

音乐运动疗法联合经颅直流电刺激对帕金森病患者运动及认知功能的影响

吴少璞¹ 李学¹ 祁亚伟¹ 王恒² 马建军¹

¹河南省人民医院(郑州大学人民医院)神经内科,郑州 450003; ²河南省人民医院(郑州大学人民医院)康复科,郑州 450003

通信作者:马建军,Email: Majj1124@163.com

【摘要】 目的 观察音乐运动疗法联合经颅直流电刺激(tDCS)对帕金森病(PD)患者运动、平衡及认知功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 120 例 PD 患者分为对照组、音乐运动组、tDCS 组和联合组,每组 30 例。4 组患者均给予常规康复训练,音乐运动组、tDCS 组在此基础上分别给予音乐运动训练或 tDCS 治疗,联合组则辅以音乐运动训练及 tDCS 联合治疗。于治疗前、治疗 4 周后分别采用统一帕金森病评分量表第三部分(UPDRS-III)、10 m 折返运动试验、Berg 平衡量表(BBS)、活动平衡信心量表(ABC)及蒙特利尔认知评估量表(MoCA)对 4 组患者的运动、平衡及认知功能进行评定。**结果** 经治疗 4 周后,发现音乐运动组 UPDRS-III 评分、10 m 折返运动计时、BBS 评分及 ABC 评分均明显优于对照组($P<0.05$);tDCS 组 MoCA 各项指标评分及总分均明显优于音乐运动组和对对照组($P<0.05$);联合组 UPDRS-III 评分、10 m 折返运动计时、BBS 评分、ABC 评分、MoCA 各项指标评分及总分均显著优于对照组、音乐运动组及 tDCS 组($P<0.05$)。**结论** 音乐运动训练联合 tDCS 可进一步改善 PD 患者的运动、平衡及认知功能,该联合疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 帕金森病; 音乐运动疗法; 经颅直流电刺激; 运动功能; 认知功能

基金项目: 河南省科技厅科技攻关项目(162102310283); 河南省医学科技攻关计划项目(SBGJ202002005)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.002

Exercising to music combined with transcranial direct current stimulation improves the motor and cognitive functioning of persons with Parkinson's disease

Wu Shaopu¹, Li Xue¹, Qi Yawei¹, Wang Heng², Ma Jianjun¹

¹Neurosurgery Department, Henan Provincial People's Hospital (People's Hospital of Zhengzhou University), Zhengzhou 450003, China; ²Rehabilitation Department, Henan Provincial People's Hospital (People's Hospital of Zhengzhou University), Zhengzhou 450003, China

Corresponding author: Ma Jianjun, Email: Majj1124@163.com

【Abstract】 Objective To observe any effect of combining music exercise with transcranial direct current stimulation (tDCS) on the motor control, balance and cognition of persons with Parkinson's disease (PD). **Methods** A total of 120 PD patients were randomly divided into a control group, a music exercise group, a tDCS group and a combined group, each of 30. All received routine rehabilitation training, while the music exercise, tDCS and combined groups were additionally provided with music exercise therapy, tDCS treatment or both, respectively. Version three of the unified Parkinson's disease scale (UPDRSIII), a 10m reentry movement test, the Berg balance scale (BBS), the Activity Balance Confidence scale (ABC) and Montreal cognitive assessments were applied before and after 4 weeks of the treatments. **Results** After the treatment, the average UPDRSIII score and 10m reentry movement time of the music exercise group were significantly lower than in the control group, while the average BBS and ABC scores were significantly higher than the control group's averages. The tDCS group's average MoCA scores on all of the items and its total score were significantly higher than those of the music exercise and control groups. The average UPDRSIII score and 10m reentry movement time of the combined group were the lowest after the treatment, and that group's average BBS, ABC, MoCA and total scores were the highest, significantly better than the other three groups. **Conclusion** Combining music exercise training with tDCS can effectively improve the motor functioning, balance and cognition of persons with PD.

