

· 临床研究 ·

经颅直流电刺激联合音乐镜像疗法对脑卒中偏瘫患者
负性情绪及上肢运动功能的影响

任莎莎 王晓菊 陈安亮 杨婷 高明霞

南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)康复医学科,南京 210009

通信作者:高明霞,Email:gaomingxia1955@163.com

【摘要】 目的 观察经颅直流电刺激(tDCS)联合音乐镜像疗法对脑卒中偏瘫患者抑郁、焦虑负性情绪及上肢运动功能恢复的影响。**方法** 选取符合标准的脑卒中偏瘫患者 102 例,按随机数字表法分为对照组、音乐镜像组和联合治疗组,每组 34 例。3 组患者均行常规临床药物治疗和常规康复训练(包括良肢位摆放、体位转移训练、平衡功能训练、物理因子治疗等,90 min/次,每日 2 次,6 d/周,持续 4 周);在此基础上,音乐镜像组增加传统镜像训练辅以音乐疗法干预,康复治疗师指导患者集中注意力观察双面镜中健侧上肢运动,想象成患侧也在运动,然后要求患侧做与健侧相同的动作,同步选择音乐类型(音量控制在 30~60 dB)行音乐疗法干预,30 min/次,每日 1 次,6 d/周,持续 4 周;联合治疗组则在音乐镜像训练的基础上联合采用经颅直流电刺激仪行阳极 tDCS 治疗(刺激强度 1.1 mA),20 min/次,每日 1 次,6 d/周,持续 4 周;对照组和音乐镜像组均行阳极 tDCS 假刺激,即电极片放置位置、治疗时间及疗程等均与联合治疗组相同,但电刺激仪不输出刺激信号。分别于治疗前和治疗 4 周后(治疗后),采用 Fugl-Meyer 功能评分上肢部分(FMA-UE)、Wolf 功能量表(WMFT)、Zung'S 抑郁自评量表(SDS)、Zung'S 焦虑自评量表(SAS)及改良 Barthel 指数(MBI)对 3 组患者的上肢运动功能、情绪状态及日常生活活动能力进行评定。**结果** 治疗后,对照组、音乐镜像组和联合治疗组患者 FMA-UE 评分[(27.53±3.54)、(31.24±4.18)和(37.06±3.46)分]、WMFT 评分[(32.65±3.14)、(36.12±3.79)和(39.59±4.05)分]和 MBI 评分[(57.65±3.71)、(61.06±3.98)和(66.94±3.47)分]均较组内治疗前[FMA-UE (20.47±3.45)、(19.88±2.89)和(19.41±4.32)分;WMFT (25.53±2.92)、(25.18±2.65)和(25.71±2.17)分;MBI (41.41±3.14)、(40.71±2.44)和(41.53±2.21)分]显著升高($P<0.05$),且联合治疗组患者的 FMA-UE、WMFT 和 MBI 评分均显著优于对照组($P<0.05$)及音乐镜像组($P<0.05$);治疗后,3 组患者 SDS 评分[52.41±3.52)、(49.06±3.21)和(44.94±4.66)分]和 SAS 评分[(50.71±3.77)、(46.65±3.86)和(40.47±3.15)分]均较组内治疗前[SDS 评分(57.59±4.42)、(56.88±4.17)和(57.47±3.89)分;SAS 评分(58.76±4.71)、(58.47±4.27)和(57.76±4.45)分]明显降低($P<0.05$),且联合治疗组患者 SDS 和 SAS 评分均明显低于对照组($P<0.05$)和音乐镜像组($P<0.05$)。**结论** tDCS 联合音乐镜像疗法能有效缓解脑卒中偏瘫患者抑郁、焦虑负性情绪,改善上肢运动功能。

【关键词】 脑卒中; 经颅直流电刺激; 音乐镜像疗法; 负性情绪; 上肢**基金项目:**南京市卫生局医学科技发展课题(YKK17122)**Funding:** Medical Science and Technology Development Project of Nanjing Health Bureau (YKK17122)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.11.010

