

多通道 FES 踏车训练对脑卒中患者下肢感觉-运动能力的临床影响

宋达^{1,2}, 陈兰², 陈煜², 赵薇薇², 王彤³

【摘要】 目的:观察多通道功能性电刺激踏车训练对脑卒中患者下肢体感觉、平衡及步态的影响。**方法:**选取 44 例脑卒中患者随机分为对照组和观察组, 每组 22 例。对照组给予常规康复训练和普通主被动踏车训练, 观察组进行常规康复训练和多通道功能性电刺激踏车训练。治疗前、治疗 8 周后采用平衡仪评估患者的本体感觉; 采用 Berg 平衡量表(BBS)评估患者的平衡功能; 采用三维步态评估患者的步行功能。**结果:**治疗 8 周后, 2 组患者 ATE、Time 以及步宽的数值均较治疗前降低($P<0.05$), 且观察组的数值更低于对照组($P<0.05$); 2 组患者 BBS 评分、步长、步速、健侧时间摆动占比以及下肢各关节最大活动角度的数值均较治疗前提高($P<0.05$), 且观察组的数值更高于对照组($P<0.05$); 患者患侧下肢 ATE 差值与步宽差值呈正相关($P<0.05$), 与步长差值、步速差值、健侧摆动时间占比差值、患侧髋关节/膝关节/踝关节屈伸角度差值均呈负相关($P<0.05$); 患者 Time 差值与步宽差值呈正相关($P<0.05$), 与步长差值、步速差值、健侧摆动时间占比差值、患侧髋关节/踝关节屈伸角度差值均呈低度负相关($P<0.05$)。**结论:**在常规康复治疗基础上联合使用多通道功能性电刺激踏车训练可以有效提高脑卒中患者的本体感觉, 进一步改善平衡功能以及步态。

【关键词】 脑卒中; 功能性电刺激踏车; 本体感觉; 平衡

【中图分类号】 R49; R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.10.003

Clinical effect of multi-channel functional electrical stimulation cycling training on lower limb sensory motor function of stroke patients Song Da, Chen Lan, Chen Yu, et al. Nanjing Medical University, Nanjing 214151, China

【Abstract】 Objective: To observe the effects of multichannel functional electrical stimulation cycling training on lower limb proprioception, balance and gait in stroke patients. **Methods:** Totally, 44 cases of stroke were randomly divided into control group and observation group, 22 cases in each group. The control group was given routine rehabilitation training and ordinary active and passive bicycle training, and the observation group was given routine rehabilitation training and multi-channel functional electric stimulation bicycle training. Before and after 8 weeks of treatment, the proprioception of the patients was evaluated by balance instrument; Berg Balance Scale (BBS) was used to evaluate the balance function; Three dimensional gait was used to evaluate the walking function of patients. **Results:** After 8 weeks of treatment, the ATE and Time and step width of the two groups were lower than those before treatment ($P<0.05$), and those in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$); The BBS score, step length, walking speed, the proportion of time swing on the contralateral side and the maximum movement angle of lower limb joints in the two groups were improved as compared with those before treatment ($P<0.05$); The ATE difference of the lower extremity on the affected side was positively correlated with the difference in step width ($P<0.05$), and negatively correlated with the difference in step length, the difference in step speed, the difference in the proportion of swinging time on the healthy side, and the difference in the flexion and extension angle of the hip/knee/ankle joint on the affected side ($P<0.05$); The time difference of patients was positively correlated with the difference in step width ($P<0.05$), and negatively correlated with the difference in step length, the difference in step speed, the difference in the proportion of swinging time of the healthy side, and the difference in the flexion and extension angle of the hip/ankle joint on the affected side ($P<0.05$). **Conclusion:** The use of multi-channel functional electrical stimulation bicycle training in combination with conventional rehabilitation therapy is effective in improving proprioception and further improving balance and gait in stroke patients.