【Key words】 Parkinson's disease; Music exercise therapy; Transcranial direct current stimulation; Mo-

tor functioning; Cognitive functioning

Funding: Henan’s Science and Technology Department (project 162102310283); a Henan Medical Science and Technology project (SBGJ202002005)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2023.08.002

帕金森病(Parkinson’s disease, PD)是临床上常见的中老年群体中枢神经系统退行性疾病,患者临床表现主要包括静止性震颤、运动迟缓、肌肉强直或姿势不稳等典型的运动功能障碍,部分患者还出现认知障碍、睡眠障碍等非运动功能障碍,严重影响患者的生活质量,增加家庭及社会的经济负担^[1]。目前多巴胺类药物能在一定程度上改善 PD 患者的早期临床症状,但长期服用会出现药效减退、症状波动及异动症等副作用,使病情进一步加重^[1]。

既往研究表明,康复运动训练能有效改善 PD 患者的运动症状^[2]。音乐运动疗法是在康复运动训练基础上辅以音乐干预,通过音乐旋律来刺激患者神经系统,增强运动训练疗效,已被广泛应用于 PD 患者的康复治疗中^[3]。经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种非侵入性脑神经调控技术,已被证实能改善 PD 患者步态、运动迟缓、平衡功能、抑郁症及认知方面具有重要作用^[4]。基于此,本研究旨在探讨音乐运动训练联合 tDCS 对 PD 患者运动、平衡及认知功能的影响。

对象与方法

一、研究对象

本研究经河南省人民医院伦理委员会审批(2020-05)。患者纳入标准包括:①均符合帕金森病的诊断标准^[5];②年龄 40~80 岁;③修订版 Hoehn & Yahr 分期为 1~3 期;④患者意识清晰,能积极配合相关治疗;⑤患者及家属均对本研究知晓并签署知情同意书。患者排除标准包括:①合并帕金森叠加综合征或继发帕金森综合征;②伴有痴呆、精神异常等;③既往有癫痫病史或头部手术史;④合并心、肝、肺、肾或血液系统疾病;⑤体内有支架或心脏起搏器等装置;⑥已接受规范、系统的康复训练;⑦因各种原因无法配合既定方案治疗等。

选取 2020 年 1 月至 2022 年 1 月期间在我院治疗

且符合上述标准的 120 例 PD 患者作为研究对象,采用随机数字表法将其分为对照组、音乐运动组、tDCS 组及联合组,每组 30 例。4 组患者一般资料情况(详见表 1)经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

二、治疗方法

4 组患者均给予抗 PD 药物治疗(包括美多芭、安坦、金刚烷胺等)及常规康复训练,音乐运动组、tDCS 组在此基础上分别辅以音乐运动训练或 tDCS 治疗,联合组则给予音乐运动训练及 tDCS 联合干预,所有康复训练均在服药 1 h 后进行,具体治疗内容如下。

1. 常规康复训练:主要包括运动训练及常规认知训练。运动训练项目包括松弛训练、姿势控制训练、关节活动度训练、平衡与协调训练、步行功能训练及日常生活能力训练等。常规认知训练项目主要包括注意力训练(如迷宫游戏、猜数字、下棋等)、记忆训练(如记忆不规则数字或图片、背诵诗歌等)和执行能力训练(如折纸、插花等),根据患者病情选择合适的训练项目。上述训练均每天 1 次,每次持续约 30 min,每周训练 5 d,共训练 4 周。

