

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2022.23.028

# 高频重复经颅磁刺激联合言语听觉反馈训练对脑卒中后认知功能障碍患者事件相关电位 P300 和血清 NSE、S100 $\beta$ 蛋白的影响 \*

徐丙怡<sup>1</sup> 巩尊科<sup>1,2 $\Delta$</sup>  王世雁<sup>3</sup> 王翔<sup>3</sup> 马喆喆<sup>3</sup>

(1 徐州医科大学第二临床医学院 江苏 徐州 221004; 2 徐州市中心医院康复科 江苏 徐州 221009;

3 徐州市康复医院康复科 江苏 徐州 221010)

**摘要 目的:**探讨高频重复经颅磁刺激(rTMS)联合言语听觉反馈训练对脑卒中后认知功能障碍(PSCI)患者认知功能的改善作用及对事件相关电位 P300 和血清神经元特异性烯醇化酶(NSE)、S100 $\beta$  蛋白的影响。**方法:**研究对象来源于徐州市中心医院 2020 年 3 月~2022 年 2 月期间收治的 130 例 PSCI 患者。根据随机数字表法将患者分为对照组(n=65)和实验组(n=65),对照组患者接受常规治疗方案和言语听觉反馈训练,实验组在对照组的基础上联合高频 rTMS。对比两组干预 8 周后认知功能、生活质量、事件相关电位 P300 和血清 NSE、S100 $\beta$  蛋白的变化情况。**结果:**干预 8 周后,两组蒙特利尔认知评估量表(MoCA)、Rivermead 行为记忆测验(RBMT)升高,且实验组高于对照组( $P<0.05$ );干预 8 周后,两组维多利亚版 Stroop 测试(VST)下降,且实验组低于对照组( $P<0.05$ )。干预 8 周后,两组改良的 Barthel 指数(MBI)、日常生活能力量表(ADL)评分升高,且实验组高于对照组( $P<0.05$ )。干预 8 周后,两组波幅升高,且实验组高于对照组( $P<0.05$ );干预 8 周后,两组潜伏期下降,且实验组低于对照组( $P<0.05$ )。干预 8 周后,两组血清 NSE、S100 $\beta$  蛋白水平下降,且实验组低于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**高频 rTMS 联合言语听觉反馈训练可有效改善 PSCI 患者的认知功能,同时还可调节事件相关电位 P300 和血清 NSE、S100 $\beta$  蛋白水平,提高患者的生活质量。

**关键词:**高频重复经颅磁刺激;言语听觉反馈训练;脑卒中后认知功能障碍;事件相关电位 P300;NSE;S100 $\beta$  蛋白

中图分类号:R743 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2022)23-4541-05

## Effects of High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Combined with Speech-Auditory Feedback Training on Event-Related Potential P300 and Serum NSE and S100 $\beta$ Protein in Patients with Post-Stroke Cognitive Impairment\*

XU Bing-yi<sup>1</sup>, GONG Zun-ke<sup>1,2 $\Delta$</sup> , WANG Shi-yan<sup>3</sup>, WANG Xiang<sup>3</sup>, MA Zhe-zhe<sup>3</sup>

(1 The Second Clinical Medical College of Xuzhou Medical University, Xuzhou, Jiangsu, 221004, China;

