

# 神经电生理手段在研究低频电刺激对脑可塑性影响中的应用

燕铁斌<sup>1</sup>

## 1 低频电刺激的临床应用

1961年, Liberson等首先将低频电刺激用于治疗脑卒中肢体偏瘫恢复期患者的足下垂(当时称之为 functional electrotherapy), 结果证明可以明显改善患者的行走功能<sup>[1]</sup>。此后, 低频电刺激在脑损伤后肢体功能恢复中的应用开始引起临床的关注, 从初期的个案报道到临床应用的经验总结, 以及设计比较好的循证医学方面的研究均渐有报告<sup>[2-3]</sup>。

低频电刺激属于神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NES)的范畴。对于NES的概念, 广义上, 凡是刺激神经或肌肉的电刺激均可以称之为NES, 但目前多倾向于指应用低频脉冲电流刺激解剖结构完整(具有完整的反射弧)的神经或肌肉, 或者说是治疗上运动神经元损伤所导致的神经肌肉功能障碍, 如疼痛、肌肉瘫痪等<sup>[4-5]</sup>。

关于NES的分类, 国际上还没有一个统一的标准, 有称为治疗性电刺激(therapeutic electrical stimulation, TES), 神经性支具(neuroprosthesis)、经皮电神经刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)、功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)、功能性神经肌肉刺激(functional neuromuscular stimulation, FNS)等<sup>[4-6]</sup>。国内在NES的概念上, 尤其是对FES的理解上分歧比较大。实际上, FES与其他低频电刺激的最大区别在于FES是按照预先设定好的程序来工作, 治疗时能产生功能性活动。这种功能性活动可以是增加心肌收缩(如心脏起搏器), 增强呼吸肌功能(如膈肌刺激器), 或者如目前康复临床工作中应用较多的治疗脑和脊髓损伤后的肢体瘫痪(引起手的抓握)、吞咽障碍(引起吞咽动作)以及大小便失禁(引起膀胱或直肠的收缩)等的治疗设备<sup>[4-5, 7]</sup>。因此, 判断一个设备或刺激参数是否具备了FES的功能, 除了看它的参数是否属于低频范畴之外, 更重要的是看在治疗时能否产生功能性活动<sup>[7]</sup>(如瘫痪上肢产生抓握的动作或下肢产生行走的动作), 而不是单纯的肌肉收缩(如中频电刺激或电针灸治疗时所产生的肌肉收缩)。

近几十年来, 国外用NES治疗中枢神经系统损伤后功能障碍的技术日趋成熟<sup>[4-6]</sup>, 国内虽然起步较晚, 不过自本世纪以来的临床应用也日益受到重视, 相关报告日益增多<sup>[8-10]</sup>。但从应用基础和基础研究方面研究其作用机制的报告仍然比较少见<sup>[4-5, 11, 13-16]</sup>。

## 2 低频电刺激的神经电生理研究

20世纪90年代神经科学的最大进展莫过于脑的10年的研究成果, 使医学界认识到大脑具有高度的可塑性(neuroplasticity)。可塑性的特征之一是脑组织对外界的刺激具有极大的功能或结构的适应性, 这种适应性的表现之一是神经元的长时程增强(long-term potentials, LTP)和长时程抑制(long-term depression, LTD)<sup>[12]</sup>。而NES, 特别是FES正是

通过重复性使用(repetition)、强制性使用(constrain-induced)、模式(pattern)或功能性活动(functional activities)来达到促进脑可塑性的目的, 这一过程也可以理解为使用依赖性可塑性(use-dependent plasticity)<sup>[4-5, 12]</sup>。最近对NES(主要是TENS)促进脑代谢的研究发现, 通过对肢体的反复电刺激, 可以增加脑卒中患者脑梗死局部和镜像区域的血流量<sup>[11]</sup>; 借助于脑功能性成像技术也发现, 30min的NES(主要是FES)可以通过感觉输入和被动运动两种方式激活脑损伤的对侧(健侧半球)及同侧(患侧半球)皮质感觉及运动相关的脑区, 引起大脑运动皮质及感觉皮质的兴奋性改变<sup>[13-14]</sup>。

在NES对脑损伤患者作用机制的电生理研究中, 科研人员首先想到的是电刺激对反射环路的影响(即反射弧)。当外周电刺激上行传导到中枢后, 在脑部会产生哪些作用? 神经兴奋性会发生哪些变化? 其信号下传如何? 要回答这些问题, 体感诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)和运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)无疑是一种理想的检测手段。

SEP和MEP并不是什么新的技术, 临床应用时日已久, 但用来观察NES(如TENS或FES)治疗脑损伤如脑卒中的可信度和敏感度如何则是研究人员最关注的。所幸的是有关NES(如TENS和FES)对SEP影响的研究国内已经有作者报告<sup>[15-16]</sup>, 而本期刊登的徐本磊等、刘非等和刘慧华等关于FES与MEP的研究则证明MEP检测FES的治疗作用同样具有良好的信度。本期关于FES对健康人和脑卒中患者SEP和MEP影响的研究则证明, 不论是对健康人或脑卒中患者的单次30min的FES治疗或每天1次, 每次30min, 2周共10次的FES治疗, 利用SEP和MEP均能较好地反映出FES的治疗作用。这些研究成果进一步证明了SEP和MEP是研究NES对脑可塑性影响的一个可靠的神经电生理指标, 也为临床上进一步研究NES的神经生理机制提供了一个客观、可靠的研究手段。

