

神经肌肉电刺激联合任务导向训练在脑卒中偏瘫患者 上肢运动功能康复中的应用研究

林永东¹, 曾文璧², 邓家豪¹

1. 广州中医药大学顺德医院 (佛山市顺德区中医院) 治未病科, 广东 佛山 528333

2. 广州中医药大学顺德医院 (佛山市顺德区中医院) 康复科, 广东 佛山 528333

DOI:10.61369/MRP.2025100031

摘 要 : 目的: 本研究旨在探索神经肌肉电刺激联合任务导向训练对脑卒中偏瘫患者肢体运动功能恢复的作用机制。方法: 本研究以68例脑卒中后偏瘫病人为研究对象, 采用两种不同的方法进行治疗。对照组采用传统的康复训练, 观察组在对照组的基础上采用神经肌肉电刺激和任务导向训练。应用FMA-UE法、MBI法、MMT法及WMFT法评价患者的上肢运动能力。结果: 术后8星期, FMA-UE、MBI、MMT和WMFT评分较治疗前明显改善 ($P<0.05$)。试验组的所有指标均有明显的高于对照组 ($P<0.05$)。试验组患者完成日常活动的独立性显著提高, 手部精细动作明显改善, 上肢运动功能恢复更为显著。结论: 神经肌肉电刺激联合任务导向训练, 对脑卒中后肢体运动功能的改善具有明显的改善作用, 加强日常生活锻炼, 增强肌肉力量及运动机能, 是一种有效的康复治疗方法, 值得临床推广应用。

关 键 词 : 脑卒中; 偏瘫; 神经肌肉电刺激; 任务导向训练; 上肢运动功能; 康复

Application Research of Neuromuscular Electrical Stimulation Combined with task-oriented Training in the Rehabilitation of Upper Limb Motor Function in Hemiplegic Stroke Patients

Lin Yongdong¹, Zeng Wenbi², Deng Jiahao¹

1. Department of Preventive Medicine, Shunde Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine (Shunde District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Foshan City), Foshan, Guangdong 528333

2. Department of Rehabilitation, Shunde Hospital of Guangzhou University of Chinese Medicine (Shunde District Hospital of Traditional Chinese Medicine, Foshan City), Foshan, Guangdong 528333

Abstract : Objective: This study aims to explore the mechanism of neuromuscular electrical stimulation combined with task-oriented training on the recovery of limb motor function in patients with hemiplegia after stroke. Method: This study took 68 patients with hemiplegia after stroke as the research subjects and treated them with two different methods. The control group adopted traditional rehabilitation training, while the observation group, on the basis of the control group, adopted neuromuscular electrical stimulation and task-oriented training. The upper limb motor ability of the patients was evaluated by the FMA-UE method, MBI method, MMT method and WMFT method. Result: Eight weeks after the operation, the scores of FMA-UE, MBI, MMT and WMFT were significantly improved compared with those before treatment ($P<0.05$). All the indicators of the experimental group were significantly higher than those of the control group ($P<0.05$). The independence of patients in the experimental group in completing daily activities was significantly enhanced, fine motor skills of the hands were notably improved, and the recovery of upper limb motor function was more remarkable. Conclusion: Neuromuscular electrical stimulation combined with task-oriented training has a significant improvement effect on limb motor function after stroke. Strengthening daily life exercise, enhancing muscle strength and motor function is an effective rehabilitation treatment method, which is worthy of clinical promotion and application.

Keywords : stroke; hemiplegia; neuromuscular electrical stimulation; task-oriented training; upper limb motor function; rehabilitation

脑卒中是一种发病率和致残率极高的神经系统疾患,已经成为中国人死亡的第一原因^[1-2]。大约有70%~80%的病人会出现上肢运动功能异常,主要症状是肌肉力量减弱,运动控制能力减弱,以及失去精细运动能力,对日常生活造成很大的负面影响^[3]。传统康复效果有限,进展缓慢。神经肌肉电刺激能激活肌肉收缩,促进再学习,预防萎缩,改善血循环。任务导向训练通过模拟日常活动促进运动技能习得,增强神经可塑性。两种方法单独应用已有成效,但联合应用研究较少^[4]。理论上,电刺激可为任务训练创造基础,而任务训练能强化电刺激效果,形成协同作用^[5]。本研究探讨神经肌肉电刺激联合任务导向训练对脑卒中偏瘫患者上肢功能康复的疗效,旨在提供新的临床思路,提高患者康复效果和生活质量。