2. 音乐运动训练:该训练需在专门的音乐治疗室内进行,具体训练动作同上。首先康复治疗师播放低音量的舒缓音乐,帮助患者缓解紧张情绪及肌肉僵硬状态;随后开始正式音乐运动训练,训练过程中主要采取两种模式,分别是:①模式感觉增强(patterned sensory enhancement, PSE)训练,即康复治疗师将音乐的韵律、和声、力度与训练动作的时间节点、动作幅度及训练强度相结合,使患者感觉现场音乐与他们正进行的训练动作同步,适用于姿势矫正训练、平衡与协调训练及日常生活能力训练等^[6]。②节奏听觉刺激(rhythmic auditory stimulation, RAS)训练,即康复治疗师根据患者手部运动(如手指捏合、双手快速轮替动作)及行走时步频等动作特征设置合适的 RAS 节奏速度,并选用与之匹配且节奏稳定的音乐(如克拉莫系列

表 1 入选时 4 组患者一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	病程 (年, $\bar{x}\pm s$)	受教育程度 (年, $\bar{x}\pm s$)	H-Y 分期(例)		
		男	女				1 期	2 期	3 期
对照组	30	14	16	59.17±6.50	6.13±2.37	10.57±3.66	6	14	10
音乐运动组	30	18	12	59.10±6.61	6.99±2.66	9.83±3.14	5	12	13
tDCS 组	30	16	14	56.53±6.21	7.36±2.67	10.43±3.05	4	12	14
联合组	30	15	15	59.70±7.58	6.53±3.16	10.33±3.09	5	15	10

钢琴练习曲)给予患者节奏刺激,使患者训练时的动作频率与音乐节奏保持同步^[6]。在后期训练中可根据患者耐受情况逐步提高RAS节奏速度(每次提高幅度以15%~20%为宜),并督促患者在新的音乐节奏刺激下完成相应动作训练。上述音乐运动训练每天1次,PSE及RAS训练各持续10 min,每周训练5 d,连续训练4周。

3. tDCS 治疗:选用武汉产 EM8060 型电刺激仪。治疗时保持室内光线柔和、环境安静,室温 24~26℃,湿度 60%~70%水平,患者取坐位,首先将 2 个 5 cm×7 cm 的海绵片用 0.9%生理盐水浸润,然后将橡胶电极片插入海绵片中,使用弹性绷带分别将阳极固定于患者左侧背外侧前额叶皮质区(dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC),阴极固定于对侧眼眶上部,电刺激强度为 2 mA^[7],每天治疗 1 次,每次持续 20 min,每周治疗 5 d,连续治疗 4 周。

三、疗效评定标准

于治疗前、治疗 4 周后对 4 组患者运动功能、平衡能力及认知功能进行评估,具体评定方法如下。

1.运动功能评定:采用统一帕金森病评分量表第三部分(unified Parkinson disease rating scale-Ⅲ, UPDRS-Ⅲ)对患者运动功能情况进行评定,该量表评定内容包括静止性震颤、手部动作、手运动、肌强直、姿势、步态、起立等共 14 项,每个项目分值范围 0~4 分,总分 56 分,得分越高表示患者运动功能越差^[8];同时采用 10 m 折返运动试验对患者行走功能进行评定,要求患者从坐位尽可能快速起身、行走 10 m、转身折返继续行走 10 m 并重新坐下,记录所需时间,共测试 2 次取平均值^[9]。

2.平衡能力评定:采用 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)评定患者平衡功能,该量表评定内容包括站起、坐下、独立站立、闭眼站立、上臂前伸、转身 1 周、单腿站立等 14 项,每项分值范围 0~4 分,总分 56 分,得分越高表明患者平衡功能越好^[9]。采用活动平衡信心量表(activity balance confidence scale, ABC)评估患者的平衡自信及跌倒恐惧心理,该量表评定内容共包括 16 项日常生活活动,得分越高表明患者的平衡信心感知水平越好^[10]。

3.认知功能评定:采用蒙特利尔认知评估量表(Montreal cognitive assessment, MoCA)对患者认知功能进行评定,该量表评定内容包括注意与集中、执行功能、记忆、语言、视结构技能、抽象思维、计算和定向力共 8 个认知领域,满分 30 分,得分越低表明患者认知功能越差^[8]。