【Key words】 stroke; functional electric stimulation cycling; proprioception; balance

基金项目:国家重点研发计划(2018YFC2001600, 2018YFC2001603)

收稿日期:2021-05-12

作者单位:1. 南京医科大学, 南京 214151; 2. 无锡市同仁康复医院, 江苏无锡 214200; 3. 南京医科大学第一附属医院, 南京 214151

作者简介:宋达(1986-), 男, 主管技师, 主要从事神经康复治疗的研究。

通讯作者:王彤, wangtong60621@126.com

脑卒中具有较高的发病率、死亡率和复发率, 70%~80%的脑卒中患者会遗留不同程度的肢体功能障碍^[1]。多数患者会伴有本体感觉障碍, 本体感觉损

伤引起的平衡功能障碍是脑卒中患者常见的问题,不仅影响了患者的步行能力,还会影响日常生活活动和社会参与^[2-3]。本体感觉功能的改善对脑卒中患者运动功能的恢复至关重要,因此,采取针对性康复治疗以改善患者的本体感觉很有必要。多通道功能性电刺激是对功能障碍肢体的神经肌肉进行电刺激,通过周围神经调控进行感觉信息输入及相关肌群的运动控制,促进神经传导通路的恢复,且在改善运动和步行能力方面的有效性已被证实^[4-6]。多通道功能性电刺激踏车(function electrical stimulation cycling, FES-cycling)是将主被动踏车与功能电刺激相结合的方法作用于患侧肢体来诱导其神经可塑性的恢复,促进下肢正常运动模式的形成^[7]。目前,国内对于 FES-cycling 在脑卒中患者本体感觉中的报道甚少。因此,本研究旨在探讨 FES-cycling 训练对脑卒中患者本体感觉、平衡及步态的康复疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择我院 2019 年 1 月~2020 年 12 月住院治疗的 44 例脑卒中患者,年龄 30~75 岁,均符合脑卒中诊断标准^[8],并经头颅 CT 或 MRI 检查证实。纳入标准:所有患者均为首次、单侧发病;神志清楚,病情稳定,病程 1~12 个月;存在本体感觉障碍;患者 Brunnstrom 下肢Ⅲ期及以上;有步行功能障碍,但可以独立步行 10 米以上(带或不带辅具);患者能理解治疗要求并配合,简明精神状态量表评定没有明显认知功能障碍,MMSE ≥ 24 分;患者对治疗同意并签署知情同意书。排除标准:小脑损伤或有小脑损伤史者;下肢有骨关节疾病或其他影响下肢活动的关节挛缩、畸形,严重骨质疏松及神经系统疾病等;患者有严重的认知障碍及精神疾病;双侧脑等部位出现损害;合并有心肺等严重的疾病。将符合入选标准的 44 例脑卒中患者根据随机数字表法分为观察组和对照组,每组 22 例,2 组患者性别、年龄、病程、卒中类型等比较差异均无统计学意义,具有可比性,见表 1。

表 1 2 组患者的一般情况

组别	n	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (月, $\bar{x} \pm s$)	卒中类型(例)		偏瘫部位(例)	
		男	女			脑出血	脑梗死	左	右
观察组	22	14	8	58.86 $\pm$ 15.45	3.59 $\pm$ 2.66	6	16	13	9
对照组	22	11	11	61.05 $\pm$ 11.20	3.50 $\pm$ 3.47	9	13	10	12

1.2 方法 2 组患者均进行常规康复训练,对照组增加普通主被动踏车训练,观察组增加多通道功能性电刺激踏车训练。①常规康复训练:运用本体神经肌肉促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)技术对患者进行下肢的康复训练,包括关节活动

