

· 临床研究 ·

经颅直流电刺激联合肌肉能量技术治疗卒中后上肢痉挛的疗效观察

易燕 邹业兵

江西中医药大学体育教学部,南昌 330004

通信作者:邹业兵,Email:zouyebing@126.com

【摘要】 目的 探讨经颅直流电刺激(tDCS)联合肌肉能量技术(MET)治疗卒中后上肢痉挛的疗效。**方法** 采用随机数字表法将 110 例卒中后上肢痉挛患者分为观察组及对照组,每组 55 例。2 组患者均给予常规康复干预(包括肌肉牵伸、良肢位摆放、核心肌力训练、关节活动度训练等),对照组在此基础上辅以 MET 治疗,观察组则辅以 tDCS+MET 治疗,2 组患者均持续治疗 8 周。于治疗前、治疗 8 周后分别采用改良 Ashworth 量表(MAS)、上肢 Fugl-Meyer 量表(FMA)及改良 Barthel 指数(MBI)量表评定 2 组患者上肢痉挛状态、上肢运动功能及日常生活活动(ADL)能力情况,同时检测 2 组患者血清 γ -氨基丁酸、谷氨酸及 Ca^{2+} 浓度,采用剪切波弹性成像技术检测患者偏瘫侧肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值。**结果** 治疗后 2 组患者 MAS 评分、上肢 FMA 评分、MBI 评分、血清 γ -氨基丁酸、谷氨酸含量、 Ca^{2+} 浓度、偏瘫侧肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值均较治疗前明显改善($P<0.05$);并且治疗后观察组患者上述指标[分别为(3.0 $\pm$ 0.6)分、(53.2 $\pm$ 9.0)分、(78.7 $\pm$ 13.3)分、(8.85 $\pm$ 2.43) $\mu\text{mol/L}$ 、(190.1 $\pm$ 43.5) $\mu\text{mol/L}$ 、(2.65 $\pm$ 0.36) $\mu\text{mol/L}$ 、(36.7 $\pm$ 13.4)kPa、(44.2 $\pm$ 12.5)kPa及(45.3 $\pm$ 15.2)kPa]亦显著优于对照组水平,组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** tDCS 联合 MET 治疗卒中后上肢痉挛患者临床疗效确切,可进一步改善患者上肢痉挛状态及运动功能,该疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 经颅直流电刺激; 卒中后上肢痉挛; 肌肉能量技术; 杨氏模量值

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.11.011

相关流行病学研究显示,卒中后上肢痉挛发病率为 80%~90%,且卒中后第一年约有 19%~38%的患者受到上肢痉挛影响,患者常表现为肢体抗重力肌群受累、肌腱挛缩、关节活动度下降等,严重影响患者功能恢复^[1]。现阶段临床多采用运动疗法、物理因子治疗、针灸、鞘内注射抗痉挛药物、神经阻滞等方法治疗卒中后上肢痉挛患者,但治疗效果有限,且部分措施存在明显不良反应,临床亟待改进治疗手段。肌肉能量技术(muscle energy technology, MET)以软组织整骨疗法为载体,要求患者主动参与训练,并由操作者确定力度大小及方向,通过肌肉等长收缩训练促使骨骼肌肉系统功能改善^[2]。经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)是一种非侵袭性治疗方法,通过头皮微电流刺激影响神经细胞兴奋性,从而发挥治疗作用^[3]。本研究联合采用 tDCS 及 MET 技术治疗卒中后上肢痉挛患者,并探讨其作用机制,为临床改进卒中后上肢痉挛治疗手段提供参考资料。

对象与方法

一、研究对象

选取 2019 年 4 月至 2020 年 3 月期间在我院治疗的卒中后上肢痉挛患者 110 例。患者纳入标准包括:①均符合缺血性脑

卒中诊断标准^[4];②均为首次发病,病程不超过 3 个月,患者意识清晰,生命体征稳定;③年龄 34~76 岁;④患侧上肢 Brunnstrom 分期为 II~V 期;⑤未使用抗痉挛药物治疗;⑥上肢改良 Ashworth 量表(modified Ashworth scale, MAS)评级为 I~III 级;⑦患者对本研究知晓并签署相关文件。患者排除标准包括:①有严重认知功能障碍或沟通障碍;②体内有金属植入物;③有心、肺、肝、肾等重要脏器功能障碍;④颅内继发出血或梗死;⑤病情恶化;⑥妊娠期或哺乳期妇女;⑦有癫痫病史等。本研究同时经江西中医药大学伦理委员会审批(2018-F10)。采用随机数字表法将上述患者分为观察组及对照组,每组 55 例,2 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

