的词汇作为训练素材,采用“尝试+命名+复述”的训练方法进行临床失语症治疗的新方法<sup>[5]</sup>。前期研究结果表明词联导航训练法比常规言语训练方法(Schuell stimulus method, SSM)在改善患者的言语功能方面效果更好,而且操作简单<sup>[6]</sup>。

国外有研究显示tDCS结合言语训练可以提高失语商<sup>[7]</sup>,国内汪洁等对脑卒中后失语症患者进行单次图命名测试同时实施tDCS刺激,显示了图命名成绩明显提高<sup>[8]</sup>。国内尚未见到tDCS在线刺激同时实施言语训练的相关文献报道。本研究目的是探讨WANT训练结合tDCS对非流畅性失语症患者的治疗效果,为研究言语治疗技术的有效组合提供理论依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2015年6月—2016年12月期间在南京医科大学第一附属医院康复医学中心、南京朝天宫社

区卫生服务院和宜兴市九如城康复医院接受住院治疗的慢性非流畅性失语症患者16例。纳入标准:①经CT或MRI扫描有明确病灶;②病程2个月以上;③失语商(aphasia quotient, AQ) < 93.8分,并能复述2个字或2个字以上;④发病前右利手;⑤母语为汉语,发病后未接受过正规的言语训练。

排除标准:①严重的构音障碍;②严重的视觉和听觉障碍;③严重的认知功能障碍及精神障碍;④存在tDCS使用禁忌证。患者的基本信息见表1。纳入患者通过随机数字表法随机分为真刺激组和伪刺激组。每组8例。真刺激组中Broca失语3例,经皮质运动性失语4例,完全性失语1例。伪刺激组中8例患者均为Broca失语。两组患者在年龄、受教育年限、病程水平差异无显著性( $P > 0.05$ ),见表2。本实验通过南京医科大学伦理委员会批准,所有患者在实验前均已签署知情同意书。

### 1.2 评定方法

所有患者在接受治疗前和治疗结束后均需进行行为学评估,评估内容包括简式标记测试(token test)、简易精神状态检查(minimum mental state

表1 两组患者基本信息

	患者	性别	失语类型	病灶部位
真刺激组	P1	男	Broca失语	左侧颞顶叶
	P2	男	Broca失语	左侧基底核区
	P3	男	经皮质运动性失语	左侧尾状核和壳;左侧大脑中动脉供血区
	P4	女	Broca失语	左侧基底核区
	P5	男	完全性失语	左侧额顶叶
	P6	男	经皮质运动性失语	左侧额顶叶大
	P7	男	经皮质运动性失语	左侧额颞顶叶
	P8	男	经皮质运动性失语	左侧额颞枕叶
伪刺激组	P9	男	Broca失语	左侧颞枕叶
	P10	女	Broca失语	左侧基底核区
	P11	男	Broca失语	左侧额颞顶叶
	P12	男	Broca失语	左颞叶深部、左半卵圆中心及顶叶皮质下
	P13	男	Broca失语	左侧基底核区
	P14	男	Broca失语	左侧额颞部
	P15	男	Broca失语	左侧基底核区
	P16	男	Broca失语	左侧颞顶部

表2 两组患者基线水平

( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	年龄(岁)	受教育年限(年)	病程(月)	Token	MMSE
真刺激组	8	46.88±16.61	11.88±4.36	5.63±5.21	11.94±7.86	18.62±6.86
伪刺激组	8	44.88±9.40	10.00±3.07	7.63±4.60	9.50±1.31	16.25±5.63
<i>t</i> 值		0.296	0.995	0.814	0.865	0.757
<i>P</i> 值		0.771	0.337	0.429	0.402	0.462

examination, MMSE)、西方失语症成套测试(the western aphasia battery, WAB)、训练及未训练图片命名测试。

**1.2.1 Token 测试:**用于检测失语症患者的听理解能力,并对听理解障碍的严重程度进行量化分级。总分36分,按听理解障碍的严重程度划分为:正常29—36分;轻度25—28分;中度17—24分;重度9—16分;极重度8分以下。可筛查排除严重的听理解障碍的患者<sup>[9]</sup>。

**1.2.2 MMSE:**包含定向力、记忆力、注意力和计算力、回忆能力、言语能力5个方面的功能评估,总分30分。MMSE < 27分即存在认知功能障碍;MMSE < 21分提示痴呆。按痴呆的严重程度分级划分为:轻度MMSE ≥ 21分;中度10 ≤ MMSE < 20分;重度MMSE ≤ 9分。该测试反映患者的基本认知功能,可筛查排除重度认知障碍的患者<sup>[10]</sup>。