度训练,肌力训练,躯干控制训练、坐站转移训练、站立和行走,训练时间 40min/次,1 次/d,5d/周,共 8 周。②主被动踏车训练:对照组采用普通的主被动踏车(SYC01 型)训练,每次 20min,1 次/d,5d/周,共 8 周。③多通道功能性电刺激踏车训练:观察组采用多通道功能性电刺激踏车系统(SYC01-D04 型康复踏车),患者取坐位,对患侧的股四头肌、腓绳肌、胫前肌和腓肠肌给予适时电刺激,输出频率为 20~30Hz,脉宽为 0.20~0.30ms,刺激强度选取患者可耐受的最大强度^[9]。主被动踏车训练与多通道功能性电刺激同步进行,根据患者的下肢运动功能情况调节训练阻力,每次 20min,1 次/d,5d/周,共 8 周。

1.3 评定标准 2 组患者在治疗前和治疗 8 周后(治疗后)进行下肢功能的评定。①本体感觉评定:采用 TecnoBody 本体感觉测试系统(由意大利公司生产的 PK254P 型)进行下肢本体感觉的定量评估(图 1),该测试系统具有良好信度和效度^[10]。测量时,选取下肢多轴本体感觉评估模块,调节阻力缓解器至“5”档,圈数选默认值“5”。患者站立位,患侧足置于斜板,嘱患者按照系统提示的以最短的时间(系统默认最长不得超过 120s)、最佳的路径,通过足部控制斜板完成 5 次重叠环形轨迹的动作,完成 3 次评估,取平均值;在规定 120s 内完成评定,电脑以图表形式自动生成评估的结果,记录平均轨迹差(average trace error, ATE)和测试所用的时间(Time)。ATE=(实测轨迹长-理想轨迹长)/理想轨迹长 $\times 100\%$,Time 是患者从开始测试到结束所需的时间,ATE 越小、时间越短则提示患者本体感觉能力越好。②平衡功能评定^[11]:采用 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS),包含了站立、坐下、闭眼站立等 14 个项目,每项评分 0~4 分,0 分表示不能完成,4 分表示可以安全独立完成,总分 56 分。评分越高,表示平衡能力越好。③步态评定:采用 Gait Watch 三维步态分析仪(广州,章和电气)分析步态的时空参数,该设备由 7 个数据采集传感器和步态分析软件构成,传感器分别放置于患者的骶骨、两侧股骨中段的前侧、两侧胫骨近端的内侧和两侧足背处,可以采集患者步行过程中下肢各关节的实时运动参数,并同步传输到软件系统进行数据收集和分析。评定时让患者穿舒适的衣裤和鞋,固定好传感器后,嘱患者按规定的标准姿势站立进行参数校准,完成参数校准后,让患者按照平时的步行习惯直线行走 12m。系统可自动还原患者行走的步态并得出报告。本研究主要观察的步态时空参数为步态空间参数(步长、步宽、步速)、步态时间参数(健侧摆动时间占比)以及步行 12m 过程中髌膝踝关节最大屈膝角度与

最大伸膝角度变化。



图1 观察组1例患者治疗前本体感觉结果

1.4 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,服从正态分布的数据,2 组内比较采用配对样本 t 检验,2 组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料采用 χ^2 检验。两两相关采用 Pearson 相关分析, $0.3 \leq |r| < 0.5$ 为低度相关, $0.5 \leq |r| < 0.8$ 为显著相关, $0.8 \leq |r| < 1$ 为高度相关, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 2 组患者治疗前后下肢本体感觉和平衡功能评分比较 治疗前,2 组患者 ATE、Time 及 BBS 数值差异无统计学意义。治疗 8 周后,2 组 ATE、Time 数值均较治疗前明显降低 ($P < 0.05$),且观察组的数值更低于对照组 ($P < 0.05$);2 组 BBS 评分均较治疗前明显提高 ($P < 0.05$),且观察组的数值更高于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组治疗前后 ATE、Time 及 BBS 比较 分, $\bar{x} \pm s$