2 组患者均给予常规运动训练,包括肌肉牵伸、良肢位摆放、核心肌力控制训练、关节活动训练等,每次训练约持续 40 min,对于痉挛较重患者给予抗痉挛药物治疗。对照组患者在此基础上辅以 MET 治疗,包括:①患者取仰卧位,将双足置于巴氏球上,放松腹部,治疗师将双手置于患者腹部,当患者吸气时双手向外扩张,呼气时双手向腹部加压,嘱患者于呼气末屏住呼吸 5~10 s,训练 10 次为 1 组,重复训练 10 组。②患者取仰

表 1 入选时 2 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(d, $\bar{x}\pm s$)	卒中侧别(例)	
		男	女			右侧	左侧
对照组	55	30	25	48.7 $\pm$ 6.8	45.8 $\pm$ 10.6	36	19
观察组	55	32	23	49.2 $\pm$ 7.0	46.5 $\pm$ 11.4	35	20

卧位,头侧屈,肩关节外展并悬于床外,治疗师用右手按压患者胸大肌胸骨端,左手握住患者肘关节,以感到阻力或患者疼痛为度,外旋并下压患者肩部,同时嘱患者对抗该动作,持续 5~10 s 后放松,重复训练 3~5 次;患者取坐位,治疗师将患者肩关节前屈至阻力位,患者维持该体位,治疗师向肩关节前屈反方向施加压力于上肢远端,训练过程中若患者出现耸肩需减小力度,持续训练 5~10 s 后放松,重复训练 3~5 次。③患者取仰卧位并将前臂旋后(肩关节保持中立位),治疗师缓慢拉伸患者肘关节,以感到阻力或患者疼痛为度,同时嘱患者对抗该动作,持续 5~10 s 后放松,重复训练 3~5 次;患者伸肘关节至最大范围,治疗师握住其腕关节并施加恒定阻力于屈肘方向,要求患者屈肘至最大角度,训练 20 次为 1 组,重复训练 3~5 组。④治疗师背伸患者腕关节至阻力位,嘱患者对抗该动作,持续 5~10 s 后放松,重复训练 3~5 次;嘱患者背伸腕关节至最大角度,治疗师固定其腕关节,并施加恒定阻力于掌屈方向,要求患者屈掌至最大角度,训练 20 次为 1 组,重复训练 3~5 组。上述 MET 训练每天 1 次,每周训练 5 d,持续训练 8 周。

观察组患者在对照组干预基础上辅以 tDCS 治疗,采用英国产 Magstim Rapid 2 型神经刺激仪及“8”字形风冷线圈,于偏瘫侧上肢拇短展肌肌腹处放置记录电极,在对侧皮质投影区连续移动磁刺激线圈找寻能诱发最短潜伏期、最大波幅运动诱发电位(motor evoked potential,MEP)的刺激点,并将该点作为 tDCS 阳极刺激靶区。采用四川产 IS200 型智能电刺激仪进行 tDCS 治疗,电极片选用 35 cm² 等渗盐水电凝胶海绵电极,设置直流电刺激模式,电刺激强度为 2.0 mA,阴极置于偏瘫侧肩部,每次治疗 20 min,每天治疗 1 次,每周治疗 5 d,共持续治疗 8 周。

三、疗效观察指标

于治疗前、治疗 8 周后对 2 组患者进行疗效评定,采用 MAS 量表评定患者腕屈肌、手指屈肌及肘屈肌痉挛状态,3 组肌群痉挛总分为 12 分,分值越高表示患者肌肉痉挛程度越严重^[5];采用 Fugl-Meyer 量表(Fugl-Meyer assessment,FMA)上肢部分评定患者上肢运动功能情况,满分为 66 分,分值越高表示患者上肢运动功能越好^[6];采用改良 Barthel 指数(modified Barthel index,MBI)评