脑卒中后约有 70%~80% 的偏瘫患者遗留不同程度的上肢功能障碍,25%~79% 的患者存在卒中后抑郁(post-stroke depression, PSD),18%~76% 的患者伴随卒中后焦虑(post-stroke anxiety disorder, PSAD)^[1-3],三者存在共同的致病因素,且相互影响,严重影响患者的日常生活能力和生存质量。经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种利用恒定微电流调节大脑皮质神经细胞活动的非侵入性神经调控技术,阳极刺激患侧大脑某些特定区域,可增强神经元兴奋性,有效治疗脑卒中后的情绪障碍、运动功能障碍、认知及言语障碍等^[4]。

近年来基于镜像神经元(mirror neurons, MN)理论而提出的镜像疗法(mirror therapy)成为研究热点,最初用于治疗截肢后幻肢痛,后被广泛应用于卒中后上肢运动功能的康复,并取得

一定疗效^[5]。音乐疗法作为一种新型的治疗方法,除对卒中后肢体运动功能恢复有促进作用外,还可辅助改善卒中后认知、情感障碍及睡眠-觉醒障碍^[6]。有研究显示,镜像训练中辅以音乐干预,可促进患侧上肢近端肌力与运动功能的恢复,减轻患者的焦虑、抑郁情绪,其治疗效果优于单纯的镜像训练^[7]。本研究采用 tDCS 联合音乐镜像疗法治疗脑卒中偏瘫患者,旨在探讨其对卒中后抑郁、焦虑负性情绪及上肢运动功能恢复的影响。

对象与方法

一、研究对象与分组

入选标准:①符合 1995 年第 4 届全国脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[8],且经头颅 CT 或 MRI 检查证实,均为右

利手;②首次发病,或既往有腔隙性脑梗塞但未遗留任何功能障碍;③生命体征平稳,病程 1~3 个月,年龄 18~75 岁;④意识清楚,无明显认知功能障碍及听觉、视觉障碍,能配合检查及治疗,简易精神状态检查(mini-mental state examination, MMSE)^[9] 评分>24 分,存在抑郁/焦虑症状;⑤单侧脑卒中,患侧上肢和手 Brunnstrom 分期^[9] II-IV 期;⑥患侧肘关节或腕关节改良 Ashworth 量表(modified Ashworth Scale, MAS) 评分^[9] ≤ II 级;⑦可独立坐或靠坐 20 min 以上;⑧签署治疗知情同意书。

排除标准:①发热、电解质紊乱或生命体征不稳定;②有颅内出血倾向、颅内压增高、颅骨缺损或急性大面积脑梗死;③严重失语不能配合训练(如完全性失语、感觉性失语等)、失用或智力障碍;④伴有严重的骨关节肌肉病变、畸形或痉挛;⑤严重心肺系统疾病史、癫痫、恶性肿瘤;⑥安装心脏起搏器、颅内或治疗区域有金属部件植入;⑦孕妇;⑧局部皮肤损伤或炎症、刺激区域痛觉过敏;⑨依从性不好,拒绝治疗。

选取 2018 年 7 月至 2020 年 4 月南京医科大学附属南京医院康复医学科收治且符合上述标准的脑卒中偏瘫患者 102 例,按照随机数字表法分为对照组、音乐镜像组和联合治疗组,每组 34 例。3 组患者的年龄、性别、病程、偏瘫侧别及卒中类型等一般临床资料经统计学分析比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性,详见表 1。本研究获南京医科大学附属南京医院伦理审查委员会批准(批文号 Y20180713-05-KS-01)。

二、治疗方法

3 组患者均接受常规临床药物治疗和常规康复训练,音乐镜像组在此基础上增加传统镜像训练辅以音乐疗法干预,联合治疗组在音乐镜像组的基础上联合阳极 tDCS,其与音乐镜像训练同时进行。由康复治疗小组评定完成康复治疗计划后安排有经验的康复治疗师盲法完成,具体方法如下。

1. 常规康复训练:①早期良肢位摆放;②患侧肢体被动运动及牵伸训练;③神经肌肉促进技术,如 Bobath 疗法、PNF 疗法和 Rood 技术等;④体位转移训练、平衡功能训练、步行功能训练等;⑤物理因子治疗(低、中频电刺激等);⑥传统疗法(针灸、手指点穴等)。90 min/次,2 次/日,6 d/周,持续 4 周。

