

· 综述 ·

神经肌肉电刺激在脑性瘫痪儿童治疗中的应用进展

徐开寿 麦坚凝

自从 Dubowitz 等^[1]于 1988 年首先报道,对脑性瘫痪(脑瘫)儿童应用神经肌肉电刺激(neuromuscular electrical stimulation, NMES)可提高肌力和运动能力以来,电刺激在脑瘫康复治疗中的应用越来越广泛,有关这方面的报道也日益增多。本文拟对这方面的临床应用进展作一简要综述。

NMES 的类型及其机制

NMES 是指利用低频脉冲电流刺激神经或肌肉引起肌肉收缩,以提高肌肉功能或治疗神经肌肉疾患的一种治疗方法。我们应用于脑瘫患儿的 NMES 主要有两种类型,即经皮电神经刺激(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS)和功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)。NMES 电极包括表面电极和植入电极,表面刺激不能准确地重复产生刺激反应,难以单独刺激某一肌肉,皮肤感觉神经元会被激活从而使刺激的感觉耐受度受限,而肌内刺激则不存在这方面的问题^[2,3]。Pierce 等^[3]对 1 例 11 岁右侧偏瘫型脑瘫患儿的胫前肌在步行中进行经皮表面 FES 和肌内 FES,作三维步态分析,并与其不接受刺激时进行比较,发现经皮表面 FES 和肌内 FES 均能有效提高踝关节背伸活动范围,但肌内 FES 在改善肌肉收缩力、感觉反馈和运动控制方面有更好的即时效应。NMES 用于脑瘫治疗主要是因为电刺激可强化脑瘫患儿特别缺乏的肌纤维类型。通过对正常肌肉经电刺激募集肌纤维的研究,已证实电刺激可反转随意收缩时的募集顺序,即在电刺激引起的收缩中,Ⅱ型纤维先于Ⅰ型纤维被募集^[4]。与正常发育的儿童相比,脑瘫患儿的肌肉中Ⅰ型纤维占优势,却缺乏Ⅱ型纤维^[5,6],电刺激则有募集其已萎缩Ⅱ型纤维的潜能。据文献报道,NMES 治疗参数一般为:频率 30~45 Hz,脉宽 100~300 μ s,波升(ramp up)时间 0.5~2 s,通电/断电时间比(on/off times)为 1:1^[7-9]。

一、TENS

TENS 是将电极放在皮肤表面,通过低频脉冲直流电刺激神经纤维,以达到治疗目的,广义上任何利用表面电极的电刺激都可以称为 TENS。TENS 对脑瘫患儿的主要作用为刺激肌肉收缩和缓解痉挛。对于运动神经,频率为 1~10 Hz 的 TENS 可以引起肌肉的单收缩;20~30 Hz 的 TENS 可引起肌肉不完全性强直收缩;40~50 Hz 的 TENS 可引起肌肉完全性强直收缩。Park 等^[10]将月龄 8~16 个月、躯干控制能力较差的痉挛型双下肢瘫儿童随机分为 2 组,其中一组进行 TENS 并给予功能训练,另一组仅给予功能训练。2 组分别在治疗前和治疗后 6 周利用 X 线片测量 Kyphotic 角、Cobb 角和腰骶角,并采用粗大运动功能量表的坐位项等进行评定,结果发现 TENS 能有效改善坐位姿势并提高躯干控制能力。Scheker 等^[11]对 19 例痉挛型脑瘫患儿上肢痉挛肌群的拮抗肌进行了 TENS,并配戴可活动的矫形器,结果发现该治疗能有效缓解痉挛并提高上肢运动能力。TENS

治疗脑瘫患儿缓解其痉挛的机制可能为^[12]:电刺激作用于痉挛肌时,使其进一步强烈收缩,为避免收缩过于剧烈而引起肌肉损伤,高尔基感受器被兴奋,冲动传入脊髓,经中间神经元传至相应的前角细胞,反射性地引起痉挛肌本身的抑制,从而缓解痉挛;电刺激作用于拮抗肌时,通过交互抑制作用(即某块肌肉兴奋时,其拮抗肌将受到抑制,如屈肌兴奋收缩时,对应的伸肌被抑制而表现为伸展),可使痉挛肌松弛。

二、FES

FES 是利用一定强度的低频脉冲电流,通过预先设定的刺激程序来刺激一组或多组肌肉,诱发肌肉运动或模拟正常的自主运动,以达到改善或恢复被刺激肌肉或肌群功能的目的。FES 所刺激的肌肉在解剖上具备完整的神经支配,但是失去了应有的收缩功能或失去了中枢神经的支配(如脊髓或脑损伤),其特点是可以产生即刻的功能性活动,如脑瘫患儿手部肌肉受到刺激时可以产生即刻的抓握动作,腿部肌肉受到刺激时可以产生行走动作等。那些虽然也能引起肌肉收缩但没有功能性活动的电刺激,不能称之为 FES^[13]。FES 在肌肉功能恢复治疗中的作用主要有^[13,14]:(1)刺激神经元,引发肌肉收缩;(2)缓解肌肉痉挛;(3)改善中枢神经系统对运动功能的控制能力。Postans 等^[15]对 8 例有独立步行能力的脑瘫患儿进行 FES,采用三维步态分析来评定,结果发现 FES 能有效地控制步行摆动中的足下垂,提高运动控制能力,改善步态。