2 Department of Rehabilitation, Xuzhou Central Hospital, Xuzhou, Jiangsu, 221009, China;

3 Department of Rehabilitation, Xuzhou Rehabilitation Hospital, Xuzhou, Jiangsu, 221010, China)

**ABSTRACT Objective:** To investigate the effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) combined with speech-auditory feedback training on the cognitive function improvement in patients with post-stroke cognitive impairment (PSCI) and the effects of event-related potential P300 and serum neuron specific enolase (NSE) and S100 $\beta$  protein. **Methods:** The subjects were recruited from 130 patients with who were PSCI admitted to Xuzhou Central Hospital from March 2020 to February 2022. Patients were divided into control group(n=65) and experimental group (n=65) according to random number table method. Patients in the control group received conventional treatment plan and speech-auditory feedback training, and the experimental group was combined with high-frequency rTMS on the basis of the control group. The changes of cognitive function, quality of life, event-related potential P300 and serum NSE and S100 $\beta$  protein were compared between the two groups at 8 weeks after intervention. **Results:** 8 weeks after intervention, Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) and Rivermead behavioral Memory Test (RBMT) increased in two groups, and the experimental group was higher than the control group ( $P<0.05$ ). 8 weeks after intervention, Victoria Stroop test (VST) decreased in two groups, and the experimental group was lower than the control group ( $P<0.05$ ). 8 weeks after intervention, the modified Barthel index (MBI) and Activity of Daily Living Scale (ADL) scores in two groups increased, and the experimental group was higher than the control group ( $P<0.05$ ). 8 weeks after intervention, the amplitude in the two groups increased, and the experimental group was higher than the control group ( $P<0.05$ ), 8 weeks after intervention, the latency in the two groups decreased, and the experimental group was lower than the con-

\* 基金项目:江苏省卫生健康委员会(K2019012);徐州市科技局计划项目(KC19156)

作者简介:徐丙怡(1996-),男,硕士研究生,从事神经康复方向的研究,E-mail: 18852144203@163.com

$\Delta$  通讯作者:巩尊科(1967-),男,硕士,主任医师,从事神经康复方向的研究,E-mail: gongzunke@163.com

(收稿日期:2022-04-23 接受日期:2022-05-17)

trol group( $P<0.05$ ). 8 weeks after intervention, the levels of serum NSE and S100 $\beta$  protein in two groups decreased, and the experimental group was lower than the control group ( $P<0.05$ ). **Conclusion:** High-frequency rTMS combined with speech-auditory feedback training can effectively improve the cognitive function of patients with PSCI, and also regulate the level of event-related potential P300 and serum NSE and S100 $\beta$  protein, and improve the quality of life of patients.

**Key words:** High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation; Speech-auditory feedback training; Post stroke cognitive impairment; Event-related potential P300; NSE; S100 $\beta$  protein

**Chinese Library Classification(CLC):** R743 **Document code:** A

**Article ID:** 1673-6273(2022)23-4541-05

## 前言

脑卒中后认知功能障碍(PSCI)是指脑卒中发病后,经治疗后出现认知功能障碍临床综合征<sup>[1]</sup>。PSCI可导致患者生活质量下降,脑卒中后恢复进程减慢,进而增加社会医疗负担<sup>[2]</sup>。言语听觉反馈训练是PSCI患者常用的康复干预模式,但是受到患者个体差异性的影响,存在部分患者疗效并不十分理想<sup>[3]</sup>。王晓等学者的研究发现rTMS能够有效改善出血性脑卒中患者的认知功能<sup>[4]</sup>,高频重复经颅磁刺激(rTMS)是近年来国内外逐渐兴起的一项无创性物理治疗方法,通过电磁脉冲作用使大脑皮层的神经元细胞膜的膜电位改变,进而影响机体的神经细胞代谢功能,最终出现生理和生化反应<sup>[5]</sup>。事件相关电位P300和血清神经元特异性烯醇化酶(NSE)、S100 $\beta$ 蛋白作为反应脑部功能的常见指标,与PSCI的发生发展、预后转归密切相关<sup>[6,7]</sup>。故本次研究通过探讨高频rTMS联合言语听觉反馈训练对PSCI患者认知功能的改善作用及对事件相关电位P300和血清NSE、S100 $\beta$ 蛋白的影响,旨在为临床治疗提供参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