**1.2.3 WAB,**是国际常用的标准失语症测试量表。它从神经心理学角度出发,是波士顿诊断失语症测试修改后的简化版,分为言语部分和非言语部分。言语部分由自发言语、听理解、复述、命名共四个子项目组成。各子项目得分可做出失语症的分类,每个子项目得分经折算后可计算出失语商(AQ),AQ < 93.8可诊断为失语症。AQ值可反映失语症的严重程度,并可作为失语症的好转或恶化的评价指标<sup>[11]</sup>。

**1.2.4 图片命名测试,**采用75张言语治疗中使用的训练图片和46张未训练图片,图片以随机顺序出现,每张图片呈现5s,图片出现后要求患者进行命名,无论命名是否正确,均于5s后呈现下一张图片,计算训练图片和未训练图片的命名正确数,用来评估患者命名能力的固化效应和泛化效应。

### 1.3 治疗方法

**1.3.1 WANT:**通过课题组前期构建的汉语联想词

余下的网络(共122个词汇)输入Ucinet 6,执行Ucinet 6的Tool>cluster>Hierarchical指令,采用Johnson层次聚类算法对网络图进行层次聚类,参数设为COMPLETE\_LINK(同一云集团内的单词为高相似,而不同云集团内的单词为低相似)和Dendrogram(树状图)。在树状图中,选出的单词重新排序,相同聚类的单词相互靠近,由此确定语义相关词汇的临床训练顺序。选定的122个词汇中有75个词汇配有相应的黑白图片,训练时以图片的形式呈现;47个词汇为抽象词汇,无法匹配相应的图片,因此训练时以文字形式呈现<sup>[12-14]</sup>。

**言语训练流程:**在安静、明亮的房间内进行,患者坐于电脑前,眼睛距离电脑屏幕约50cm。电脑屏幕上呈现图片或词汇,首先要求患者对所呈现内容进行尝试命名或朗读,若5s内患者反应正确,则进入下一张图片或词汇<sup>[15]</sup>;若5s内患者反应错误或无反应,如呈现的是图片,即在该图片的下方呈现相应文字,并由治疗师给予语音提示和发音口型,要求患者进行口型模仿并复述4遍,如果呈现的是文字,则由治疗师带领患者复述4遍,而后进入下一张图片或词汇<sup>[6]</sup>。图片或词汇之间的呈现顺序体现了语义相关性。

**1.3.2 tDCS的电极定位和刺激方案:**采用IS200型智能电刺激仪(四川省智能电子实业公司,成都)对患者进行在线刺激。体表定位按照国际脑电图10-20系统电极放置法,Broca区位于T3-Fz与F7-Cz之间的交叉点<sup>[16]</sup>。体表刺激部位:阳极tDCS为左侧Broca区,阴极位于右肩。电流强度为1.0mA,20min/次,2次/日,连续10d,共20次。

**1.3.3 实验流程:**采取随机数字表法将16例慢性非流畅性失语症患者随机分为真刺激组和伪刺激组。每组8例患者。真刺激组患者进行词联导航训练的同时接受左侧Broca区的阳性tDCS刺激。伪刺激组患者进行词联导航训练的同时接受左侧Broca区

tDCS的假性刺激(刺激30s后停止)。言语训练每次20—30min,2次/d,连续10d。两组患者在治疗前后均接受行为学评估。

#### 1.4 统计学分析

采用SPSS 22.0软件进行统计分析。患者治疗前后的行为学数据,统计资料符合正态分布,采用配对t检验。治疗前两组行为学评估数据符合正态分布和方差齐性,组间比较采用两独立样本t检验。治疗效果用治疗后与治疗前的行为学评估差值表示<sup>[17]</sup>,两样本差值符合正态分布,两组治疗效果的比较采用两独立样本t检验。选取P<0.05表示差异具有显著性意义。

## 2 结果

真刺激组治疗后训练图片命名正确数显著高于治疗前( $t=7.523, P<0.001$ );AQ值、未训练图片命

名正确数和WAB中的“自发言语”和“听理解”子项目得分显著高于治疗前( $P<0.01$ );WAB中“命名”相较于治疗前有改善( $t=2.758, P=0.028$ );WAB中“复述”与治疗前相比无明显差异。伪刺激组治疗后训练图片的命名正确数显著增加( $t=3.759, P=0.007$ );AQ值和未训练图片命名正确数比治疗前有改善( $P<0.05$ );WAB的各子项目中无显著性差异。

