

## ·临床研究·

经颅直流电刺激联合动觉运动想象疗法  
对恢复期脑卒中患者下肢功能的疗效

徐建奇,王舒,沈晓艳,孙莉

## 作者单位

长江航运总医院康  
复科

武汉 430010

## 基金项目

武汉市卫生健康科  
研基金资助(基于  
语言神经通路网络  
的高压氧联合  
tDCS对脑卒中后  
失语症疗效及其神  
经机制研究, No.  
WX21D03)

## 收稿日期

2023-11-26

## 通讯作者

孙莉

sunductorli@163.

com

**摘要 目的:**探讨经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)联合动觉运动想象疗法改善恢复期脑卒中患者下肢功能的有效性。**方法:**纳入脑卒中恢复期患者68例,按随机数字表法分为实验组和对照组,各34例。2组患者均接受常规康复治疗;在此基础上,实验组采用tDCS联合动觉运动想象疗法同步干预,对照组采用tDCS假刺激联合动觉运动想象疗法进行干预;治疗频次为20 min/次,1次/d,5次/周,持续4周。分别于治疗前和治疗4周后采用Fugl-Meyer评定量表下肢部分(FMA-LE)、功能性步行量表(FAC)评定下肢功能,改良Barthel指数(MBI)评分评定日常生活能力。**结果:**治疗后,实验组和对照组FMA-LE评分、FAC评级、MBI评分均较治疗前提高( $P<0.05$ ),且实验组患者上述评分均高于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**tDCS联合动觉运动想象疗法可更好地提高恢复期脑卒中患者下肢运动功能,改善日常生活能力。

**关键词** 脑卒中;动觉运动想象;经颅直流电刺激;下肢功能

**中图分类号** R741;R741.05;R743;R493 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20230314

**本文引用格式:**徐建奇,王舒,沈晓艳,孙莉.经颅直流电刺激联合动觉运动想象疗法对恢复期脑卒中患者下肢功能的疗效[J].神经损伤与功能重建,2024,19(6):366-368.

肢体运动功能障碍是脑梗死后常见的临床症状,约80%的脑梗死患者存在不同程度的肢体运动功能障碍。下肢运动功能障碍患者常因平衡能力下降,引起意外跌倒和伤害发生,因此改善下肢平衡功能及步行能力是脑卒中偏瘫患者的主要目标之一<sup>[1,2]</sup>。

运动想象是在实际不进行运动情况下,个体以安全、重复的方式进行想象、模拟某项运动或动作情景的治疗技术<sup>[3]</sup>。运动想象又包括通过想象自身肌肉收缩移动的动觉运动想象和观看自己或他人完成特定动作的视觉运动想象。动觉运动想象通过促使受试者不断重复想象身体动作或排练想象的动作,以提高运动能力。研究发现对于老年受试者,动觉运动想象可增加受试者平衡能力,降低跌倒风险<sup>[4,5]</sup>。临床研究证实,经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)联合运动想象疗法可明显改善脑卒中偏瘫患者的运动功能,有利于脑卒中后运动功能恢复和日常生活活动能力提高<sup>[6,7]</sup>。随着社区康复医学学科不断完善,越来越多的患者在恢复期选择进行社区康复。tDCS和动觉运动想象设备简单,易于操作,便于社区康复中心开展。本研究采用tDCS联合动觉运动想象治疗脑卒中患者,观察恢复期患者下肢功能恢复情况,旨在为社区康复临床方案的制定提供依据。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选择2020年8月至2022年8月在长江航运总医院康复医学科住院治疗的脑卒中患者68例,采用随机数字表法将患者分为实验组和对照组,每组患

者34例。

**纳入标准:**①均符合1995年全国第4次脑血管病会议制订的脑卒中诊断标准<sup>[8]</sup>;②经头颅CT或MRI检查,确认系首次脑卒中,单侧发病;③认知情况良好,能遵从治疗师指令;④患者本人或其家属签署相关知情同意书;⑤年龄30~75岁;⑥病程1~3个月;⑦Brunnstrom评定II~IV期。