研究对象来源于徐州市中心医院2020年3月~2022年2月期间收治的130例PSCI患者。纳入标准:(1)脑卒中的诊断参考《中国脑血管病防治指南》<sup>[8]</sup>,同时经电子计算机断层扫描(CT)或磁共振成像(MRI)诊断检查确诊;(2)认知功能障碍的诊断参考《卒中后认知障碍管理专家共识》<sup>[9]</sup>,蒙特利尔认知评估量表(MoCA)<sup>[10]</sup>评分 $<26$ 分;(3)患者家属签署了相关同意书;(4)病情稳定,均为首次发病;(5)耐受本次研究的治疗方案者。排除标准:(1)发病前存在精神病史、认知障碍者;(2)伴有药物、酒精滥用史者;(3)合并心肝肾等脏器功能不全者;(4)存在癫痫、脑外伤和脑肿瘤等疾病者;(5)因其他原因引起的认知功能障碍者;(6)视、听、说功能严重减退者。根据随机数字表法将患者分为对照组( $n=65$ ,常规治疗方案和言语听觉反馈训练)和实验组( $n=65$ ,对照组的基础上联合高频rTMS),其中对照组女29例,男36例,病程6~29d,平均病程( $15.64\pm 3.72$ )d;年龄49~78岁,平均年龄( $63.52\pm 4.27$ )岁;体质量指数19~26 kg/m<sup>2</sup>,平均体质量指数( $23.19\pm 1.42$ )kg/m<sup>2</sup>。实验组女27例,男38例,病程8~26d,平均病程( $16.17\pm 3.54$ )d;年龄51~77岁,平均年龄( $64.09\pm 3.86$ )岁;体质量指数18~27 kg/m<sup>2</sup>,平均体质量指数( $22.96\pm 1.34$ )kg/m<sup>2</sup>。两组患者的一般资料组间对比无差异( $P>0.05$ ,具有可比性)。徐州市中心医院医学伦理委员会已批准本研究。

### 1.2 方法

两组患者均接受常规治疗,包括降低颅压、改善脑水肿、促进脑部血液循环、保证水和酸碱平衡、抗感染、常规康复训练等。在此基础上,对照组患者接受言语听觉反馈训练干预,采用Forbrain言语听觉反馈训练设备,指导患者佩戴好相关设备,根据患者的兴趣爱好(包括散文、报纸、小说、故事、杂志等)让患者出声朗读其感兴趣的内容。让患者根据自己听到的音量及音色进行音量、音色调整。每次训练20分钟,一周5次,共训练8周。实验组在对照组的基础上接受高频rTMS治疗,采用英国Magstim公司生产的Rapid2型经颅磁刺激仪器,配套75mm的"8"字形线圈,线圈直径为7cm,最大功率产生的输出强度为2T,刺激深度可达头皮下2cm处。刺激部位选取双侧背外侧前额叶区2个脑区,刺激时间为2s,间歇期为28s,频率为20Hz。刺激强度为患者运动阈值的80,每个脑区30个序列。每次治疗时按左右侧的顺序先后进行治疗,15min/每侧。一周5次,共干预8周。

### 1.3 观察指标

(1)认知功能:干预前、干预8周后采用MoCA<sup>[10]</sup>、维多利亚版Stroop测试(VST)<sup>[11]</sup>、Rivermead行为记忆测验(RBMT)<sup>[12]</sup>等对患者的认知功能进行测评。MoCA评定内容包括注意、语言、命名、抽象、视空间与执行功能、延迟、回忆和定向,总分30分, $\geq 26$ 分正常,分数越高,认知功能越好。VST要求患者尽快而正确的读出卡片上印刷内容的颜色,并记录读完每张卡片所需的时间[VST(秒)]和错误的数目[VST(错误个数)],数值越小,认知功能越好。RBMT总分24分,其中0~9分为重度损害,10~16分为中度损害,17~21为轻度损害,22~24分为正常。(2)生活质量:干预前、干预8周后采用改良的Barthel指数(MBI)<sup>[13]</sup>、日常生活能力量表(ADL)<sup>[14]</sup>评估两组患者的生活质量。MBI主要包括穿衣、吃饭、床椅转移、大小便控制等10项内容,总分100分, $\geq 60$ 分:生活基本自理,分数越高,生活质量越好。ADL由大小便、修饰、吃饭、床椅转移、穿衣、活动、上楼、洗澡等项目组成,总分100分,分数越高,生活自理能力越好。(3)事件相关电位P300:干预前、干预8周后进行事件相关电位P300检测,使用上海诺诚电气有限公司生产的肌电图与诱发电位仪器(型号:Z2J-MB-NCC08),采用96dB强度的Odd-ball诱发模式,给予低频纯音(非靶刺激,概率80%,1000Hz)、高频纯音刺激(靶刺激,20%,2000Hz),要求被试者识别,记录并分析P300的潜伏期和波幅,均检测2次,取平均值。(4)实验室指标:干预前、干预8周后留取患者静脉血7mL,进行离心处理。2900r/min离心13min,离心半径9cm,采集上清液保存待检测。用酶联免疫吸附试验检测S100 $\beta$ 蛋白,用罗氏电化学发光法测定