四、统计学方法

本研究采用 SPSS 21.0 版统计学软件包进行数据分析,所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,组内比较采用配对样本 *t* 检验,多组间比较采用单因素方差分析,计数资料比较采用 χ^2 检验或非参数秩和检验,*P*<0.05表示差异具有统计学意义。

结 果

一、治疗前、后各组患者运动功能比较

治疗前 4 组患者 UPDRS-Ⅲ评分及 10 m 折返运动计时组间差异均无统计学意义(*P*>0.05)。治疗后 4 组患者 UPDRS-Ⅲ评分及 10 m 折返运动计时均较治疗前明显改善(*P*<0.05);通过进一步组间比较发现,治疗后音乐运动组 UPDRS-Ⅲ评分、10 m 折返运动计时均优于对照组和 tDCS 组(*P*<0.05);联合组 UPDRS-Ⅲ评分、10 m 折返运动计时均显著优于对照组、音乐运动组及 tDCS 组(*P*<0.05),具体数据见表 2。

二、治疗前、后各组患者平衡功能比较

治疗前 4 组患者 BBS 评分及 ABC 评分组间差异均无统计学意义(*P*>0.05)。治疗后 4 组患者 BBS 评分及 ABC 评分均较治疗前明显改善(*P*<0.05)。通过进一步组间比较发现,治疗后音乐运动组 BBS 评分及 ABC 评分均显著优于对照组(*P*<0.05),联合组 BBS 评分及 ABC 评分均显著优于对照组、音乐运动组及 tDCS 组(*P*<0.05),具体数据见表 3。

三、治疗前、后各组患者认知功能比较

治疗前 4 组患者 MoCA 量表各项指标评分及总分组间差异均无统计学意义(*P*>0.05)。治疗后 4 组患者 MoCA 量表各项指标评分及总分均较治疗前明显提高(*P*<0.05)。通过进一步组间比较发现, tDCS 组 MoCA量表各项指标评分及总分均显著高于音乐运动组和对照组(*P*<0.05);联合组 MoCA 量表各项指标评

表 2 治疗前、后 4 组患者运动功能比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	UPDRS-Ⅲ评分(分)		10 m 折返运动计时(s)	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	38.20±5.49	32.27±5.54 ^a	40.88±7.09	37.70±4.94 ^a
音乐运动组	30	36.50±4.34	28.03±5.98 ^{ab}	40.09±9.11	34.66±5.13 ^{ab}
tDCS 组	30	36.47±4.75	30.90±4.87 ^{ac}	38.91±7.42	37.41±5.02 ^{ac}
联合组	30	37.03±5.73	24.63±5.33 ^{abcd}	40.72±5.90	31.50±5.65 ^{abcd}

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;与音乐运动组治疗后比较,^c*P*<0.05;与 tDCS 组治疗后比较,^d*P*<0.05

表 3 治疗前、后 4 组患者平衡功能比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	BBS 评分		ABC 评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	30	39.07±4.41	42.17±4.32 ^a	55.60±5.63	59.60±4.75 ^a
音乐运动组	30	38.13±5.34	45.80±4.07 ^{ab}	56.20±6.33	62.93±3.29 ^{ab}
tDCS 组	30	39.30±4.86	43.77±4.78 ^a	54.03±7.27	60.83±4.06 ^a
联合组	30	39.53±5.77	48.13±3.31 ^{abcd}	53.10±6.16	65.47±4.72 ^{abcd}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;与音乐运动组治疗后比较,^c $P<0.05$;与 tDCS 组治疗后比较,^d $P<0.05$