一、资料与方法

(一) 一般资料

选择于2023年1月-2024年12月在广州中医药大学顺德医院(佛山市顺德区中医院)接受手术的68名脑卒中病人作为研究对象。以随机数表方法将病人分成两组34人,对照组和试验组各34人。其中,对照组男20名,女14名;年龄45~78,平均(62.4 ± 7.6)岁;术后1~6月,平均(3.2 ± 1.5)个月;其中19位为脑梗塞,15位为脑出血;其中18位为左侧肢体无力,16位为右侧肢体无力。试验组中有19名男生和15名女生;年龄43~76,中位(61.8 ± 8.2)岁;发病时间1~7月,平均(3.4 ± 1.6)个月;其中20位为脑梗死,14位为脑出血;17位患者为左转,17位为右转。两组病人的基本情况如:性别,年龄,病程,病因,以及偏瘫侧别均无显著性($P > 0.05$)。

(二) 临床纳入与排除标准

纳入标准:①根据脑卒中的临床特征^[6],CT、MRI明确诊断;②首次发病时间为1~12个月,年龄40~80周岁;④患有上肢或下肢肌肉力量2~4度的一侧下肢肌肉活动不全;⑤勃氏综合征(Brunnstrom)期II~IV期;⑥神志清醒,能够完成一般的命令,MMSE在21分以上;⑦患者各项指标平稳,无严重的心、肺、肝、肾等功能障碍。

排除:①伴有重度心血管疾病患者;②患有影响上肢运动能力的严重骨关节病变;③患侧肢体重度抽搐(改进Ashworth评级 ≥ 3),或患侧膝关节有明显的挛缩;④局部损伤或局部存在金属植入体;⑤患有癫痫,精神疾病,影响患者的用药协作;⑥怀孕或哺乳期间;⑦患者在试验过程中还需进行其它的特别护理;⑧患者服药依从性不佳。

(三) 治疗方法

1. 对照组

对照组患者接受常规康复训练,包括以下内容:

(1) 体位摆放:引导病人在手术过程中,注意纠正病人的坐姿,防止病人出现各种不良的姿势及肌纤维的收缩。每天三到四次,一次二十分钟。

(2) 关节运动锻炼:通过肩、肘、腕、指关节的屈伸、内外旋、外展内翻等方式,对患侧的上肢关节进行被动、主动辅助或主动(视病人的具体状况而定)。每日2次,每次20分钟。

(3) 肌力训练:根据患者肌力情况,进行等长等张训练,必要时采用徒手或器械阻力训练。每日1次,每次30分钟。

(4) 平衡训练:从坐位平衡训练开始,逐步过渡到站立平衡训练,配合上肢前伸、侧伸等训练。每日1次,每次20分钟。

(5) 协调性训练:包括指鼻试验、指对指训练、手眼协调训练等。每天一次十五分钟。

(6) 日常生活锻炼:在日常生活中教会病人如何穿衣、吃饭、洗漱等日常生活,并注重健侧肢体的积极配合。每天一次二十分钟。

2. 试验组

试验组与对照组相比,在传统的康复治疗中加入了神经肌肉电刺激以及任务导向训练:

(1) 采用KX-3肌电刺激器对患者进行肌电刺激。将该电极置于上肢二头肌、肱三头肌、前臂伸肌及屈肌的运动部位。参数设置:频率25—50Hz,脉宽200—300 μ s,强度调至引起明显肌肉收缩但患者能耐受的程度(20—50mA)。采用间歇模式,开/关时间比为10s/10s。每次治疗30分钟,每日1次,每周5次,连续8周。

(2) 任务导向训练:根据患者上肢功能状态和日常生活需求,设计一系列功能性任务,包括:

①抓放训练:练习抓取不同大小、形状的物品(如杯子、球、积木等),并将其放置到指定位置。

②日常活动训练:包括模拟开关门、拧水龙头、开瓶盖、系纽扣、使用筷子或勺子等日常活动。

③手眼协调训练:如穿珠子、拼图、跟踪移动目标等。

④双手协调训练:如折纸、倒水、整理衣物等需要双手配合的活动。

训练遵循由简到难、由粗大动作到精细动作的原则,确保患者能够完成基本任务后再逐步增加难度。每次训练30分钟,每日1次,每周5次,连续8周。

神经肌肉电刺激与任务导向训练分开进行,先进行神经肌肉电刺激,休息30分钟后再进行任务导向训练,以避免疲劳影响训练效果。

(四) 观察指标

1. Fugl-Meyer上肢运动功能评分量表(FMA-UE)^[7]:评价上肢运动功能的恢复状况,总分为66,得分较高,说明上肢的活动能力较好。

2. 改良Barthel指数(MBI)^[8]:主要包括吃饭、洗漱、穿衣、如厕等10个方面,总分为100,得分较高表示在日常生活中的表现较好。

3.徒手肌力测试 (MMT)^[8]：评估肩屈肌、肘屈肌、腕伸肌和手握力的肌力，分0-5级，级别越高表示肌力越强。

4.Wolf 运动功能测试 (WMFT)^[9]：对上肢功能运动进行评价。由15个运动项目及2个肌肉力量项目组成，以0~5分及完成所需的总时长为依据。得分较高的得分表明性能更好。