**排除标准:**①生命体征暂不稳定;②不能耐受训练,如存在严重心肺等重要脏器功能受损;③患有其他影响下肢运动功能的神经肌肉或骨关节疾病;④有听觉障碍;⑤不愿签署知情同意书者。

### 1.2 方法

**1.2.1 康复治疗方法** 2组患者入院后均根据病情予以药物治疗包括控制基础疾病、二级预防等。在常规诊疗基础上2组均予以动觉运动想象训练,20 min/次,1次/d,5次/周,持续4周;对照组予以tDCS假刺激联合动觉运动想象疗法,实验组予以采用tDCS联合动觉运动想象疗法。

**tDCS设备:**采用微电流刺激仪EM8060(武汉亿迈医疗科技有限公司),阳极电极置于损伤侧M1区,阴极置于对侧眼眶上部。tDCS电流强度为2 mA,20 min/次,1次/d,5次/周,持续4周,总计20次。tDCS假刺激即仅在最初给予假性刺激,30 s后停止电流刺激。

**运动想象的具体方法:**选取环境安静、宽敞的治疗室,患者平躺于治疗床,患者根据治疗师指导语进行想象动作,如“充分放松全身肌肉,想象你站立在楼梯前,现在抬起你的左/右腿,迈上第一台阶”。在治疗前,治疗师向患者说明训练注意内容,每个动作需以第一人称完成动作,整个过程中不要

出现实际行动。训练内容包括:①伸髋/屈髋;②伸膝/屈膝;③伸踝/屈踝;④床上向左/右侧翻身;⑤坐下-站起转移;⑥蹲下-站立转移;⑦上下楼梯。

1.2.2 评定方法 在治疗前、治疗4周后分别对患者进行Fugl-Meyer评定量表下肢部分(Fugl-Meyer Assessment of Lower Extremity, FMA-LE)、功能性步行量表(functional ambulation category scale, FAC)、改良Barthel指数(modified Barthel index, MBI)评分,评分均由不了解分组的康复治疗师完成。①FMA-LE:选取Fugl-Meyer评定量表下肢部分的项目,共17项,总分34分,评分越高,提示下肢功能恢复越好<sup>[9]</sup>。②FAC:对患者治疗前后步行能力进行评定,分为0-5级,评级越高提示步行能力越好<sup>[10]</sup>。③MBI:总计100分,分数越高,提示日常生活能力越强<sup>[11]</sup>。

### 1.3 统计学处理

采用SPSS 20.0软件处理数据。符合正态分布以及方差齐性的计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,t检验;计数资料以率表示, $\chi^2$ 检验; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 2组的一般资料比较

对照组因患者病情变化脱落1例,未完成治疗周期脱落3例;实验组因病情变化脱落2例,未完成治疗周期脱落1例。最终对照组纳入统计30例,实验组31例。2组基本资料差异无统计学意义(均 $P>0.05$ ),见表1。

表1 2组一般资料比较

组别	例数	年龄/ (岁, $\bar{x}\pm s$ )	性别/例	
			男	女
对照组	30	60.8±11.2	25	5
实验组	31	64.8±10.7	20	11

  

组别	病程/ (d, $\bar{x}\pm s$ )	病变性质/例	
		脑出血	脑梗死
对照组	2.9±1.6	12	18
实验组	2.2±1.9	15	16

### 2.2 2组患者治疗前后FMA-LE评分比较

治疗前,2组患者FMA-LE评分差异无统计学意义;经过4周治疗,2组患者的FMA-LE评分较治疗前均提高( $P<0.05$ ),实验组的评分较对照组提高明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表2。

### 2.3 2组患者治疗前后FAC分级比较

治疗前,2组患者FAC分级差异无统计学意义;经过4周治疗,2组患者的FAC分级较治疗前均提高( $P<0.05$ ),实验组的评分较对照组提高明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表3。