定患者日常生活活动(activity of daily living,ADL)能力情况,满分为 100 分,分值越高表示患者 ADL 能力越好^[7]。

本研究同时于治疗前、治疗 8 周后抽取患者静脉血 8 ml,采用高效液相色谱法检测血清 γ -氨基丁酸、血清谷氨酸水平,选用原子吸收分光光度法检测血清 Ca²⁺ 浓度,所有操作步骤均严格遵照试剂盒说明书要求完成。

治疗前和治疗 8 周后,采用剪切波弹性成像技术检测患者偏瘫侧肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值,杨氏模量值可客观反映患者肌肉组织弹性情况,进而评估其肌肉痉挛程度,如杨氏模量值越大则提示患者肌肉痉挛程度越严重^[8]。记录 2 组患者治疗期间出现的不良反应情况,包括局部瘙痒、轻刺痛感、继发性脑出血等。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 24.0 版统计软件包进行数据分析,计量资料比较采用 *t* 检验,计数资料比较采用 χ^2 检验,*P*<0.05 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前 2 组患者 MAS 评分、上肢 FMA 评分及 MBI 评分组间差异均无统计学意义(*P*>0.05);治疗后 2 组患者上述指标均较治疗前明显改善(*P*<0.05),并且上述指标均以观察组患者的改善幅度较显著,与对照组间差异均具有统计学意义(*P*<0.05),具体数据见表 2。

治疗前 2 组患者血清 γ -氨基丁酸、谷氨酸及 Ca²⁺ 浓度组间差异均无统计学意义(*P*>0.05);治疗后 2 组患者血清 γ -氨基丁酸、Ca²⁺ 浓度均较治疗前明显升高(*P*<0.05),血清谷氨酸浓度均较治疗前明显降低(*P*<0.05);并且观察组血清 γ -氨基丁酸、Ca²⁺ 浓度亦显著高于对照组水平(*P*<0.05),血清谷氨酸浓度则显著低于对照组水平(*P*<0.05),具体数据见表 3。

治疗前 2 组患者偏瘫侧肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值组间差异均无统计学意义(*P*>0.05);治疗后 2 组患者肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值均较治疗前明显降低(*P*<0.05),并且观察组上述肌肉杨氏模量值亦显著低于对照组水平(*P*<0.05),具体数据见表 4。

表 2 治疗前、后 2 组患者上肢痉挛、运动功能及 ADL 能力比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	上肢痉挛评分		上肢 FMA 评分		MBI 评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	55	9.6±1.7	3.0±0.6 ^{ab}	29.0±9.7	53.2±9.0 ^{ab}	38.9±12.6	78.7±13.3 ^{ab}
对照组	55	9.5±1.8	4.8±0.5 ^a	28.7±9.0	40.1±10.1 ^a	39.6±13.4	70.1±12.5 ^a

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

表 3 治疗前、后 2 组患者各项血清学指标比较($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	γ -氨基丁酸		谷氨酸		Ca ²⁺	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	55	5.73±1.26	6.98±2.45 ^a	261.4±52.3	225.7±49.4 ^a	2.23±0.38	2.41±0.28 ^a
观察组	55	5.64±1.35	8.85±2.43 ^{ab}	259.3±50.2	190.1±43.5 ^{ab}	2.27±0.40	2.65±0.36 ^{ab}

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

表 4 治疗前、后 2 组患者偏瘫侧上肢杨氏模量值比较(kPa, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	肱肌		肱二头肌		肱桡肌	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	55	130.5±56.2	61.4±18.3 ^a	69.7±24.5	50.1±13.4 ^a	96.8±34.3	63.5±16.7 ^a
观察组	55	131.6±57.8	36.7±13.4 ^{ab}	68.9±26.6	44.2±12.5 ^{ab}	97.6±36.4	45.3±15.2 ^{ab}