NSE 水平变化,操作严格按照说明书进行,检测所用试剂盒购自桂林优利特医疗电子有限公司。

1.4 统计学方法

采用 SPSS25.0 进行统计分析,所有数据均符合正态分布,事件相关电位 P300、相关量表评分等计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )表示,采用 t 检验,性别比例等计数资料以率(%)表示,采用  $\chi^2$  检验,以  $\alpha=0.05$  为检验标准。

2 结果

2.1 两组 MoCA、VST、RBMT 对比

干预前,两组 MoCA、RBMT、VST 组间比较,差异不显著 ( $P>0.05$ )。干预 8 周后,两组 MoCA、RBMT 升高,且实验组高于对照组 ( $P<0.05$ );干预 8 周后,两组 VST 下降,且实验组低于对照组 ( $P<0.05$ )。见表 1。

表 1 两组 MoCA、VST、RBMT 对比( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Comparison of MoCA, VST and RBMT of the two groups( $\bar{x} \pm s$ )

Groups	MoCA(scores)		VST(s)		VST(Number of errors)		RBMT(scores)	
	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention
Control group (n=65)	20.28± 3.19	23.37± 3.42*	39.58± 4.34	36.42± 4.27*	2.51± 0.48	1.83± 0.42*	11.31± 2.38	15.18± 2.76*
Experimental group(n=65)	20.61± 3.37	26.93± 2.15*	40.03± 5.27	32.15± 4.19*	2.59± 0.56	1.46± 0.38*	11.64± 3.47	18.56± 3.25*
t	-0.573	-7.105	-0.531	5.755	-0.874	5.267	-0.632	-6.391
P	0.567	0.000	0.596	0.000	0.383	0.000	0.528	0.000

Note: Comparison within the two groups before intervention and 8 weeks after intervention, \* $P<0.05$ .

2.2 两组 MBI、ADL 评分对比

干预前,两组 MBI、ADL 评分组间比较,差异不显著 ( $P>0.05$ )。

干预 8 周后,两组 MBI、ADL 评分升高,且实验组高于对照组 ( $P<0.05$ )。见表 2。

表 2 两组 MBI、ADL 评分对比( $\bar{x} \pm s$ ,分)

Table 2 Comparison of MBI and ADL score between the two groups( $\bar{x} \pm s$ , scores)

Groups	MBI		ADL	
	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention
Control group(n=65)	47.36± 6.71	62.29± 5.65*	54.37± 6.62	69.37± 7.34*
Experimental group(n=65)	46.21± 7.64	74.61± 6.37*	55.46± 6.91	78.23± 6.28*
t	0.912	-11.655	-0.918	-7.395
P	0.364	0.000	0.360	0.000

Note: Comparison within the two groups before intervention and 8 weeks after intervention, \* $P<0.05$ .

2.3 两组事件相关电位 P300 对比

干预前,两组潜伏期、波幅组间比较,差异不显著 ( $P>0.05$ )。

干预 8 周后,两组潜伏期下降,且实验组低于对照组 ( $P<0.05$ )。见表 3。

干预 8 周后,两组波幅升高,且实验组高于对照组 ( $P<0.05$ );干

表 3 两组事件相关电位 P300 对比( $\bar{x} \pm s$ )

Table 3 Comparison of event-related potentials P300 between the two groups( $\bar{x} \pm s$ )

Groups	Latency(ms)		Amplitude( $\mu V$ )	
	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention
Control group(n=65)	392.12± 27.26	363.17± 36.18*	7.27± 1.75	10.24± 2.37*
Experimental group(n=65)	391.94± 36.18	332.39± 35.26*	7.51± 1.62	15.67± 3.21*
t	0.032	4.912	-0.811	-10.972
P	0.974	0.000	0.419	0.000

Note: Comparison within the two groups before intervention and 8 weeks after intervention, \* $P<0.05$ .