## 3 SEP和MEP用于NES效果展望

随着对NES特别是FES治疗作用认识的提高, 其临床应用将会不断普及和深入, 对NES应用基础和基础研究也将会逐渐受到重视, 特别是从循证医学的视角, 采取随机对照研究的方法, 科学地探讨NES的作用机制, 回答诸如NES在中枢是如何引起可塑性变化的(如是否通过促进内源性干细胞的分化、增值和迁移来发挥作用等), 以及不同模式NES对脑可塑性的影响有无差异等<sup>[12]</sup>, 均是有意义的课题。

1 中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科, 广州沿江西路, 510120

作者简介: 燕铁斌, 男, 主任医师, 教授

收稿日期: 2009-05-19

## 参考文献

- [1] Liberson W, Holmquest H, Scot D, et al. Functional electrotherapy: stimulation of the peroneal nerve synchronized with the swing phase of the gait of hemiplegic patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1961, 42: 101—105.
- [2] Yan T, Hui -Chan CWY, Li LSW. Functional electrical stimulation improves motor recovery of the lower extremity and walking ability of subjects with first acute stroke: a randomized, placebo-controlled trial[J]. Stroke, 2005,36: 80—85.
- [3] Yan T, Hui -Chan CWY. Transcutaneous electrical stimulation on acupuncture points improves muscle function in subjects after acute stroke: a randomized controlled trial [J]. J Rehab Med,2009, 41: 312—316.
- [4] Sheffler I, Chea J. Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation[J]. Muscle Nerve, 2007, 35: 562—590.
- [5] Peckham PH, Knutson JS. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications[J]. Annu Rev Biomed Eng, 2005, 7: 327—60.
- [6] Pape KE, Chipman ML. Electrotherapy in Rehabilitation. In: Delisa JA, Gans BM, Walsh NL eds. Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice [M]. 4th ed. Richmond: Lippincott Williams & Wilkins.2004:436—445.
- [7] 张盘德, 南登崑. FES 内涵与误用 [J]. 中华物理医学与康复杂志,2009,31(4):217—218.
- [8] 游国清,燕铁斌,Hui-Chan CWY.功能性电刺激改善脑卒中早期患者偏瘫下肢功能的随机对照研究 [J]. 中国康复医学杂志, 2007,22:867—870.
- [9] 伍少玲,燕铁斌,马超,等.神经肌肉电刺激结合功能训练改善脑卒中后吞咽障碍的临床疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 29: 537—539.
- [10] 燕铁斌,伍少玲,郭友华,等.盆底肌肉电刺激治疗脊髓损伤后尿失禁疗效观察 [J]. 中华物理医学与康复杂志,2005,27:286—288.
- [11] 郭友华,燕铁斌, Hui-Chan CWY.低频电刺激治疗脑卒中偏瘫的神经机制研究进展 [J]. 中国康复医学杂志,2005,20:156—158.
- [12] Kreisel SH, Hennerici MG, Bätzner HJ. Pathophysiology of stroke rehabilitation: the natural course of clinical recovery, use -dependent plasticity and rehabilitative outcome [J]. Cerebrovasc Dis,2007,23:243—255.
- [13] 靳晓坤,燕铁斌,郑芳芳,等.功能性电刺激诱发健康年轻人手部运动时脑功能性磁共振成像研究[J].中华物理医学与康复杂志,2008,30:649—652.
- [14] 郑芳芳. 功能性电刺激对脑卒中患者上肢运动功能的 fMRI 对照研究[J].中山大学研究生论文. 2008.
- [15] 魏妮,燕铁斌,Hui-Chan CWY,等.经皮电神经刺激穴位治疗对脑卒中偏瘫侧上肢体感诱发电位的影响 [J]. 中国康复医学杂志,2007,22:871—873.
- [16] 薛晶晶,燕铁斌,陈月桂,等. 功能性电刺激对脑卒中患者体感诱发电位影响的信度研究 [J]. 中国康复医学杂志,2007,22: 874—876.

## 中国康复医学会第十二次全国脑血管病康复学术会议通知

中国康复医学会脑血管病康复专业委员会拟于 2009 年 10 月 23—26 日在我国改革开放的热土浙江省温州市召开第十二次脑血管病康复学术会议。会议由中国康复医学会脑血管病康复专业委员会主办,温州医学院附属第二医院、温州市中医院承办,浙江省康复医学会协办。

本次学术大会是脑血管病康复领域的一次高水平学术盛会,邀请国内著名康复医学专家和神经病学专家作专题报告,对于了解国内外康复医学最新进展,学习国内外先进的脑血管病康复及神经病学理念、知识是一次极好的机会。欢迎广大从事康复医学、神经病学的同仁参加会议。参会者可获得国家级继续教育 I 类学分。

**会议主题:** 强化脑卒中临床治疗与康复的结合,提高卒中患者生存质量。

**会议内容:** 脑卒中及其康复的基础与临床研究;康复评定方法和治疗技术;卒中单元及团队工作方式;社区康复;认知和精神心理障碍康复;康复工程;中国传统医学康复等。

**投稿要求:** 未曾在全国性学术会议或全国性公开刊物上发表过的论文、综述等,文责自负。论文文稿内容包括题目、作者、800 字以内的中文或英文摘要(目的、材料和方法、结果和结论)及正文等。请注明作者姓名、单位名称、职务/职称、通讯地址及邮编、E-mail 等。

**投稿方式:** 本次会议只接受 E-mail 投稿,lmj512@163.com; wangxt66@gmail.com; 电话:0577-88816734; 0577-88816191; 传真:0577-88816191。