2. 音乐镜像训练:训练在安静、舒适,光线柔和的作业治疗室内进行,患者坐于镜面桌前,将大小为 35 cm×60 cm 的双面镜垂直置于桌上,镜子反射面前朝向健侧,反射面后朝向患侧;康复治疗师指导患者集中注意力观察镜子中健侧上肢运动成像,想象成患侧在运动,然后要求患侧做与健侧相同的动作(若患者无法完成,则由经过培训的专业康复治疗师辅助完成)。①上肢训练动作——肩关节前屈、肘关节屈曲与伸展,前臂旋前与旋后,腕关节屈伸与桡尺侧偏等;②手部训练动作——空手抓握与伸展、抓不同形状大小的物体(小球、圆柱体等)、拇指及食指拧不同规格的螺丝帽、插木棍插、模拟拿杯子喝水、勺子吃饭、翻书等。针对患者功能情况选择上述动作任务 4~5 项,

要求每个动作速度 1 次/s,重复 20 次,休息 1 min,然后再进行下一个训练动作,循序渐进,由粗到细,由易到难,并根据患者治疗情况及时调整训练任务。镜像训练过程中同步给予患者音乐疗法干预,结合患者的文化水平、心理状况、音乐爱好程度等选择音乐类型,建立音乐清单(为排除干扰,集中患者注意力,仅选用音乐的旋律辅助训练),主要为古琴、古筝、竹笛、竹箫等弹奏曲,音量控制在 30~60 dB,每次治疗结束后询问患者主观感受,及时调整音乐处方。音乐镜像治疗时间 30 min/次,1 次/日,6 d/周,持续 4 周。

3. 阳极 tDCS 治疗:采用经颅直流电刺激仪(IS200 型,四川省智能电子实业有限公司)进行 tDCS 治疗,用等渗盐水浸湿电极外的明胶海绵,将电极片(7 cm×5 cm)分别套入其中,参照国际脑电图 10-20 系统,将阳极电极片放置于左背外侧额叶(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC)区,阴极电极片置于右额眶区,绷带压紧治疗电极,刺激模式为直流电刺激,刺激强度 1.1 mA(刺激开始前的电流上坡和结束时的下坡时间均设定为 30 s),tDCS 的刺激时间 20 min/次,1 次/日,6 d/周,持续 4 周。

对照组和音乐镜像组均行阳极 tDCS 假刺激,即电极片放置位置、治疗时间及疗程等均与联合治疗组相同,但电刺激仪不输出刺激信号。

三、临床疗效评定标准

分别于治疗前和治疗 4 周后(治疗后),由同一位对分组不知情且不参与康复训练的康复医师双盲采用 Fugl-Meyer 功能评分上肢部分(Fugl-Meyer assessment-upper extremity, FMA-UE)^[9]、Wolf 功能量表(Wolf motor function test, WMFT)^[10]、抑郁自评量表(self-rating depression scale, SDS)、焦虑自评量表(self-rating anxiety scale, SAS)^[11] 评分及改良 Barthel 指数(modified Barthel index, MBI)^[9] 对 3 组患者的上肢运动功能、情绪状态及日常生活活动能力进行评定。

1. FMA-UE 量表:包括反射、肩、肘、腕、手等 9 个部分,共 33 项评定指标,每项分为 3 个等级,2 分表示充分完成,1 分表示部分完成,0 分表示完全不能做,满分为 66 分;评分越高表示患者上肢及手运动功能越好,评分越低表示上肢及手运动功能越差^[9]。

2. WMFT 评分:由 15 个项目组成,前 6 个动作为简单的关节运动,后 9 个动作为复合的功能动作;每项评分 0~5 分,满分为 75 分;要求患者在 2 min 之内尽可能多的完成项目,记录每项任务的完成时间,包括时间中位数、时间均数和等级均数,并对其完成质量进行评分,分数越高,动作质量越好^[10]。

3. SDS 和 SAS 评分:SDS 和 SAS 评分均含有 20 个检测条目,按 1、2、3、4 四级评分,将各条目得分相加即得总分,乘以 1.25 后四舍五入取整数部分为标准分,标准分≥50 分说明存在抑郁、焦虑症状,得分越高,症状越重^[11]。