组间比较显示:治疗前在训练图片命名正确数、未训练图片命名正确数、AQ值及WAB各子项目中两组间比较差异无显著性( $P=0.13, P=0.11, P=0.21, P=0.55, P=0.77, P=0.12, P=0.11$ )。治疗后真刺激组在训练图片命名正确数显著高于伪刺激组( $P=0.004$ );与伪刺激组相比,治疗后在AQ值、未训练图片命名正确数、WAB中“自发言语”真刺激组改善更明显( $P=0.031, P=0.034, P=0.009$ );而在WAB的其余子项目治疗后两组比较无显著性差异,见表3。

表3 治疗前后两组行为学评分比较

( $\bar{x}\pm s$ ,分,n=8)

	训练图片命名正确数	未训练图片命名正确数	WAB-AQ	WAB子项目评分			
				自发言语	听理解	复述	命名
<b>伪刺激组</b>							
治疗前	7.75±8.07	6.38±5.78	46.61±12.8	8.50±3.11	6.19±1.89	5.47±1.04	3.14±1.41
治疗后	19.00±12.80 <sup>②</sup>	9.50±7.01 <sup>①</sup>	51.02±13.49 <sup>①</sup>	9.25±3.49	6.19±1.77	5.87±2.09	4.20±1.77
<b>真刺激组</b>							
治疗前	15.75±9.53	14.00±9.34	54.06±15.86	9.25±3.06	5.88±1.84	6.94±2.38	4.95±2.26
治疗后	43.62±19.32 <sup>③④</sup>	22.50±10.23 <sup>②⑤</sup>	67.01±14.64 <sup>②⑤</sup>	12.38±3.16 <sup>②④</sup>	6.82±1.91 <sup>②</sup>	7.93±1.86	6.36±1.97 <sup>①</sup>

注:组内治疗前后比较:①P<0.05;②P<0.01;③P<0.001。与伪刺激组比较:④P<0.05;⑤P<0.01。

## 3 讨论

国外有研究对病程超过15个月的慢性非流畅性失语症患者进行10天的左侧Broca区阳极tDCS结合视频谈话治疗,通过评估患者说出的内容单元,名词、动词和句子的数量,显示患者言语功能的改善<sup>[18]</sup>。国内关于tDCS治疗失语症的研究尚处于起步阶段。汪洁等在失语症患者进行图命名测试的同时实施在线左侧Broca区阳极,显示失语症患者的图命名能力的改善,但是该研究并未涉及言语治疗<sup>[8]</sup>。本研究中我们将tDCS在线刺激同步联合言语训练,所采用的WANT是一种基于语义记忆策略的治疗方法,利用患者残存的语义系统促进目标词的产生,抑制竞争词汇,修复受损的语义系统<sup>[5]</sup>。前期研究已显示它在提高言语流畅度、命名和计算等方面优于常规的言语治疗方法<sup>[6]</sup>。本研究结果显示联合治疗方案

对WAB的改善作用优于单一的WANT治疗方案。

tDCS主要影响处在活动状态的神经元,无法对静息态的神经元产生影响<sup>[19]</sup>。有研究采取右侧Broca同源区阴极tDCS与常规言语治疗相结合治疗失语症,WAB显示患者言语功能有明显的改善<sup>[7]</sup>。而单纯的左侧Broca区的阳性刺激,患者的名词命名和动词命名能力没有明显改善<sup>[20]</sup>。WANT训练使得患者大脑优势半球语言相关脑区受到激活。而阳性的tDCS增加了这些处于活动状态的脑区皮质的兴奋性作用,从而进一步促进了大脑优势半球语言相关脑区的功能重塑<sup>[21]</sup>,使言语治疗的效果扩大化。WAB评估中,真刺激组除了“复述”改善不明显,其他各子项目与治疗前相比产生明显改善,而伪刺激组中只有AQ改善,提示左侧阳性tDCS与靶向的言语治疗结合能够产生更好的治疗效果。

功能性影像学证据表明, Broca区及其周边区在控制性选择和/或根据语境从心理词汇库中检索合适的词汇过程中起着关键作用<sup>[22-21]</sup>。一旦检索到,这个词汇信息就被统一到一个跨多词话语的整体表达中<sup>[23]</sup>。本研究中真刺激组采用 Broca区阳极电刺激后,“WAB失语商”、“言语信息量”和“流畅度”与伪刺激组相比,均明显提高,患者对图片场景的描述产出了更多的词汇和句子,有5例患者的失语类型从非流畅型转为流畅型。可能是由于通过参与词汇的选择和检索过程, Broca区的阳极电刺激可能会引出将词义整合到一段根据语境展开的话语表达中,从而使患者说出更多的内容单元和句子数量<sup>[24]</sup>。