组别	n	时间	ATE(%)	Time(s)	BBS(分)
观察组	22	治疗前	66.59±12.45	70.86±16.14	33.14±7.20
		治疗后	57.32±11.12 ^{ab}	54.50±14.19 ^{ab}	44.36±5.58 ^{ab}
对照组	22	治疗前	70.27±11.31	66.10±12.43	31.95±5.71
		治疗后	66.50±10.98 ^a	63.09±12.39 ^a	37.59±7.47 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

2.2 2 组患者治疗前后步态参数比较 治疗前,2 组患者步态参数的差异均无统计学意义。治疗 8 周后,2 组患者步态参数中步宽较治疗前明显降低 ($P < 0.05$),且观察组的数值更低于对照组 ($P < 0.05$);2 组患者步态参数中步长、步速及健侧摆动时间占比均较治疗前明显提高 ($P < 0.05$),且观察组的数值更高于对照组 ($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 2 组患者治疗前后下肢关节最大活动角度比较 治疗前,2 组患者患侧髋关节屈伸活动角度、膝关节屈伸活动角度及踝关节屈伸活动角度异均无统计学意义。治疗 8 周后,2 组患者下肢髋、膝、踝关节屈伸活动角度均较治疗前明显提高 ($P < 0.05$),且观察组的

数值更高于对照组 ($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 2 组治疗前后步态参数比较 $\bar{x} \pm s$

组别	n	时间	步宽(cm)	步长(cm)	步速(cm/s)	健侧摆动时间占比(%)
观察组	22	治疗前	23.14±2.83	32.55±5.24	31.18±5.19	22.77±3.74
		治疗后	16.27±3.45 ^{ab}	39.05±4.84 ^{ab}	41.95±6.13 ^{ab}	29.45±3.91 ^{ab}
对照组	22	治疗前	24.27±3.04	32.36±4.87	29.91±6.05	23.18±3.33
		治疗后	20.86±3.36 ^a	34.91±5.54 ^a	34.82±6.87 ^a	26.27±3.65 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

表 4 2 组治疗前后下肢各关节活动角度比较 $^{\circ}, \bar{x} \pm s$

组别	n	时间	患侧髋关节屈伸角度	患侧膝关节屈伸角度	患侧踝关节屈伸角度
观察组	22	治疗前	24.55±5.23	30.09±5.89	15.73±5.02
		治疗后	34.73±6.26 ^{ab}	38.23±5.60 ^{ab}	26.00±5.06 ^{ab}
对照组	22	治疗前	25.23±4.71	30.41±4.63	15.27±3.76
		治疗后	29.45±4.79 ^a	34.55±5.93 ^a	20.82±5.12 ^a

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

2.4 患者本体感觉功能与步态参数的相关分析 患者 ATE 差值与步宽差值呈低度正相关 ($P < 0.05$),与步长差值、步速差值、健侧摆动时间占比差值、患侧髋关节/膝关节/踝关节屈伸角度差值均呈低度负相关 ($P < 0.05$);患者 Time 差值与步宽差值呈显著正相关 ($P < 0.05$),与步长差值、步速差值、健侧摆动时间占比差值、患侧踝关节屈伸角度差值均呈显著负相关 ($P < 0.05$),与患侧髋关节屈伸角度差值均呈低度负相关 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 患者本体感觉功能与步态参数的相关性分析

项目	步宽差值	步长差值	步速差值	健侧摆动时间占比差值	患侧关节屈伸角度差值	髋关节	膝关节	踝关节
ATE 差值	r	0.385	-0.409	-0.487	-0.491	-0.359	-0.393	-0.352
	P	0.010	0.006	0.001	0.001	0.017	0.008	0.019
Tim 差值	r	0.553	-0.527	-0.729	-0.554	-0.388	-0.288	-0.621
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.058	0.000