4. MBI 评分:包括大小便控制、进食、用厕、穿衣、修饰、上、

表 1 3 组患者一般临床资料

组别	例数	性别(例)		平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	平均病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	偏瘫侧别(例)		卒中类型(例)	
		男	女			左侧	右侧	脑梗死	脑出血
对照组	34	13	21	59.26±11.13	60.12±12.89	15	19	19	15
音乐镜像组	34	16	18	61.12±9.98	54.29±14.71	18	16	20	14
联合治疗组	34	20	14	58.68±13.32	59.41±12.96	16	18	17	17

下楼梯、洗澡、移动、水平步行的日常生活活动,总分 100 分,根据患者完成情况和自理能力进行评分。评分越高,依赖性越小,独立性越强^[9]。

四、统计学方法

使用 SPSS 26.0 版统计软件对所得数据进行统计学分析处理,计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析,组内治疗前后比较采用配对 *t* 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。 $P<0.05$ 认为差异有统计学意义。

结 果

一、3 组患者治疗前后上肢运动功能及 ADL 能力比较

治疗前,3 组患者的 FMA-UE、WMFT 及 MBI 评分组间比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,3 组患者的上述评分较组内治疗前均明显提高($P<0.05$),且联合治疗组的 FMA-UE、WMFT 及 MBI 评分明显优于音乐镜像组($P<0.05$),音乐镜像组的 FMA-UE、WMFT 及 MBI 评分明显优于对照组($P<0.05$)。具体数据详见表 2。

表 2 3 组患者治疗前后的 FMA-UE、WMFT 和 MBI 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA-UE 评分	WMFT 评分	MBI 评分
对照组				
治疗前	34	20.47±3.45	25.53±2.92	41.41±3.14
治疗后	34	27.53±3.54 ^a	32.65±3.14 ^a	57.65±3.71 ^a
音乐镜像组				
治疗前	34	19.88±2.89	25.18±2.65	40.71±2.44
治疗后	34	31.24±4.18 ^{ab}	36.12±3.79 ^{ab}	61.06±3.98 ^{ab}
联合治疗组				
治疗前	34	19.41±4.32	25.71±2.17	41.53±2.21
治疗后	34	37.06±3.46 ^{abc}	39.59±4.05 ^{abc}	66.94±3.47 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;与音乐镜像组治疗后比较,^c $P<0.05$

二、3 组患者治疗前后 SDS 和 SAS 评分比较

治疗前,3 组患者 SDS 和 SAS 量表评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$)。治疗后,3 组患者 SDS 和 SAS 评分均显著降低,治疗前后对比,差异均有统计学意义($P<0.05$),联合治疗组治疗后的 SDS 和 SAS 评分均明显低于音乐镜像组($P<0.05$),音乐镜像组的 SDS 和 SAS 评分亦明显低于对照组($P<0.05$)。具体数据详见表 3。

表 3 3 组患者治疗前后 SDS 和 SAS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	SDS 评分	SAS 评分
对照组			
治疗前	34	57.59±4.42	58.76±4.71
治疗后	34	52.41±3.52 ^a	50.71±3.77 ^a
音乐镜像组			
治疗前	34	56.88±4.17	58.47±4.27
治疗后	34	49.06±3.21 ^{ab}	46.65±3.86 ^{ab}
联合治疗组			
治疗前	34	57.47±3.89	57.76±4.45
治疗后	34	44.94±4.66 ^{abc}	40.47±3.15 ^{abc}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;与音乐镜像组治疗后比较,^c $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,联合治疗组和音乐镜像组治疗后的 FMA-UE、WMFT 及 MBI 评分均明显高于对照组,SDS、SAS 评分均明显低于对照组,其中联合治疗组的 FMA-UE、WMFT、MBI 及 SDS、SAS 评分均较音乐镜像组有显著改善,提示 tDCS 联合音乐镜像疗法可显著改善脑卒中偏瘫患者的上肢功能,缓解抑郁、焦虑负性情绪,且较对照组及音乐镜像组更为明显。