真刺激组采用联合方案后,训练及未训练图片命名正确数提高,可能由于左侧额叶皮质参与了命名过程。一项 fMRI 研究调查结果显示左半球的激活强度,特别是左前额皮质的激活强度与失语症患者的命名准确度之间呈正线性关系<sup>[25]</sup>。真刺激组 Broca区的兴奋性刺激,提高了该区的皮质激活,提高了命名能力。WAB中“命名”的改善反映了患者从心理词典中提取词汇的能力提高。心理词典通常被认为位于颞叶中部<sup>[26]</sup>,经过重复的词汇联想训练,所习得的训练词汇可以编入心理词典,使得心理词典得到有效地扩充<sup>[27]</sup>。联合治疗方案显著提高了命名成绩,可能由于 Broca区的兴奋性刺激,不仅提高了刺激部位皮质的兴奋性,而且调节了语言加工相关区域皮质间包括涉及词汇概念的识别和理解的颞叶中部的活性连接。脑电图研究显示阳极 tDCS 刺激初级运动皮质 M1 区,可使同侧半球运动前区、运动区以及感觉运动区之间的功能性连接明显增加<sup>[28]</sup>。Marcus Meinzer 采用左侧初级运动皮层的阳极 tDCS 治疗失语症患者,结果显示患者词汇输出增加, fMRI 显示额叶的皮质活性增加,提示 tDCS 的兴奋性刺激不仅可以提高局部皮质的兴奋性,而且其对词汇输出相关皮质间网络联系也有调节活性<sup>[29]</sup>。

治疗效果的更高目标是实现“举一反三”,通过有限的词汇训练能引导出更多未训练的词汇。根据词联导航训练法的基本理论,词汇概念之间存在着语义连通关系<sup>[30]</sup>。课题组前期研究证实,失语症患者在言语产生过程中能够通过语义关系产生自动扩

散激活能力<sup>[31]</sup>。本研究中联合治疗方案较单一方案显著地提高了“未训练图片”的命名能力,促进语义的通达,使失语症患者短期内增加词汇概念。

本研究中由于患者脱落率较高导致了实验样本量偏少。本次实验前期募集纳入患者 25 例,其中 4 例患者因 Token 测试低于 7 分, 1 例患者因 MMSE 得分低于 9 分退出实验, 4 例患者因住院时间限制,不能完成整个实验流程,中途出院导致实验中断。虽有文献报道言语认知训练与 tDCS 同步进行可能会得到相比单独 tDCS 更好的效果<sup>[32]</sup>。但本研究中我们仅设计了 WANT 单一训练方案作为对照组,单纯 tDCS 刺激不配合言语训练,是否也能获得同样的疗效,是下一步的研究内容,并由此可以进一步分析 tDCS 与靶向言语治疗之间的相互作用关系。

#### 4 结论

WANT 训练联合 tDCS 显著地改善了慢性非流畅性失语症患者的言语功能,提高了言语流畅度和命名能力。为慢性非流畅性失语症的治疗提供了可供借鉴的方案,为言语治疗技术的临床整合应用提供了实验依据。

#### 参考文献

- [1] Hamilton RH, Chrysikou EG, Coslett B. Mechanisms of aphasia recovery after stroke and the role of noninvasive brain stimulation[J]. *Brain and Language*, 2011,118(1-2): 40-50.
- [2] Creutzfeldt O, Fromm F, Kapp H. Influence of transcortical d-c currents on cortical neuronal activity[J]. *Exp Neurol*, 1962,5:436-452.
- [3] Miniussi C, Cappa SF, Cohen L G, et al. Efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation/transcranial direct current stimulation in cognitive neurorehabilitation[J]. *Brain Stimul*, 2008,1(4):326-336.
- [4] Geranmayeh F, Brownssett S L, Wise R J. Task-induced brain activity in aphasic stroke patients: what is driving recovery?[J]. *Brain*, 2014,137(Pt 10):2632-2648.
- [5] 高敏行, 江钟立. 基于语义记忆策略的言语治疗模式[J]. *中国康复医学杂志*, 2012,27(6):574-577.
- [6] 田智慧, 江钟立, 丛芳, 等. 词联导航训练法与 Schuell 刺激疗法改善卒中后言语功能的对比研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2014,29(2):119-123.
- [7] Jung I, Lim J Y, Kang E K, et al. The Factors associated