表 4 治疗前、后 4 组患者 MoCA 量表各项指标评分及总分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	视空间与执行功能评分	命名评分	注意力评分	语言评分	抽象思维评分	延迟回忆评分	定向力评分	总分
对照组									
治疗前	30	3.07±0.52	1.53±0.51	4.27±0.52	1.63±0.50	4.10±0.40	0.90±0.40	4.03±0.49	19.53±1.11
治疗后	30	3.87±0.35 ^a	1.90±0.31 ^a	4.77±0.50 ^a	1.90±0.31 ^a	4.67±0.48 ^a	1.13±0.35 ^a	4.90±0.31 ^a	23.13±1.17 ^a
音乐运动组									
治疗前	30	2.93±0.51	1.50±0.51	4.30±0.50	1.57±0.50	4.10±0.40	0.87±0.43	4.13±0.51	19.40±1.22
治疗后	30	3.93±0.25 ^a	1.87±0.43 ^a	4.73±0.52 ^a	1.87±0.51 ^a	4.70±0.47 ^a	1.23±0.43 ^a	4.93±0.37 ^a	23.27±1.17 ^a
tDCS 组									
治疗前	30	3.13±0.40	1.57±0.51	4.20±0.41	1.53±0.51	4.20±0.41	0.93±0.45	4.17±0.46	19.73±1.23
治疗后	30	4.20±0.48 ^{abc}	2.27±0.64 ^{abc}	5.13±0.73 ^{abc}	2.20±0.55 ^{abc}	4.93±0.25 ^{abc}	1.47±0.51 ^{abc}	5.20±0.61 ^{abc}	25.40±1.13 ^{abc}
联合组									
治疗前	30	3.00±0.58	1.70±0.48	4.23±0.50	1.53±0.51	4.17±0.38	0.97±0.49	4.20±0.48	19.80±1.00
治疗后	30	4.33±0.48 ^{abc}	2.33±0.61 ^{abc}	5.30±0.70 ^{abc}	2.27±0.52 ^{abc}	4.97±0.18 ^{abc}	1.53±0.51 ^{abc}	5.33±0.61 ^{abc}	26.07±1.29 ^{abcd}

注:与组内治疗前比较,^a $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^b $P<0.05$;与音乐运动组治疗后比较,^c $P<0.05$;与 tDCS 组治疗后比较,^d $P<0.05$

分均显著高于对照组和音乐运动组($P<0.05$),总分亦较对照组、音乐运动组及 tDCS 组明显增加($P<0.05$),具体数据见表 4。

讨 论

本研究显示,治疗后 4 组患者 UPDRS-Ⅲ、BBS、ABC 及 MoCA 量表评分均较治疗前明显改善,10 m 折返运动计时均较治疗前明显缩短,并且联合组上述指标的改善幅度均显著优于其他各组,表明音乐运动训练联合 tDCS 治疗可进一步改善 PD 患者运动、平衡及认知功能。

PD 的主要病理机制是中脑黑质致密部多巴胺能神经元变性死亡,导致纹状体多巴胺水平显著下降,使大脑运动皮质兴奋性降低,并引发震颤、肌强直、运动缓慢及步态、姿势不稳定等一系列症状,严重影响患者生活质量;同时部分患者还存在注意力、睡眠、认知功能障碍等,能进一步加重 PD 患者运动障碍,促进病情恶化^[1-2]。因此,及时采取有效措施改善运动症状及认知功能,对提高 PD 患者的康复疗效具有积极作用。

相关研究证实,有氧运动、音乐疗法、舞蹈、虚拟现实训练及无创脑刺激等手段均可改善 PD 患者的运动功能^[11]。音乐运动训练是将患者的听觉与运动训练相结合,一方面通过声波的频率变化刺激大脑皮质,增强脑干、基底节区与额叶的联络,激活多巴胺能神经通路,改善其运动功能;另一方面音乐节奏还能提高患者