3 讨论

本体感觉障碍是脑卒中后常见且容易忽略的问题,患侧肢体本体感觉下降,患者不能及时、准确感知肢体空间位置的变化,同时会导致平衡能力下降、姿势控制和步行能力下降,严重影响了患者的生活质量^[12-13]。目前认为中枢神经系统的可塑性是脑损伤后功能恢复的主要机制,在大脑重组过程中运动和感觉反馈是基础。主动、重复性、任务导向性的功能运动有利于大脑神经重塑和肢体功能的恢复^[14]。常规的康复措施,如感觉刺激、下肢力量训练、平衡训练、神经肌肉促进技术及运动再学习等对患者下肢的感觉和运动功能有一定的改善作用,但其周期相对较长且需治疗师时刻关注^[15]。FES-cycling 则是将功能性电刺激和踏车训练的优势相结合并改良的新设备,对恢复患者脑功能及肢体运动能力有促进作用^[16]。因此,本研

究选用 FES-cycling 对脑卒中患者进行下肢的康复训练,在确保安全的同时达到省时高效。

在站立和行走时,本体感觉对维持平衡最重要,本体感觉功能的减退会影响脑卒中患者肢体功能的恢复^[17]。Tecnobody 本体感觉测试系统可自动生成测试结果 ATE 和 Time,数据有效、客观,目前国内临床研究中的可靠性也得到了证实^[18]。BBS 量表是目前评定平衡功能公认有效的量表。平衡是步行的基础,脑卒中患者易形成划圈步态,表现为步宽增大,步长缩短,步速减慢,患侧髋关节以及膝关节屈曲和伸展角度受限,患者足下垂和内翻也会影响踝背伸的角度,从而影响步行功能^[19-20]。三维步态评估系统可以实时对患者步态时空参数进行客观、准确的分析,从不同层面对患者步态进行全面的评估^[21]。因此,本研究采用上述指标对患者的下肢功能进行评估。

本研究结果显示,对照组经过单纯的主被动踏车训练后,本体感觉测试评分、BBS 评分、步态参数及下肢关节活动角度较组内治疗前均有改善,与高春华^[22]研究结果一致。观察组经过 8 周的 FES-cycling 治疗后,患者的本体感觉测试评分、BBS 评分、步态参数及下肢关节活动角度均较组内治疗前和对照组治疗后显著改善,说明两种方法具有不同疗效,FES-cycling 训练针对脑卒中患者下肢本体感觉与运动功能的康复疗效显著优于单纯踏车训练。多通道 FES 可能在皮层和脊髓水平上的神经可塑性发挥作用,调节脑源性神经营养因子,促进神经突触侧支发芽和新突触生成^[23-25]。踏车训练是周期性的运动,适用于早期及恢复期的脑卒中患者,两者结合优势互补,弥补了患者不能有效地完成单纯踏车的主动抗阻训练不足^[26]。FES-cycling 对下肢参与踏车运动的主要肌群给予适时、恰当时序的低频电刺激,从而刺激下肢肌群的收缩来完成踏车这一功能性运动^[27]。在训练过程中,FES-cycling 可以根据患者下肢具体肌力和肌张力变化的情况来设定运动阻力和形式,智能化地反馈相应的动作模式,进而刺激相应的肌肉收缩,诱导被刺激的神经肌群产生协调主动收缩。同时,FES-cycling 训练系统中通过多通道 FES 对下肢神经肌肉进行电刺激,信号经皮肤感受器传入,然后产生相应的动作输出。多通道 FES-cycling 可以使患者下肢关节产生一定范围的活动,对髋膝踝等运动感受器受到牵伸、挤压及抗阻训练,使机械感受器在肌腱结构和关节中的反应增强,利于增强肌肉自主控制能力,促进关节运动觉和位置觉的恢复。同时患者可以通过该运动训练系统学习多种肌群协调组合运动,在激活主动肌的同时能够将重复运动模式反馈到大脑皮质,形成较好的外周-中枢训练