### 2.4 2组患者治疗前后MBI评分比较

治疗前,2组患者MBI评分差异无统计学意义;经过4周治疗,2组患者的MBI评分较治疗前提高( $P<0.05$ ),实验组的评分较对照组提高明显,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),见表4。

表2 2组FMA-LE评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FMA-LE评分	
		治疗前	治疗后
对照组	30	17.23±3.68	23.41±5.01 <sup>①</sup>
实验组	31	18.04±4.03	26.24±4.77 <sup>①②</sup>

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$

表3 2组FAC分级比较(级,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	FAC评分	
		治疗前	治疗后
对照组	30	1.00±0.70	2.23±0.73 <sup>①</sup>
实验组	31	1.00±0.78	2.65±0.80 <sup>①②</sup>

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$

表4 2组MBI评分比较(分,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	MBI评分	
		治疗前	治疗后
对照组	30	40.12±5.87	49.87±8.21 <sup>①</sup>
实验组	31	39.22±6.23	65.32±9.68 <sup>①②</sup>

注:与治疗前比较,<sup>①</sup> $P<0.05$ ;与对照组比较,<sup>②</sup> $P<0.05$

## 3 讨论

动觉运动想象是通过想象动作执行而实际不发生运动的认知过程,虽然不存在动作生成,但与实际运动一样,也会提高健康受试者大脑皮质血氧饱和度,改善相应区域大脑皮质血氧供应<sup>[12]</sup>。有学者将动觉运动想象运用于脑卒中患者,发现动觉运动想象治疗可以改善患者FUGL-Meyer评分,增加大脑皮质相应神经元的活性<sup>[13]</sup>,这可能与动觉运动想象任务可使脑电信号的复杂度升高、同时使大脑内部神经活动的同步性降低、从而激活皮质兴奋性有关<sup>[14]</sup>。动觉运动想象改善脑卒中患者下肢运动功能可能与激活运动相关大脑区域、提高神经元兴奋性相关。运动想象神经生理基础基于镜像神经元理论。研究证明运动想象期间可引起脑部区域激活,主要包括额顶网络、初级运动皮质等,改善下肢运动功能<sup>[3,15-17]</sup>。研究发现动觉运动想象治疗可使患者病灶侧M1区、中央前回、中央后回、中扣带回和边缘上回功能连接升高,促进区域神经元兴奋性传递效率,重组同侧皮质初级运动神经元运动连接,促进肢体运动功能恢复<sup>[18]</sup>。

动觉运动想象疗法也可能通过增强皮质-脊髓束兴奋性,加强下肢肌肉的活动控制和协调,改善行走稳定性<sup>[19]</sup>。Oostr等<sup>[20]</sup>将动觉运动想象疗法运用于下肢运动功能障碍的研究提示动觉运动想象疗法可明显提高患者步速,改善步态。有学者将动觉运动想象疗法同物理治疗如FES踏车训练、MOTOmed下肢智能运动训练相结合,证实动觉运动想象疗法可改善下肢运动功能,提高日常生活能力<sup>[21,22]</sup>。但由于样本量较少及部分患者处于亚急性期,本身存在功能恢复的可能,为进一步了解动觉运动想象疗法对慢性期患者下肢运动的改善情况,本研究选取发病3~6个月的患者探究tDCS联合动觉运动想象疗法对卒中恢复期患者下肢运动功能是否具有改善作用。

tDCS是一种发出微小、恒定电流的神经调控技术,阳极可增

加大脑兴奋性,阴极则相反<sup>[23]</sup>。早期研究发现tDCS可通过调节皮质兴奋性,影响运动学习和认知功能<sup>[24]</sup>。将动觉运动想象和tDCS联合使用可增强健康受试者初级运动皮质中事件相关电位去同步,改善感觉运动皮质的连接性,将二者联合运用于脑卒中患者可促进神经可塑性,提高Fugl-Meyer评分<sup>[25,26]</sup>。目前对于tDCS联合动觉运动想象的研究多关注在改善脑卒中患者上肢及手功能<sup>[6,7]</sup>,因此本研究探讨二者联合作用对于脑卒中患者下肢运动功能的疗效。有研究发现动觉运动想象治疗时同时予以阳极tDCS电刺激可促进运动学习,有助于姿势调节<sup>[27,28]</sup>。因此在本试验中我们在予以动觉运动想象疗法同时予以阳极tDCS电刺激。