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

治疗期间 2 组患者均未继发脑出血, 观察组有 1 例出现局部痒疹, 有 2 例诉局部轻刺痛感, 但症状均较轻微, 在治疗结束后即消失。

讨 论

相关研究指出, 痉挛是由于脑卒中后大脑高位中枢对脊髓运动神经元的抑制作用减弱, 导致 α 、 γ 运动神经元功能失衡, 如 γ 运动神经元过度兴奋, 能增强肌肉异常牵张反射; 如肢体长期处于痉挛状态, 则正常肌纤维结构会发生改变, 显著增加肌体功能恢复难度^[9]。既往常规运动疗法仅靠外力单纯改变肌肉形态, 未针对肌肉本身的力量储备、强度等进行干预, 难以纠正固化的错误运动模式, 而 MET 训练可拉伸机体肌筋膜、增强肌力, 有利于关节活动范围恢复正常^[10]; 而 tDCS 通过头皮电极刺激能改变躯体感觉、前额叶皮质神经元兴奋性, 调控神经元放电, 缓解肢体痉挛状态^[11], 故本研究联合采用 tDCS 及 MET 技术治疗卒中后上肢痉挛患者, 并探讨其作用机制。

本研究结果显示, 治疗后观察组上肢 MAS、FMA、MBI 评分均显著优于对照组, 并且观察组偏瘫侧肱肌、肱二头肌、肱桡肌杨氏模量值均较对照组显著降低, 表明 tDCS 联合 MET 训练能进一步减轻卒中患者上肢痉挛程度, 提高其运动功能及生活质量。其作用机制包括: MET 训练相较于常规牵伸训练兼具结构性与动力性训练特点, 在加速肌力恢复方面效果显著; 同时 MET 治疗中的交互抑制技术可促使特定动作时拮抗肌收缩、抑制主动肌收缩, 以达到降低肌张力、改善肌痉挛目的^[12]。Sodhi 等^[13]指出 MET 治疗中的等长收缩后放松技术能增强患者肌肉张力, 激活高尔基腱器官 (Golgi tendon organ, GTO) 感受器, 暂时抑制肌梭感受器, 减弱肌电信号, 便于患者在松弛期内进行牵伸训练, 能有效降低牵伸训练难度, 提高康复疗效。正常情况下机体双侧大脑半球在交互抑制作用下能实现功能平衡, 而卒中后双侧半球间平衡被打破, 健侧半球对患侧半球过度抑制, 最终造成肢体运动功能障碍。tDCS 治疗能提高患侧大脑半球兴奋性、增强运动皮质功能或降低健侧大脑半球兴奋性、减轻其对患侧大脑半球的过度抑制作用, 进而促使双侧大脑半球兴奋性重新恢复平衡状态, 有助于缓解卒中患者上肢痉挛、加速运动功能恢复^[14]。

本研究结果还显示, 治疗后观察组患者血清 γ -氨基丁酸、 Ca^{2+} 浓度高于对照组水平, 而血清谷氨酸浓度低于对照组水平, 表明 tDCS 治疗能降低体内谷氨酸能神经元兴奋性, 增强 γ -氨基丁酸的抑制作用。分析其机制如下: 在正常情况下体内抑制性 γ -氨基丁酸与兴奋性谷氨酸处于动态平衡状态, 如大脑神经元发生缺血、缺氧损伤能导致抑制性氨基酸减少、兴奋性氨基酸过度释放, 最终产生兴奋性毒性, 从而增强脊髓牵张反射、诱发肌痉挛^[15]。tDCS 治疗可减轻健侧大脑半球对患侧大脑半球的过度抑制作用, 从而提高 γ -氨基丁酸等抑制性氨基酸水平, 降低谷氨酸等兴奋性氨基酸水平, 使双侧大脑半球兴奋性重新达成平衡状态; 另外 tDCS 治疗还可调控 N-甲基-D-天冬氨酸 (N-methyl-D-aspartic acid, NMDA) 受体表达, 当 γ -氨基丁酸与 NMDA 受体结合能抑制 Ca^{2+} 内流, 下调兴奋性神经递质水平, 促使痉挛症状进一步缓解^[16]。