- with good responses to speech therapy combined with transcranial direct current stimulation in post-stroke aphasic patients[J]. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 2011,35:460—469.
- [8] 汪洁, 吴东宇, 宋为群, 等. 双额叶在线经颅直流电刺激对失语症命名作用[J]. *中国康复医学杂志*, 2014,29(1):31—35.
- [9] Renzi ED, Vignolo L. The token test: A sensitive test to detect receptive disturbances in aphasics[J]. *Brain*, 1962,85:665—678.
- [10] Folstein M, Folstein S, McHugh P. Mini-Mental State. A practical method for grading cognitive state of patients for the clinicians[J]. *Journal of psychiatric research.*, 1975,12:189—198.
- [11] Shewan C. The Language Quotient (LQ): a new measure for the Western Aphasia Battery[J]. *J Commun Disord*, 1986,19(6):427—439.
- [12] 周亮, 江钟立, 林枫. 青年人和老年人词汇联想反应的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2008,23:297—300.
- [13] 林枫, 江钟立, 周亮. 青年人和老年人认知联系网络的整体结构分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2008,23(4):291—296.
- [14] ZHOU L, Jiang Z, L F. Word association for young and old adults[J]. *J Rehabil Med.*, 2008,46:76.
- [15] Renvall K, Laine M, Martin N. Contextual priming in semantic anomia: a case study[J]. *Brain & Language*, 2005,92(2):327—341.
- [16] Friederici A, Hahne A, von Cramon D. First-pass versus second-pass parsing processes in a Wernicke's and a Broca's aphasic: electrophysiological evidence for a double dissociation[J]. *Brain Lang*, 1998,62(3):311—341.
- [17] Julie B, Chris R, Julius F. Using transcranial direct current stimulation (tDCS) to treat stroke patients with aphasia[J]. *Stroke*, 2010,41(6):1229—1236.
- [18] Marangolo P, Fiori V, Calpagnano MA, et al. tDCS over the left inferior frontal cortex improves speech production in aphasia[J]. *Front Hum Neurosci*, 2013,7:539.
- [19] Segrave R, Arnold S, Hoy K, et al. Concurrent cognitive control training augments the antidepressant efficacy of tDCS: a pilot study[J]. *Brain Stimul.*, 2014,7(2):325—331.
- [20] Volpato C, Cavinato M, Piccione F, et al. Transcranial direct current stimulation (tDCS) of Broca's area in chronic aphasia: A controlled outcome study[J]. *Behavioural Brain Research*, 2013,247:211—216.
- [21] 祁冬晴, 江钟立, 林枫, 等. Broca失语患者语言加工偏侧化特征的脑磁图研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2014,29(5):410—420.
- [22] Schuhmann T, Schiller N O, Goebel R, et al. Speaking of which: Dissecting the neurocognitive network of language production in picture naming[J]. *Cereb.Cortex.*, 2012,22:701—709.
- [23] Indefrey P, Cutler A. Prelexical and lexical processing in listening[J]. *The Cognitive Neurosciences*, 2005:759—774.
- [24] Hagoort P. On Broca, brain, and binding: a new framework[J]. *Trends Cogn.Sci.*, 2005,9:416—423.
- [25] Fridriksson J, Bonilha L, Baker J, et al. Activity in preserved left hemisphere regions predicts anomia severity in aphasia[J]. *Cereb Cortex.*, 2010,20(5):1013—1019.
- [26] Bayley P, Squire L. Failure to acquire Flew semantic knowledge in patients with large medial temporal lobe lesions[J]. *Hippocampus*, 2005,15:273—280.
- [27] Breitenstein C, Zwitserlood P, de Vries M. Five days versus a lifetime: Intense associative vocabulary training generates lexically integrated words[J]. *Restor Neurol Neurosci.*, 2007,25:493—500.
- [28] Polania R, Nitsche M, Paulus W. Modulating functional connectivity patterns and topological functional organization of the human brain with transcranial direct current stimulation[J]. *Hum Brain Mapp*, 2011,32(8):1236—1249.
- [29] Meinzer M, Lindenberg R, Sieg MM, et al. Transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex improves word-retrieval in older adults[J]. 2014,6:253. (补充刊名)
- [30] Meinzer M, Djundja D, Barthel G. Long-term stability of improved language functions in chronic aphasia after constraint-induced aphasia therapy[J]. *Stroke*, 2005,36(7):1462—1466.
- [31] 孙丽, 江钟立, 林枫, 等. 语义导航策略训练对失语症患者词汇命名泛化效应的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2011, 33(11): 830—833.
- [32] Martin D, Liu R, Alonzo A, et al. Can transcranial direct current stimulation enhance outcomes from cognitive training? A randomized controlled trial in healthy participants [J]. *Int J Neuropsychopharmacol*, 2013,16(9):1927—1936.