本研究中实验组患者治疗4周后,FMA-LE评分、FAC分级和MBI评分均较治疗前有明显改善;与对照组相比,实验组患者上述评定指标的改善程度更加明显,提示tDCS联合动觉运动想象疗法可改善脑卒中患者下肢运动功能和日常生活活动能力,协同效果优于单纯训练患者。这可能因为阳极tDC作用于初级运动皮质、提高皮质兴奋性,协同增强动觉运动想象治疗作用,同时tDCS可通过增强神经突触连接的形成,促进大脑内部网络信息传递,促进运动想象改善患者下肢运动评分;再者可能通过增强内隐运动学或提高注意力来影响动觉运动想象治疗效果<sup>[29]</sup>。

本研究的不足:①研究样本量偏少,需要进行更大规模、多中心的随机对照试验以确定该疗法的疗效和安全性。②治疗周期短,未进行长期随访。③个体差异的影响,本研究在筛选标准中考虑到认知功能对运动想象疗法的影响,但未对患者受教育程度进行区分。

综上所述,tDCS联合动觉运动想象疗法可有效改善脑卒中患者下肢运动功能,提高日常生活活动能力。

## 参考文献

[1] Li RQ, Li ZM, Tan JY, et al. Effects of motor imagery on walking function and balance in patients after stroke: A quantitative synthesis of randomized controlled trials[J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2017, 28(8): 75-84.

[2] 魏瑞鹏, 陈炜, 刁海华, 等. 针灸配合动静平衡康复训练改善卒中后偏瘫患者的肢体功能[J]. *神经损伤与功能重建*, 2022, 17(3): 162-164.

[3] Sen EI. Is motor imagery effective for gait rehabilitation after stroke? A Cochrane Review summary with commentary[J]. *NeuroRehabilitation*, 2021, 49(2): 329-331.

[4] Nicholson V, Watts N, Chani Y, et al. Motor imagery training improves balance and mobility outcomes in older adults: a systematic review[J]. *J Physiother*, 2019, 65(4): 200-207.

[5] Mozafaripour E, Sadati SKM, Najafi L, et al. The Effect of Motor Imagery Combined with Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on Balance in Middle-Aged Women with High Fall Risk: A Double-Blind Randomized Controlled Trial[J]. *Neural Plasticity*, 2023, 2023: 1-8.

[6] 周艳平, 张妍昭, 王刚, 等. 经颅直流电刺激联合运动想象疗法改善脑卒中患者上肢功能的疗效观察[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2018, 40(9): 657-661.

[7] 高政, 杨婷, 王晓菊, 等. 运动想象训练联合经颅直流电刺激对脑卒中偏瘫患者上肢功能的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43(7): 611-614.

[8] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类脑血管疾病诊断要点2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715.

[9] 何成奇. 康复医学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010.

[10] Hesse S, Konard M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1999, 80(4): 421-427.

[11] 闵瑜, 吴媛媛, 燕铁斌. 改良Barthel指数(简体中文版)量表评定脑卒中患者日常生活活动能力的效度和信度研究[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2008, 30(3): 185-188.

[12] 顾丽燕, 姚丽华, 尤桂节, 等. 近红外光谱技术用于运动和运动想象时大脑皮质血氧反应监测的研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(8): 724-727.