综上所述, 本研究结果表明, tDCS 联合 MET 训练能显著改善卒中患者上肢痉挛状态及运动功能, 其治疗机制可能与调控

双侧脑半球平衡及体内兴奋性、抑制性氨基酸含量有关, 该联合疗法值得临床进一步研究、应用。

参 考 文 献

- [1] 徐换, 郝赤子, 郑俊, 等. A 型肉毒素治疗卒中后上肢痉挛疗效的 Meta 分析 [J]. 中国脑血管病杂志, 2017, 14(2): 57-63. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2017.02.001.
- [2] 李圣节, 李飞, 王瑞, 等. 视觉反馈下肌肉能量技术对肘关节术后功能的效果 [J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(9): 1055-1057. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2018.09.013.
- [3] Kang N, Summers JJ, Cauraugh JH. Transcranial direct current stimulation facilitates motor learning post-stroke: a systematic review and meta-analysis [J]. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2016, 87(4): 345-355. DOI: 10.1136/jnnp-2015-311242.
- [4] 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. 中国急性缺血性脑卒中诊治指南 2018 [J]. 中华神经科杂志, 2018, 51(9): 666-682. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2018.09.004.
- [5] Lee KB, Hong BY, Kim JS, et al. Which brain lesions produce spasticity? An observational study on 45 stroke patients [J]. PLoS One, 2019, 14(1): e0210038. DOI: 10.1371/journal.pone.0210038.
- [6] 胡国金, 孙秀丽, 张义发, 等. Fugl-Meyer 量表在脑卒中镜像治疗中应用及与 FIM 量表相关性分析 [J]. 临床荟萃, 2019, 34(2): 116-119. DOI: CNKI.SUN.LCFC.0.2019-02-005.
- [7] 曾凡林. Barthel 指数分级指导下的 Orem 自理模式在脑卒中偏瘫患者中的应用 [J]. 护理实践与研究, 2018, 15(18): 34-35. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9676.2018.18.015.
- [8] 郭雪园, 王月香, 崔建博, 等. 剪切波超声弹性成像与痉挛临床评估的相关性分析 [J]. 中华保健医学杂志, 2020, 22(5): 481-483. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3245.2020.05.008.
- [9] Mochizuki G, Centen A, Resnick M, et al. Movement kinematics and proprioception in post-stroke spasticity: assessment using the Kinarm robotic exoskeleton [J]. J Neuroeng Rehabil, 2019, 16(1): 146. DOI: 10.1186/s12984-019-0618-5.
- [10] 夏项军, 田山. 隔药饼灸配合肌肉能量技术治疗早期膝关节关节炎疗效观察 [J]. 上海针灸杂志, 2018, 37(4): 457-460. DOI: 10.13460/j.issn.1005-0957.2018.04.0457.
- [11] Cattagni T, Geiger M, Supiot A, et al. A single session of bihemispheric transcranial direct current stimulation does not improve quadriceps muscle spasticity in people with chronic stroke [J]. Brain Stimul, 2019, 12(5): 1309-1311. DOI: 10.1016/j.brs.2019.06.027.
- [12] 袁孟哲, 郭小平, 张长龙, 等. 低频重复经颅磁刺激联合肌肉能量技术治疗脑卒中后上肢痉挛的效果观察 [J]. 山东医药, 2020, 60(9): 63-66. DOI: CNKI.SUN.SDYY.0.2020-09-016.
- [13] Sodhi N, Khlopas A, Vaughn MD, et al. Manufactured brace modalities for elbow stiffness [J]. Orthopedics, 2018, 41(1): 127-135. DOI: 10.3928/01477447-20171102-02.
- [14] 曲斯伟, 朱琳, 宋为群. 经颅直流电刺激联合运动再学习方案对卒中患者上肢运动功能的改善作用 [J]. 中国脑血管病杂志, 2017, 14(1): 20-24. DOI: 10.3969/j.issn.1672-5921.2017.01.005.
- [15] 徐鹏, 赵毅, 张新, 等. 脑瘫患儿脑脊液氨基酸类神经递质的变化 [J]. 吉林大学学报 (医学版), 2004, 30(1): 117-119. DOI: 10.13481/j.1671-587x.2004.01.053.
- [16] 苏牟满, 姚力英. 经颅直流电刺激对卒中后抑郁患者血浆谷氨酸、 γ -氨基丁酸的影响 [J]. 中国保健营养, 2017, 27(31): 39. DOI: 10.3969/j.issn.1004-7484.2017.31.048.

(修回日期: 2021-03-22)

(本文编辑: 易 浩)