在用药之前（0周）及用药8周后，两位受过专门训练但并不知道病人分组的康复治疗专家，自行进行评定，所得的平均成绩为最后的评分。

（五）疗效评价

根据 FMA-UE 评分变化，参照《中国脑血管病防治指南》^[9] 推荐的神经功能缺损程度评分标准，将疗效分为：

- 1.显效：FMA-UE 评分提高 $\geq 66\%$ ；
- 2.有效：FMA-UE 评分提高 $\geq 33\%$ 且 $<66\%$ ；
- 3.进步：FMA-UE 评分提高 $\geq 15\%$ 且 $<33\%$ ；
- 4.无效：FMA-UE 评分提高 $<15\%$ 。

总有效率=(显效例数+有效例数)/总例数 $\times 100\%$ 。

（六）统计学方法

采用 SPSS 25.0 统计软件进行数据分析。计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示，组内治疗前后比较采用配对 t 检验，组间比较采用独立样本 t 检验；计数资料以例数和百分比[n(%)]表示，组间比较采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。P<0.05 表示差异有统计学意义。

二、结果

（一）两组患者治疗前后 FMA-UE 评分比较

两组病人的 FMA-UE 得分较前有明显改善（P<0.05），试验组明显好于对照组（P<0.05）。见表1。

表1 两组患者治疗前后 FMA-UE 评分比较($\bar{x}\pm s$ ，分)

组别	例数	治疗前	治疗后	差值
对照组	34	28.47 \pm 6.25	39.82 \pm 7.36*	11.35 \pm 3.45
试验组	34	29.15 \pm 6.38	48.76 \pm 7.85*#	19.61 \pm 4.28#
t 值		0.437	4.952	8.763
P 值		>0.05	<0.05	<0.05

注：与本组治疗前比较，*P<0.05；与对照组治疗后比较，#P<0.05。

（二）两组患者治疗前后 MBI 评分比较

两组病人的 MBI 得分较前有明显改善（P<0.05）。试验组的改善幅度明显好于对照组（P<0.05）。见表2。

表2 两组患者治疗前后 MBI 评分比较($\bar{x}\pm s$ ，分)

组别	例数	治疗前	治疗后	差值
对照组	34	53.26 \pm 10.37	67.85 \pm 11.24*	14.59 \pm 4.63
试验组	34	54.08 \pm 10.45	78.63 \pm 11.59*#	24.55 \pm 5.87#
t 值		0.329	3.976	7.844
P 值		>0.05	<0.05	<0.05

注：与本组治疗前比较，*P<0.05；与对照组治疗后比较，#P<0.05。

（三）两组患者治疗前后 MMT 评分比较

两组在治疗后肩屈肌、肘屈肌、腕伸肌及手握力的 MMT 得分明显高于治疗前（P<0.05）；试验组的肌肉群 MMT 得分明显优于对照组（P<0.05）；见表3。

表3 两组患者治疗前后 MMT 评分比较($\bar{x}\pm s$ ，级)

组别	例数	肩屈肌		肘屈肌		腕伸肌		手握力	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	34	2.35 \pm 0.65	3.28 \pm 0.73*	2.58 \pm 0.68	3.42 \pm 0.75*	2.12 \pm 0.56	2.94 \pm 0.68*	1.98 \pm 0.53	2.76 \pm 0.65*
试验组	34	2.41 \pm 0.68	3.86 \pm 0.82*#	2.62 \pm 0.69	3.95 \pm 0.84*#	2.15 \pm 0.58	3.47 \pm 0.76*#	2.03 \pm 0.55	3.28 \pm 0.74*#
t 值		0.376	3.184	0.247	2.862	0.218	3.175	0.387	3.261
P 值		>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05	>0.05	<0.05

注：与本组治疗前比较，*P<0.05；与对照组治疗后比较，#P<0.05。

（四）两组患者治疗前后 WMFT 评分及疗效比较

与治疗前相比，治疗后两组 WMFT 得分明显改善

表4 两组患者治疗前后 WMFT 评分及疗效比较

组别	例数	WMFT 评分($\bar{x}\pm s$ ，分)			疗效[例(%)]				总有效率(%)
		治疗前	治疗后	差值	显效	有效	进步	无效	
对照组	34	32.15 \pm 6.87	45.38 \pm 8.24*	13.23 \pm 3.96	6(17.65)	12(35.29)	10(29.41)	6(17.65)	18(52.94)
试验组	34	32.83 \pm 6.95	54.67 \pm 9.18*#	21.84 \pm 5.35#	12(35.29)	15(44.12)	5(14.71)	2(5.88)	27(79.41)#
t/ χ^2 值		0.412	4.536	7.832				5.476	5.476
P 值		>0.05	<0.05	<0.05				<0.05	<0.05