2.4 两组血清 NSE、S100β 蛋白水平对比 显著( $P>0.05$ )。干预 8 周后,两组血清 NSE、S100β 蛋白水平下降,且实验组低于对照组( $P<0.05$ )。见表 4。

表 4 两组血清 NSE、S100β 蛋白水平对比( $\bar{x} \pm s$ )

Table 4 Comparison of the levels of serum NSE and S100β protein between the two groups( $\bar{x} \pm s$ )

Groups	NSE(ng/L)		S100β protein(ng/L)	
	Before intervention	8 weeks after intervention	Before intervention	8 weeks after intervention
Control group(n=65)	26.28± 3.54	21.05± 3.36*	1.32± 0.28	1.06± 0.22*
Experimental group(n=65)	26.69± 2.47	16.64± 2.52*	1.35± 0.31	0.74± 0.19*
t	-0.766	8.465	-0.579	8.875
P	0.445	0.000	0.564	0.000

Note: Comparison within the two groups before intervention and 8 weeks after intervention, \* $P<0.05$ .

### 3 讨论

生理正常状态下,人体的左、右侧的大脑半球处于平衡状态,而认知功能受人体大脑中枢神经系统控制,左、右侧大脑半球的平衡状态可保障机体认知功能的正常运行。但当人体发生脑卒中后,受损半球抑制健侧半球的能力减弱或缺失,健侧半球兴奋性增高,左、右侧的大脑半球的平衡状态被打破,一定程度上导致认知功能障碍<sup>[15]</sup>。故临床干预通过抑制健侧半球的兴奋性来帮助人体恢复左、右侧的大脑半球的平衡状态。言语听觉反馈训练是 PSCI 患者常用的干预方案,相关研究报道显示<sup>[16]</sup>,言语听觉反馈训练对 PSCI 患者的认知障碍康复具有一定效果,但效果有限。故笔者尝试联合其他干预方案同时进行,以期显著促进患者的认知水平恢复。高频 rTMS 通过电流刺激在患者脑内诱发电场,生成感应电流,进而改善大脑皮质局部神经元的功能<sup>[17]</sup>。既往有不少研究证实<sup>[18,19]</sup>,高频 rTMS 用于痴呆、阿尔茨海默症患者中,均获得了较好的认知功能改善效果。

本次研究结果显示,高频 rTMS 联合言语听觉反馈训练可有效改善 PSCI 患者的认知功能,提高患者生活自理能力,促进患者康复。其中言语听觉反馈训练改善患者认知功能的机制可能是:(1)言语听觉反馈训练的干预原理主要是通过聆听声音来矫正听觉系统对声音的失调现象,并通过不断的言语听觉反馈刺激相关区域的脑活动,来促进大脑受损区域恢复,进而帮助认知功能改善<sup>[20]</sup>。(2)言语听觉反馈训练配备有动态滤波器,可以将环境噪音阻挡在外,使患者的注意力集中在自己所朗读的内容上,增强患者的注意力和记忆能力<sup>[21]</sup>。(3)患者在朗读时,注意力集中在朗读的内容上,训练患者听觉和视觉的统合能力,有利于刺激神经网络<sup>[22]</sup>。而高频 rTMS 可使大脑的兴奋性增加,通过增加脑血流来改善脑组织能力代谢,减少细胞凋亡,进而改善人体的认知功能<sup>[23]</sup>。还有学者的研究显示<sup>[24]</sup>,高频 rTMS 可能通过增加神经连接来改善人体的认知功能。同时也有学者的相关报道显示<sup>[25]</sup>,高频 rTMS 可能通过促进脑白质修复及生长,修复认知相关环路连接。高频 rTMS、言语听觉反馈训练从不同的作用点出发,协同改善机体认知功能,可更好地促进肢体功能康复提供良好的运动再学习能力,提高患者的生活自理能力。事件相关电位 P300 是研究脑高级生理与心理活动的脑干听觉诱发电位,主要与受试者的注意程度、精神状态