对康复训练的兴趣,消除其紧张、焦虑情绪,增强注意力及认知参与度,从而改善机体运动功能^[12]。如彭丽芳等^[4]研究证实音乐运动疗法可显著改善 PD 患者步态障碍及运动功能,提高生活质量。有回顾性研究也发现音乐疗法及舞蹈训练均能在一定程度上改善 PD 患者的步态、运动控制及空间记忆等能力^[13]。本研究也获得类似结果,如在常规干预基础上辅以音乐运动训练,经 4 周治疗后入选 PD 患者其运动功能及平衡能力均显著改善,但对患者认知功能的影响不显著。

tDCS 是一种无创脑刺激疗法,主要是利用低强度直流电刺激脑皮质,能调节神经元静息膜电位,诱导皮质兴奋性发生改变,如阳极刺激能提高皮质兴奋性,阴极刺激则能抑制神经活动、下调皮质兴奋性^[14]。有研究指出,采用 tDCS 阳极刺激初级运动皮质、DLPFC 区能改善 PD 患者的注意力、日常生活活动能力、工作记忆及执行功能^[15-16]。如 Simpson 等^[17]系统性评估了 tDCS 对 PD 患者上肢运动功能的影响,发现 tDCS 阳极刺激初级运动皮质区可改善患者的运动速度及力量。乔娜等^[18]发现采用 tDCS 阳极刺激左侧 DLPFC 区可有效改善早期 PD 患者的步行功能,提高行走稳定性。Ishikuro 等^[19-20]采用 tDCS 阳极刺激额极区,发现能提高 PD 患者基底神经节兴奋水平,促使皮质区多巴胺能神经元释放多巴胺,从而改善患者运动及认知功能。本研究采用 tDCS 阳极刺激 PD 患者的左侧 DLPFC 区,发现能改善患者认知功能,但对患者运动及平衡功

能的改善效果不显著。造成上述结果不一致的原因可能与各研究纳入对象、tDCS 刺激部位、电刺激强度及治疗时间等因素各异有关。

为进一步提高疗效,本研究联合采用音乐运动疗法及 tDCS 治疗联合组 PD 患者,发现治疗后该组患者运动、平衡及认知功能改善情况均显著优于其他各组,表明音乐运动疗法与 tDCS 联用具有协同作用,能进一步提高 PD 患者疗效。相关治疗机制可能包括以下方面:音乐运动疗法将运动锻炼与听觉刺激(音乐)相结合,有节奏的声波频率变化能刺激大脑皮质,改善脑干网状结构、基底节区功能并增强其与额叶的联络,有助于提高认知及注意转换能力;同时患者倾听音乐能消除其紧张、焦虑、抑郁情绪,增强额叶皮质与杏仁核间的连接,从而调整患者生理及心理状态,促使运动功能改善^[4]。有研究显示,采用 tDCS 阳极刺激患者左侧 DLPFC 区,能诱导突触后膜 N-甲基-D-天冬氨酸受体功能发生改变,促其与谷氨酸结合,并增强突触可塑性,同时还能促进脑源性神经营养因子表达,改善突触性能,加速肢体功能恢复;另一方面 tDCS 阳极刺激能促进脑血管舒张,加局部脑血流量,这可能是其改善患者认知功能及运动功能的重要机制^[7,15]。

综上所述,音乐运动疗法联合 tDCS 治疗可有效改善 PD 患者的运动、平衡及认知功能,该联合疗法值得临床推广、应用。同时本研究还存在诸多不足,包括样本量较小、疗效评估指标待优化、未进行长期随访、作用机制未深入探讨等,后续研究将针对上述不足进一步完善。