模式。规律重复地传递到双下肢肌肉、肌腱、关节囊中,刺激本体感受器环层小体和鲁菲尼小体,以提高本体感觉,促使机体获取和分析外界信号,增强机体感知空间位置、肢体移动方向和速度能力,从而提高患者的平衡功能。FES-cycling 训练能避免患者步行中的平衡稳定性问题,而且患者可以通过自身个体化的肌力自主地参与到踏车运动中,FES 起到辅助作用。本研究结果发现经过治疗后患者的本体感觉改善的同时,患者下肢的平衡能力及步行能力均得到明显改善,且与本体感觉的改善呈正相关。下肢的稳定性通常由下肢关节的关节囊、韧带、肌肉及其本体感觉神经反馈共同维持。本体感觉是脑卒中患者恢复肢体运动的重要条件。脑卒中患者本体感觉障碍造成了运动控制能力减弱和运动位置准确性的降低,步行时往往出现不对称性迈步,表现为健侧步长小于患侧、患侧负重时间较健侧短、患腿负重时髋屈曲、膝关节过伸和踝关节跖屈,通过 FES-cycling 训练后增强了本体感觉输入,使患者在运动中感知平衡、速度、力量和位置的能力增强,更好地协调髋膝踝肌群间的平衡,保证对下肢运动调节和控制,进而改善患者的平衡和步行能力。

综上所述,常规康复训练结合 FES-cycling 训练比单纯的踏车训练在提高下肢本体感觉、平衡及步态方面效果更显著。本研究缺乏后期随访,尚未分析该研究的中长期疗效,有待后续扩大样本量、增加中枢重塑机制方面的研究进一步验证该疗法的临床疗效。

【参考文献】

- [1] Liu M, Wu B, Wang WZ, et al. Stroke in China: Epidemiology, prevention, and management strategies[J]. The Lancet Neurology, 2007,6(5):456-464.
- [2] Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke[J]. Physical Therapy, 2006,86(1):30-38.
- [3] 刘景隆,周连元,张红,等. 脑卒中后本体感觉障碍对日常生活能力的影响[J]. 中国康复理论与实践,2006,12(6):496-497.
- [4] 魏新春,周云,吴建贤,等. 多通道功能性电刺激在临床康复中的应用及研究进展[J]. 中国康复,2019,34(6):333-336.
- [5] 陈迎春,李岩,李辉,等. 功能性电刺激对早期脑卒中偏瘫患者步行功能的影响[J]. 中国康复理论与实践,2015,21(2):212-215.
- [6] Hong Z, Sui M, Zhuang Z, et al. Effectiveness of neuromuscular electrical stimulation on lower limb hemiplegic patients following chronic stroke: a systematic review[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2018,99(5):1011-1022.
- [7] 糜迅,杨裕梅. 功能性电刺激联合踏车运动在临床康复中的应用及研究现状[J]. 系统医学,2017,2(2):165-168.
- [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,1996,29(6):379-380.
- [9] Lo HC, Hsu YC, Hsueh YH, et al. Cycling exercise with functional electrical stimulation improves postural control in stroke