有关,可有效反映大脑对信息或刺激的初步加工。以往的研究证实<sup>[26]</sup>:事件相关电位 P300 中的潜伏期增加、波幅缩短,表明患者的记忆、学习功能下降。本次研究结果显示,干预 8 周后,实验组波幅高于对照组,潜伏期短于对照组。可能与以下因素相关:(1)高频 rTMS 治疗能够通过强烈脉冲,形成局部磁场,进而刺激大脑的反应速度,加强患者对各类信息的处理速度。(2)高频 rTMS 针对相应脑区进行功能强化,加强患者的脑力投入。(3)重复的靶刺激与非靶刺激能够改变皮层神经细胞的膜电位,进而提升患者的辨认、注意、决策、记忆等功能<sup>[27]</sup>。NSE 参与大脑神经元和神经内分泌细胞内的糖酵解,脑卒中发生后,神经细胞膜的完整性遭到破坏,NSE 从细胞外溢入血,NSE 表达水平可直接反映患者大脑神经系统的受损程度<sup>[28]</sup>。S100β 蛋白参与调节神经细胞增殖、细胞分化及能量代谢,脑卒中发生后,S100β 蛋白大量释放,激活相关的神经信号转导通路<sup>[29]</sup>。本次研究发现,高频 rTMS 联合言语听觉反馈训练可有效调节 PSCI 患者的血清 NSE、S100β 蛋白水平。主要是因为高频 rTMS 可对相应大脑功能区进行刺激强化,并激活相应脑细胞环路,实现功能重建,从而发挥脑的可塑性,有效调节血清 NSE、S100β 蛋白水平分泌,帮助神经网络的再生和重组<sup>[30]</sup>。

综上所述,高频 rTMS 联合言语听觉反馈训练可有效改善 PSCI 患者的认知功能,可能与调节事件相关电位 P300 和血清 NSE、S100β 蛋白水平有关。

### 参考文献(References)

- [1] Rost NS, Brodtmann A, Pase MP, et al. Post-Stroke Cognitive Impairment and Dementia[J]. Circ Res, 2022, 130(8): 1252-1271
- [2] 刘倩,肖军. 卒中后抑郁与认知功能障碍对生活质量的影响研究进展[J]. 实用医院临床杂志, 2014, 11(3): 192-195
- [3] 孙金菊,陈长香,李淑杏,等. 言语听觉反馈训练治疗脑卒中后认知功能障碍效果观察[J]. 山东医药, 2017, 57(26): 44-46
- [4] 王晓,刘金岭,王栋. 高频 rTMS 对出血性脑卒中患者认知功能障碍疗效的 rs-fMRI 研究[J]. 中国康复, 2021, 36(8): 451-455
- [5] Starosta M, Cichoń N, Saluk-Bijak J, et al. Benefits from Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Post-Stroke Rehabilitation[J]. J Clin Med, 2022, 11(8): 2149
- [6] 樊蕴辉,李秀荣,张婉,等. 首发缺血性脑卒中认知障碍患者听觉 P300 的变化及影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2016, 36(4): 836-838
- [7] 于永才,吴世政. 老年脑出血患者血清神经元特异性烯醇化酶、