参 考 文 献

- [1] Bloem BR, Okun MS, Klein C. Parkinson's disease [J]. Lancet, 2021, 397(10291): 2284-2303. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00218-X.
- [2] Xu X, Fu Z, Le W. Exercise and Parkinson's disease [J]. Int Rev Neurobiol, 2019, 147: 45-74. DOI: 10.1016/bs.irm.2019.06.003.
- [3] 彭丽芳, 张俊红, 王丽, 等. 音乐运动疗法对帕金森病患者步态及运动功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(7): 635-638. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.07.013.
- [4] 乔娜, 燕铁斌. 经颅直流电刺激在帕金森病中应用的研究进展 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(9): 705-707. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.09.019.
- [5] 中华医学会神经病学分会帕金森病及运动障碍学组, 中国医师协会神经内科医师分会帕金森病及运动障碍专业. 中国帕金森病的诊断标准(2016版) [J]. 中华神经科杂志, 2016, 49(4): 268-271. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2016.04.002.
- [6] 彭丽芳, 张俊红, 王丽, 等. 音乐运动疗法对帕金森病患者步态及运动功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(7): 635-638. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.07.013.
- [7] 孙莉, 王舒, 叶维, 等. 经颅直流电刺激联合计算机辅助认知康复训练改善帕金森病认知障碍的临床疗效观察 [J]. 中国康复, 2020, 35(6): 308-311. DOI: 10.3870/zgkf.2020.06.007.
- [8] 张黎明, 高磊, 薛翠萍, 等. 虚拟现实技术联合重复经颅磁刺激治疗帕金森病轻度认知障碍的临床疗效观察 [J]. 中国康复, 2023, 38(3): 148-152. DOI: 10.3870/zgkf.2023.03.005.
- [9] 吴少璞, 李学, 祁亚伟, 等. 重复经颅磁刺激联合康复训练改善帕金森病运动及非运动症状的疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41(5): 338-343. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.05.006.
- [10] 丁文娟, 梁成盼, 苏敏. 下肢康复机器人对帕金森病患者平衡功能影响的研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(4): 494-500. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2022.04.010.
- [11] Yoon SY. Update on Parkinson's disease rehabilitation [J]. Brain Neurorehabil, 2022, 15(2): e15. DOI: 10.12786/bn.2022.15.e15.
- [12] Li KP, Zhang ZQ, Zhou ZL, et al. Effect of music-based movement therapy on the freezing of gait in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial [J]. Front Aging Neurosci, 2022, 14: 924784. DOI: 10.3389/fnagi.2022.924784.
- [13] Pereira APS, Marinho V, Gupta D, et al. Music therapy and dance as gait rehabilitation in patients with Parkinson disease: a review of evidence [J]. J Geriatr Psychiatry Neurol, 2019, 32(1): 49-56. DOI: 10.1177/0891988718819858.
- [14] Herrera-Melendez AL, Bajbouj M, Aust S. Application of transcranial direct current stimulation in psychiatry [J]. Neuropsychobiology, 2020, 79(6): 372-383. DOI: 10.1159/000501227.
- [15] 顾彬, 王强, 雷幸幸, 等. 经颅直流电刺激治疗帕金森病认知障碍的研究进展 [J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(7): 773-778. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2018.07.005.
- [16] Pol F, Salehinejad MA, Baharlouei H, et al. The effects of transcranial direct current stimulation on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review [J]. Transl Neurodegener, 2021, 10(1): 22. DOI: 10.1186/s40035-021-00245-2.
- [17] Simpson MW, Mak M. The effect of transcranial direct current stimulation on upper limb motor performance in Parkinson's disease: a systematic review [J]. J Neurol, 2020, 267(12): 3479-3488. DOI: 10.1007/s00415-019-09385-y.
- [18] 乔娜, 燕铁斌, 卢健军, 等. 经颅直流电刺激对帕金森病早期患者步行功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(7): 509-512. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.07.007.
- [19] Ishikuro K, Dougu N, Nukui T, et al. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) over the frontal polar area on motor and executive functions in Parkinson's disease: a pilot study [J]. Front Aging Neurosci, 2018, 10: 231. DOI: 10.3389/fnagi.2018.00231.
- [20] Liu X, Liu H, Liu Z, et al. Transcranial direct current stimulation for Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis [J]. Front Aging Neurosci, 2021, 13: 746797. DOI: 10.3389/fnagi.2021.746797.

(修回日期: 2023-07-18)

(本文编辑: 易 浩)