NMES 在脑瘫儿童中的应用

一、评价方法

对 NMES 治疗脑瘫的临床疗效评价,目前仍然以量表评定为主,比较常用的有:粗大运动功能量表(Gross Motor Function Measure, GMFM)、关节活动范围(range of motion, ROM)、肌力测试、Peabody 运动发育量表(Peabody Developmental Motor Scale, PDMS)、Zancolli 分级系统、父母调查问卷(Parent Questionnaire)、目的达到量表(Goal Attainment Scale, GAS)、步态分析和摄像记录等^[9-11,15-17]。

二、应用效果

Carmick^[18]的研究认为,NMES 能提高脑瘫患儿的上肢运动能力,增强肌力和提高感觉敏感性。Wright 等^[19]对 8 例偏瘫型脑瘫患儿的腕伸肌进行 FES,每次 30 min,每天 1 次,连续 6 周,结果发现手功能得到明显提高。Maenpaa 等^[20]对 12 例痉挛型脑瘫患儿进行 NMES,结果表明 NMES 能改善关节活动范围,提高患儿上肢运动能力。

Dubowitz 等^[1]对 2 例偏瘫型脑瘫患儿的胫前肌、足背伸肌进行了 NMES 治疗,结果发现患儿肌力增强、步态改善、踝关节活动范围也明显改善。Carmick^[21]对 3 例脑瘫患儿下肢进行了 NMES,结果发现月龄为 18 个月的患儿有即时效应,步行能力立刻得到提高,6.5 岁和 10 岁患儿的运动能力在短期内亦有显著提高;认为 NMES 可提高脑瘫患儿的运动能力,其效果与患儿年

龄有关。Hazlewood 等^[22]对 10 例偏瘫型脑瘫患儿进行电刺激,治疗 35 d 后进行评定,结果发现患儿的 ROM 明显改善,步态时空参数(步频、步速和步幅等)改进。Steinbok 等^[23]将 44 例双下肢痉挛型脑瘫患儿随机分为 2 组,其中一组应用 TENS 结合功能训练,另一组仅接受功能训练,2 组分别在治疗前及治疗后 35 d 采用三维步态分析、被动关节活动度(passive range of motion, PROM)、主动关节活动度(active range of motion, AROM)和肌力测试等进行评定,结果发现结合 TENS 治疗能更有效地改善踝关节 PROM 和 AROM,更好地增强肌肉力量。Orlin 等^[24]对 8 例偏瘫型脑瘫患儿进行肌内 FES 治疗后,作了步态分析,发现 8 例患儿步态都有不同程度的改善。Johnston 等^[25]将 17 例有独立步行能力的脑瘫患儿随机分为 2 组,其中一组进行常规手术治疗,另一组接受 FES 和部分手术治疗,治疗 1 年后发现 2 组患儿的 PROM、步态时空参数、站立与步行能力都有明显改善,且 FES 组患儿少做了 4.5 次手术,此结果表明 FES 结合部分手术可获得类似常规手术的疗效,而手术部位及数量较常规矫形手术少。Sommerfelt 等^[26]对 12 例双下肢痉挛型脑瘫患儿的股四头肌、胫前肌进行 TENS 并结合功能训练,所有患儿分别在治疗前、治疗后 12 和 24 个月采用步态分析、肌力测试、PDMS、摄像记录和父母调查问卷等进行评定,结果发现虽然有 11 例患儿父母认为 TENS 有明显疗效,但在肌力和步行功能方面无明显改善。

NMES 在脑瘫治疗中存在的问题

最近,Kerr 等^[27]利用美国脑瘫与发育医学学会(American Academy for Cerebral Palsy and Developmental Medicine, AACPD-M)系统(相当于 Cochrane 系统)^[28],从研究设计方法、样本量、疗效评价方法、疗效等方面全面评价了 NMES 治疗脑瘫患儿,提高其运动能力的效果,发现仅有 6 组符合标准的随机对照研究。因此,从循证医学的角度来看,目前还缺乏足够的证据来支持或反对使用 NMES 治疗脑瘫,要正确地回答此问题还需要更深层次、更长时间的研究,以提供更多的证据。从现有的文献来看,NMES 治疗脑瘫的疗效与病例选择、治疗参数、持续时间有关,但在这方面尚缺乏统一的标准;而且,在 NMES 治疗提高日常生活活动能力,改善生活质量等方面也没有相关报道。