[13] Dai Y, Huang F, Zhu Y. Clinical efficacy of motor imagery therapy based on fNIRS technology in rehabilitation of upper limb function after acute cerebral infarction[J]. *Pak J Med Sci*, 2022, 38(7): 1980-1985.

[14] 巴斯迪. 基于EEG的经颅直流电刺激联合运动想象对脑功能的影响研究[D]. 河北: 河北工业大学, 2023.

[15] Silva S, Borges LR, Santiago, et al. Motor imagery for gait rehabilitation after stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2020, 9(9): CD013019.

[16] Gowda AS, Memon AN, Bidika E, et al. Investigating the Viability of Motor Imagery as a Physical Rehabilitation Treatment for Patients With Stroke-Induced Motor Cortical Damage[J]. *Cureus*, 2021, 13(3): e14001.

[17] Errante A, Bozzetti F, Sghedoni S, et al. Explicit Motor Imagery for Grasping Actions in Children With Spastic Unilateral Cerebral Palsy[J]. *Front Neurol*, 2019, 10(2): 837-850.

[18] Wang H, Xu G, Wang X, et al. The Reorganization of Resting-State Brain Networks Associated With Motor Imagery Training in Chronic Stroke Patients[J]. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2019, 27(10): 2237-2245.

[19] Kaneko F, Shibata E, Hayami T, et al. The association of motor imagery and kinesthetic illusion prolongs the effect of transcranial direct current stimulation on corticospinal tract excitability[J]. *J Neuroeng Rehabil*, 2016, 13(4): 36-43.

[20] Oostra KM, Oomen A, Vanderstraeten G, et al. Influence of motor imagery training on gait rehabilitation in sub-acute stroke: A randomized controlled trial[J]. *J Rehabil Med*, 2015, 47(3): 204-209.

[21] 刘家健, 夏鑫, 饶江, 等. MOTomed下肢智能运动训练联合运动想象疗法对卒中偏瘫患者下肢功能、步行能力和躯干屈伸肌群肌力的影响[J]. *现代生物医学进展*, 2022, 22(9): 1677-1680.

[22] 刘鸿鑫, 刘晓旭, 陈志天, 等. 功能近红外光谱成像技术评估运动想象疗法对脑卒中患者脑功能的影响[J]. *神经损伤与功能重建*, 2023, 18(6): 363-366.

[23] Nitsche MA, Paulus W. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans[J]. *Neurology*, 2001, 57(10): 1899-1901.

[24] Reis J, Fritsch B. Modulation of motor performance and motor learning by transcranial direct current stimulation[J]. *Curr Opin Neurol*, 2011, 24(6): 590-596.

[25] Chew E, Teo WP, Tang N, et al. Corrigendum: Using Transcranial Direct Current Stimulation to Augment the Effect of Motor Imagery-Assisted Brain-Computer Interface Training in Chronic Stroke Patients-Cortical Reorganization Considerations[J]. *Front Neurol*, 2020, 27(11): 948-960.

[26] Kashoo FZ, Al-Baradie RS, Alzahrani M, et al. Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Augmented with Motor Imagery and Upper-Limb Functional Training for Upper-Limb Stroke Rehabilitation: A Prospective Randomized Controlled Trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(22): 15199-15212.

[27] Saruco E, Di Rienzo F, Nunez-Nagy S, et al. Anodal tDCS over the primary motor cortex improves motor imagery benefits on postural control: A pilot study[J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 480-484.

[28] Saruco E, Di Rienzo F, Nunez-Nagy S, et al. Optimal Combination of Anodal Transcranial Direct Current Stimulations and Motor Imagery Interventions[J]. *Neural Plast*, 2018, 2(7): 5351627.

[29] Chew E, Teo WP, Tang N, et al. Using Transcranial Direct Current Stimulation to Augment the Effect of Motor Imagery-Assisted Brain-Computer Interface Training in Chronic Stroke Patients-Cortical Reorganization Considerations[J]. *Front Neurol*, 2020, 11(3): 948-952.