镜像疗法,又称镜像视觉反馈疗法,最初由 Ramachandran^[12]等学者于 1995 年首次提出,近年来国内外不少学者将其应用于卒中后各种功能障碍的研究,有关研究显示该疗法能够提高偏瘫患者患侧关节活动范围、运动速度及手精确度,促进上肢运动及感觉功能恢复,提高日常生活活动能力^[13-14]。但目前多数学者将镜像疗法与其他康复治疗技术相结合,以提升训练效果^[15]。既往研究证实音乐疗法对不同心理障碍有良好的疗效,在改善卒中后抑郁和焦虑情绪及提高日常生活能力中发挥着积极的作用。本研究采用镜像疗法同步音乐疗法进行干预,疗效明显优于对照组。

tDCS 作为一种无创的新型神经调控技术,其作用机制主要是依据刺激的不同极性,引起皮质神经元静息膜电位超极化或去极化的改变,从而调节和改变相应皮质的兴奋性而达到治疗目的。已有研究证实 tDCS 治疗抑郁症安全、可靠且有效^[16-17],但针对 PSD 的国内外研究相对较少。Valiengo 等^[18]的一项随机对照研究,将 48 例 PSD 患者随机分为 tDCS 组、假刺激组,阳极左 DLPFC 区/阴极右 DLPFC 区,刺激参数为 2 mA,30 min,6 周共治疗 12 次,结果显示 tDCS 组在治疗终末疗效显著优于假刺激组,有效率(37.5%)与缓解率(20.8%)均高于假刺激组。另一项研究将 40 例 PSD 患者随机分为对照组和试验组各 20 例^[19],刺激参数为 1.2 mA 电流持续 20 min,2 次/日,共 2 周,刺激靶点阳极为左 DLPFC 区,阴极为右侧肩部。结果表明,左 DLPFC 阳极 tDCS 刺激可以改善脑卒中后抑郁症的抑郁或焦虑情绪,提高患者的日常生存质量。综上可见,tDCS 治疗 PSD 的治疗方案并不一致,目前公认的应用于人体的安全电流强度 1~2 mA,阳极刺激左 DLPFC 区,阴极刺激右眼眶区或右 DLPFC 区,刺激时间 20~30 min,疗程大多 2~4 周。

本研究结果显示,联合治疗组患者治疗 4 周后的 SDS 和 SAS 评分均显著优于音乐镜像组,可见 tDCS 联合音乐镜像疗法在脑卒中后负性情绪方面疗效优于单用音乐镜像疗法,前者在联合治疗中起着重要作用,与 Valiengo 等^[18]学者的研究报道基本一致。

此外,本研究结果还显示,tDCS 联合音乐镜像疗法可显著改善脑卒中患者患侧上肢功能,提高日常生活质量。其机制可能是 tDCS 阳极刺激左 DLPFC 区不仅能增强皮质神经元兴奋性,而且还能诱导大脑皮层间神经网络的功能连接,促进脑源性神经营养因子的表达和分泌,增强神经元突触可塑性^[20]。镜像训练强调双侧训练,同时加入音乐干预,缓解了交感神经紧张性,降低了训练难度,又可以通过视觉、听觉等多种感觉刺激促进皮质功能重塑与重组,提高大脑皮质可塑性。两种治疗方式联合应用并非机械的叠加,而是存在内部联系,这种“中枢-外周-中枢”闭环康复模式^[21],使患者抑郁、焦虑情绪得以快速改善,从而有利于提高患者参与康复治疗的积极性与依从性,

增强肢体运动功能康复疗效。

综上所述,tDCS 联合音乐镜像疗法可减轻卒中中偏瘫患者抑郁、焦虑负性情绪,显著改善上肢运动功能和日常生活活动能力。但本研究尚存在一些不足,如纳入样本量偏少,仅观察了短期疗效,对于长期疗效及稳定性未作进一步研究,且未联合应用功能磁共振成像等技术,无法进一步明确确切治疗机制。