注：与本组治疗前比较，*P<0.05；与对照组治疗后比较，#P<0.05。

三、讨论

脑卒中后上肢运动功能障碍是常见的后遗症，导致患者日常生活能力下降和生活质量降低。本研究采用 FMA-UE、MBI、MMT 和 WMFT 四种评价指标全面评估神经肌肉电刺激联合任务导向训练对脑卒中偏瘫患者上肢活动障碍有较好的疗效。从上肢运动功能，日常生活，肌肉力量，功能运动等多个方面，综合评定上肢功能的康复^[7]。

我们的前期研究发现，基于任务为中心的神经肌肉电刺激与任务导向训练可以明显提高脑卒中患者的上肢运动能力。试验组患者术后 FMA-UE 得分均较对照组有所提高，提示两种疗法均可有效地促进患者肢体的康复。这可能与神经肌肉电刺激能够提供感觉输入，激活运动神经元，促进神经可塑性重组有关。研究证实，适当强度的电刺激能够激活受损神经递质传递，促进皮质脊髓束重建，恢复受损神经通路功能^[8]。

在日常生活能力方面，试验组的 MBI 得分增加较对照组明显，提示综合疗法更有利于病人自我照顾。任务导向训练通过模拟日常生活活动，使患者在实际功能训练中学习和巩固运动技能，增强了训练的实用性和迁移性。这种训练方式符合运动学习原理，促进中枢神经系统功能重组和代偿，提高运动控制能

力^[9]。

肌肉力量的恢复是肢体运动能力提高的前提。结果表明，试验组肌肉群 MMT 得分明显优于正常对照组，差异有统计学意义。特别是腕伸肌和手握力的改善更为明显。这可能是因为神经肌肉电刺激直接作用于目标肌群，改善肌肉收缩功能，预防肌萎缩；而任务导向训练则通过反复练习特定动作，强化肌力训练效果，促进肌力恢复。值得注意的是，远端肌群功能改善更为明显，这对精细动作恢复尤为重要。

从 WMFT 评分来看，试验组在功能性活动能力方面的提高更为显著，表明联合治疗能更有效地提高上肢完成功能性任务的能力。两种方法的协同作用形成了“感觉输入-中枢整合-运动输出”的完整环路，通过电刺激激活肌肉，为任务训练提供肌力基础；任务训练则将这种肌力提高转化为功能性活动能力。同时，任务训练中的认知参与和目标导向性，增强了患者的训练动机和参与度，提高训练效果。

综上所述，神经肌肉电刺激结合基于任务的康复训练可显著提高脑卒中后肢体的康复效果，增加了患者的生活自理能力，增强了患者的肌肉力量及运动功能，是一种较好的恢复疗法。

参考文献

[1] 韩梅, 敦旺欢, 李冰轮. 任务导向型上肢康复机器人训练在脑卒中后上肢功能恢复中的疗效研究 [J]. 机器人外科学杂志 (中英文), 2025, 6(1): 75-80.

[2] 胡永林, 华永萍, 马颖, 陆安民, 肖玉华, 宋新建, 刘苏. 机器人辅助训练联合神经松动术对脑卒中患者上肢功能的疗效观察 [J]. 实用医学杂志, 2025, 41(2): 225-231.

[3] 刘艳, 张彩艳. 低频脉冲电刺激联合改良站立位重心转移能力训练在脑卒中后偏瘫康复治疗中的应用效果及对周围神经电生理学的影响 [J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(21): 144-147.

[4] 黄江杰. 强制性运动疗法结合神经肌肉电刺激对偏瘫患者上肢功能及生活质量的影响研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 医药卫生, 2024(11): 105-109.

[5] 王文静. 任务导向训练联合中频脉冲电疗在急性缺血性脑卒中偏瘫患者中的应用研究 [J]. 中华养生保健, 2024, 42(10): 62-64+68.

[6] 张彩艳, 杨翠花, 刘艳. 低频脉冲电刺激联合任务导向康复训练在脑卒中后偏瘫康复治疗中的应用效果及对肢体肌力的影响 [J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(18): 134-137.

[7] 孔安宁. PNF 绳带训练联合重复经颅磁刺激对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能及神经功能的影响 [J]. 中国医学创新, 2024, 21(5): 31-35.

[8] 张露丁, 唐艳. 神经肌肉电刺激联合强制性运动疗法在脑卒中偏瘫患者中的应用效果 [J]. 医疗装备, 2024, 37(11): 56-59.

[9] 方鑫泓, 吴冬云, 周赞, 俞斌, 叶斌, 潘佳军. 神经肌肉电刺激疗法联合核心稳定训练对脑卒中偏瘫患者的影响 [J]. 中国伤残医学, 2024, 32(14): 8-11.