- S100 $\beta$  蛋白与认知功能障碍的相关性 [J]. 中国老年学杂志, 2015, 35(1): 90-92
- [8] 卫生部疾病控制司, 中华医学会神经病学分会. 中国脑血管病防治指南(节选)[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2007, 7(1): 17, 70
- [9] 中国卒中学会, 卒中后认知障碍管理专家委员会. 卒中后认知障碍管理专家共识[J]. 中国卒中杂志, 2017, 12(6): 519-531
- [10] Nasreddine ZS, Phillips NA, Bédirian V, et al. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment[J]. J Am Geriatr Soc, 2005, 53(4): 695-699
- [11] Tremblay MP, Potvin O, Belleville S, et al. The Victoria Stroop Test: Normative Data in Quebec-French Adults and Elderly [J]. Arch Clin Neuropsychol, 2016, 31(8): 926-933
- [12] 刘晶京, 恽晓平. 汉化版 Rivermead 行为记忆测验第 3 版的信度和效度[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(5): 511-513
- [13] Cid-Ruzafa J, Damián-Moreno J. Disability evaluation: Barthel's index[J]. Rev Esp Salud Publica, 1997, 71(2): 127-137
- [14] 巫嘉陵, 安中平, 王世民, 等. 脑卒中患者日常生活活动力量表的信度与效度研究[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2009, 9(5): 464-468
- [15] 沈雷鸣, 于江丽, 吕晓静, 等. 认知康复训练联合高频重复经颅磁刺激对脑卒中后认知障碍患者认知功能和血清 BDNF、VEGF 的影响[J]. 现代生物医学进展, 2022, 22(3): 482-485, 446
- [16] 周俊香, 卢旭晖, 甘美秋, 等. 言语听觉反馈训练联合经颅磁电治疗脑卒中后认知功能障碍 63 例 [J]. 神经损伤与功能重建, 2020, 15(12): 747-748, 753
- [17] Vabalaite B, Petruseviciene L, Savickas R, et al. Effects of High-Frequency (HF) Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS) on Upper Extremity Motor Function in Stroke Patients: A Systematic Review[J]. Medicina (Kaunas), 2021, 57(11): 1215
- [18] 刘艳华, 王丽娜, 边艳辉, 等. 不同频率重复经颅磁刺激对于老年痴呆患者的认知能力与精神行为症状的影响[J]. 国际精神病学杂志, 2017, 44(2): 263-266
- [19] Devi G, Voss HU, Levine D, et al. Open-label, short-term, repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with Alzheimer's disease with functional imaging correlates and literature review [J]. Am J Alzheimers Dis Other Demen, 2014, 29(3): 248-255
- [20] 孙金菊, 陈长香, 张敏, 等. 言语听觉反馈训练对脑卒中患者认知功能障碍的康复效果[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2017, 26(6): 524-528
- [21] 李青, 刘丽爽, 霍娟娟, 等. 经颅磁刺激联合言语听觉反馈训练对脑卒中患者认知功能康复效果的影响 [J]. 中国临床保健杂志, 2020, 23(5): 660-664
- [22] Ratnanather JT, Bhattacharya R, Heston MB, et al. An mHealth App (Speech Banana) for Auditory Training: App Design and Development Study[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2021, 9(3): e20890
- [23] Cheng CPW, Wong CSM, Lee KK, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on improvement of cognition in elderly patients with cognitive impairment: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Geriatr Psychiatry, 2018, 33(1): e1-e13
- [24] 王涛, 郭志伟, 杜泳荟, 等. 高频 rTMS 对轻度认知障碍患者认知能力及神经活动的影响[J]. 重庆医学, 2021, 50(24): 4176-4181
- [25] 隆世宇, 王晓明, 罗成, 等. rTMS 对 aMCI 患者认知功能的影响及对脑网络的调控作用 [J]. 癫痫与神经电生理学杂志, 2016, 25(1): 6-11, 封 2
- [26] Sowndhararajan K, Kim M, Deepa P, et al. Application of the P300 Event-Related Potential in the Diagnosis of Epilepsy Disorder: A Review[J]. Sci Pharm, 2018, 86(2): 10
- [27] Xie YJ, Chen Y, Tan HX, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation for lower extremity motor function in patients with stroke: a systematic review and network meta-analysis [J]. Neural Regen Res, 2021, 16(6): 1168-1176
- [28] Topuzova MP, Alekseeva TM, Panina EB, et al. The possibility of using neuron-specific enolase as a biomarker in the acute period of stroke[J]. Zh Nevrol Psikhiatr Im S S Korsakova, 2019, 119(8. Vyp. 2): 53-62
- [29] He Y, Cai Z, Chen Y. Role of S-100 $\beta$  in stroke [J]. Int J Neurosci, 2018, 128(12): 1180-1187
- [30] 包元飞, 杜朝品, 顾玉玲, 等. 基于任务态 fMRI 的 rTMS 促进脑卒中伴运动功能障碍患者运动功能恢复及其机制的研究[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(9): 23-29