参 考 文 献

- [1] Pang MY, Harris JE, Eng JJ. A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(1): 1-9. DOI: 10.1016/j.apmr.2005.08.113.
- [2] Wen H, Weymann KB, Wood L, et al. Inflammatory signaling in post-stroke fatigue and depression[J]. Eur Neurol, 2018, 80(3-4): 138-148. DOI: 10.1159/000494988.
- [3] 盛国滨, 李金玲, 唐英. 头部扬刺鬼堂穴治疗脑卒中后焦虑临床观察[J]. 上海针灸杂志, 2017, 36(2): 142-145. DOI: 10.13460/j.issn.1005-0957.2017.02.0142.
- [4] 中国经颅直流电刺激脑卒中康复临床应用专家共识组. 经颅直流电刺激技术应用于脑卒中患者康复治疗的专家共识[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(4): 289-294. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.04.001.
- [5] Pérez-Cruzado D, Merchán-Baeza JA, González-Sánchez M, et al. Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors[J]. Aust Occup Ther J, 2017, 64(2): 91-112. DOI: 10.1111/1440-1630.12342.
- [6] 王海燕, 林璐, 江志国, 等. 音乐疗法在脑卒中后功能障碍康复中的应用[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(6): 556-559. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.06.020.
- [7] 黄冬枚, 陆敏灵, 王韵, 等. 改良镜像疗法对脑卒中患者患侧上肢康复与焦虑、抑郁的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(6): 699-701. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2019.06.014.
- [8] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点[J]. 中华神经科杂志, 1996(6): 379-380.
- [9] 王玉龙, 高小平, 李雪萍, 等. 康复功能评定学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019: 95-96.
- [10] Morris DM, Uswatte G, Crago JE, et al. The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2001, 82(6): 750-755. DOI: 10.1053/apmr.2001.23183.
- [11] Chagas MH, Tumas V, Loureiro SR, et al. Validity of a Brazilian version of the Zung self-rating depression scale for screening of depression in patients with Parkinson's disease[J]. Parkinsonism Relat Disord, 2010, 16(1): 42-45. DOI: 10.1016/j.parkreldis.2009.07.010.
- [12] Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb[J]. Nature, 1995, 377(6549): 489-490. DOI: 10.1038/377489a0.
- [13] Ethier C, Oby ER, Bauman MJ, et al. Restoration of grasp following paralysis through brain-controlled stimulation of muscles[J]. Nature, 2012, 485(7398): 368-371. DOI: 10.1038/nature10987.
- [14] 陈波, 孟兆祥, 苏敏, 等. 镜像疗法在脑卒中偏瘫患者早期康复中的应用进展[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2020, 42(1): 90-94. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.01.025.
- [15] Thieme H, Bayn M, Wurg M, et al. Mirror therapy for patients with severe arm paresis after stroke: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2013, 27(4): 314-324. DOI: 10.1177/0269215512455651.
- [16] Martin DM, Teng JZ, Lo TY, et al. Clinical pilot study of transcranial direct current stimulation combined with cognitive emotional training for medication resistant depression[J]. J Affect Disord, 2018, 232(1): 89-95. DOI: 10.1016/j.jad.2018.02.021.
- [17] Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS)[J]. Clin Neurophysiol, 2017, 128(1): 56-92. DOI: 10.1016/j.clinph.2016.10.087.
- [18] Valiengo LC, Goulart AC, Oliveira JF, et al. Transcranial direct current stimulation for the treatment of post-stroke depression: results from a randomised, sham-controlled, double-blinded trial[J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2017, 88(2): 170-175. DOI: 10.1136/jnnp-2016-314075.
- [19] 邓家丰, 张静娜, 肖府庭, 等. 左背外侧前额叶阳极经颅直流电刺激对脑卒中后抑郁症的疗效观察[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(5): 556-561. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2019.05.011.
- [20] Fertonani A, Miniussi C. Transcranial electrical stimulation: what we know and do not know about mechanisms[J]. Neuroscientist, 2017, 23(2): 109-123. DOI: 10.1177/1073858416631966.
- [21] 贾杰. “中枢-外周-中枢”闭环康复——脑卒中后手功能康复新理念[J]. 中国康复医学杂志, 2016, 31(11): 1180-1182. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2016.11.001.

(修回日期: 2021-09-27)

(本文编辑: 汪 玲)