- patients[J]. *Gait & Posture*, 2012, 35(3):506-510.
- [10] 胡建平, 伊文超, 李瑞炎, 等. 本体感觉定量评定的可靠性初探[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2012, 34(1):34-37.
- [11] 陈丹凤, 燕铁斌, 黎冠东, 等. 三种平衡评定量表在脑卒中早期患者中的应用及其相关性研究[J]. *中国康复*, 2018, 33(2):133-135.
- [12] Michael K. M, Allen J K, Macko R F, et al. Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2005, 86(8):1552-1556.
- [13] Tyson S. F, Sadeghi-Demneh E, Nester C J, et al. The effects of transcutaneous electrical nerve stimulation on strength, proprioception, balance and mobility in people with stroke: a randomized controlled cross-over trial[J]. *Clinical Rehabilitation*, 2013, 27(9):785-791.
- [14] Rossini PM, Calautti C, Pauri F, et al. Post-stroke plastic reorganization in the adult brain[J]. *Lancet neurology*, 2003, 2(8):493-502.
- [15] Winstein C J, Stein J, Arena R, et al. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery: A Guideline for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association[J]. *Stroke*, 2016, 47(6): e98-e169.
- [16] 徐胜, 李向哲, 庄任, 等. FES辅助踏车与 MOTomed 智能训练系统对早期脑卒中患者下肢功能的对比研究[J]. *中国康复*, 2017, 32(6):447-450.
- [17] Peterka R J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control[J]. *Journal of Neurophysiology*, 2002, 88(3):1097-1118.
- [18] 王盛, 杨菊, 朱奕, 等. 平衡反馈训练仪用于脑损伤偏瘫患者静态平衡测试的信度与效度研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(11):1035-1038.
- [19] 万青, 吴伟, 刘慧华, 等. 脑卒中患者偏瘫步态的时空及关节运动学参数分析[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(11):1126-1130.
- [20] 夏清, 穆号颂. 三维步态分析在偏瘫康复中的研究进展[J]. *安徽医学*, 2011, 32(4):553-555.
- [21] 孙志成, 王彤. 三维运动分析系统在康复医学评估检测中的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(2):234-238.
- [22] 高春华, 徐乐义, 黄杰, 等. MOTomed 智能运动训练系统对脑卒中偏瘫患者平衡及下肢运动功能的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2013, 19(8):725-728.
- [23] Kafri Michal, Laufer Yocheved. Therapeutic effects of functional electrical stimulation on gait in individuals post-stroke[J]. *Annals of Biomedical Engineering*, 2015, 43(2):451-466.
- [24] Howlett OA, Lannin NA, Ada L, et al. Functional electrical stimulation improves activity after stroke: A systematic review with meta-analysis[J]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 2015, 96(5):934-943.
- [25] Kimberley T J, Lewis S M, Auerbach E J, et al. Electrical stimulation driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke[J]. *Experimental Brain Research*, 2004, 154(4):450-460.
- [26] 王荣丽, 王宁华. 功能性电刺激踏车疗法在脑卒中早期康复中的疗效研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2020, 35(2):146-150.
- [27] 张明, 高晓盟, 李宁, 等. 踏车训练结合功能性电刺激对脑卒中患者运动功能和日常生活活动能力的影响[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2017, 39(9):655-658.

· 外刊拾粹 ·

迷走神经刺激联合康复治疗用于脑卒中

缺血性脑卒中后,能有效促进上肢功能恢复的治疗方法很少。其中一个提及的策略是通过刺激迷走神经(VNS)实现运动皮层神经元的胆碱能和单胺能调节。本研究评估了 VNS 对上肢功能恢复的影响。这项三盲、假对照试验纳入了 22~80 岁且患缺血性脑卒中至少 9 个月的成年人。所有患者均接受了每周三次,持续六周的康复治疗。每次康复治疗完成六项任务,每项任务重复 30~50 次(每次治疗重复 300 次以上)。这些随机分配到 VNS 组的患者接受 0.8mA、100 μ s、30Hz 的脉冲刺激,持续 0.5s。对照组接受 0mA 的脉冲刺激。主要结果变量为研究完成后上肢 Fugl-Meyer(FMA-UE)的评分变化(与基线相比较)。VNS 组的 FMA-UE 评分变化显著高于对照组($P=0.0014$)。康复治疗 90 天后,与对照组相比,VNS 组有更多患者的 FMA-UE 评分变化达到了临床意义的反应($P=0.0098$)。两个组的严重不良事件发生率为 4%。结论:这项针对中度至重度上肢功能障碍的慢性缺血性脑卒中患者的研究发现,迷走神经的刺激与常规康复相结合,可以促进上肢功能康复。

(张阳译)

Dawson J, et al. Vagus Nerve Stimulation Paired with Rehabilitation for Upper Limb Motor Function after Ischaemic Stroke (VNS-REHAB): A Randomized, Blinded, Pivotal, Device Trial. *Lancet*. 2021, 397(10284): 1545-1553.

中文翻译由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由 中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)倪朝民教授 主译编