总之,虽然 NMES 在脑瘫儿童治疗中的应用取得了一定成果,应用前景广阔,具有较大的潜力,但在病例选择、适宜的治疗参数、应用时机、持续时间、效果评价等方面还需要更多、更深入的对照研究。

参 考 文 献

- Dubowitz L, Finnie N, Hyde SA, et al. Improvement in muscle performance by chronic electrical stimulation in children with cerebral palsy. *Lancet*, 1988, 1:587-588.
- Bertoti DB, Stanger M, Betz RR, et al. Percutaneous functional electrical stimulation as an intervention choice for children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 1997, 9:123-127.
- Pierce SR, Orlin MN, Lauer RT, et al. Comparison of percutaneous and surface functional electrical stimulation during gait in a child with hemiplegic cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*, 2004, 83:798-805.
- Robison AJ, Snyder ML. Clinical electrophysiology: electrotherapy and electrophysiologic testing. 2nd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins, 1995. 81-120.
- Ito J, Araki A, Tanaka H, et al. Muscle histopathology in spastic cerebral palsy. *Brain Dev*, 1996, 18:299-303.
- Romanm L, Villam C, McIom C, et al. Histological and morphological aspects of muscle in infantile cerebral palsy. *Ital J Orthop Traumatol*, 1989, 15:87-93.
- Pape KE, Kirsch SE, Bugaresti JM. New therapies in spastic cerebral palsy. *Contemp Pediatr*, 1990, 3:6-13.
- Dali C, Hansen FJ, Pedersen SA, et al. Threshold electrical stimulation (TES) in ambulant children with CP: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Dev Med Child Neurol*, 2002, 44:364-369.
- Carmick J. Managing equines in children with cerebral palsy: electrical stimulation to strengthen the triceps surae muscle. *Dev Med Child Neurol*, 1995, 37:965-975.
- Park ES, Park CI, Lee HJ, et al. The effect of electrical stimulation on the trunk control in young children with spastic diplegic cerebral palsy. *J Korean Med Sci*, 2001, 16:347-350.
- Scheker LR, Chesher SP, Ramirez S. Neuromuscular electrical stimulation and dynamic bracing as a treatment for upper-extremity spasticity in children with cerebral palsy. *J Hand Surg*, 1999, 24:226-232.
- 乔志恒, 范维铭. 物理治疗学全书. 北京: 科学技术文献出版社, 2001. 409-410.
- 郭友华, 燕铁斌, Christina WY Hui-Chan. 低频电刺激治疗脑卒中偏瘫患者的临床研究进展. *中华物理医学与康复杂志*, 2005, 26:507-509.
- 李莉, 袁家齐, 张晨逸. 偏瘫患者下肢功能性电刺激和功能强化训练的临观察. *中华物理医学与康复杂志*, 2000, 22:18-19.
- Postans NJ, Granat MH. Effect of functional electrical stimulation, applied during walking, on gait in spastic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47:46-52.
- Carmick J. Comments on a recent study of therapeutic electrical stimulation in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2002, 44:212.
- Van der Linden ML, Hazlewood ME, Aitchison AM, et al. Electrical stimulation of gluteus maximus in children with cerebral palsy: effects on gait characteristics and muscle strength. *Dev Med Child Neurol*, 2003, 45:385-390.
- Carmick J. Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy. Part 2. Upper extremity. *Phys Ther*, 1993, 73:514-522.
- Wright PA, Granat MH. Therapeutic effects of functional electrical stimulation of the upper limb of eight children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2000, 42:724-727.
- Maenpaa H, Jaakkola R, Sandstrom M, et al. Electrostimulation at sensory level improves function of the upper extremities in children with cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*, 2004, 46:84-90.
- Carmick J. Clinical use of neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy. Part 1. Lower extremity. *Phys Ther*, 1993, 73:505-513.
- Hazlewood ME, Brown JK, Rowe PJ, et al. The use of therapeutic electrical stimulation in the treatment of hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 1994, 36:661-673.
- Steinbok P, Reiner A, Kestle JRW. Therapeutic electrical stimulation following selective posterior rhizotomy in children with spastic diplegic cerebral palsy: a randomized clinical trial. *Dev Med Child Neurol*, 1997, 139:515-520.
- Orlin MN, Pierce SR, Stackhouse CL, et al. Immediate effect of percutaneous intramuscular stimulation during gait in children with cerebral palsy: a feasibility study. *Dev Med Child Neurol*, 2005, 47:684-690.
- Johnston TE, Finson RL, McCarthy JJ, et al. Use of functional electrical stimulation to augment traditional orthopaedic surgery in children with

- cerebral palsy. J Pediatr Orthop, 2004, 24: 283-291.
- 26 Sommerfelt K, Markestad T, Berg K, et al. Therapeutic electrical stimulation in cerebral palsy: a randomized, controlled, crossover trial. Dev Med Child Neurol, 2001, 43: 609-613.
- 27 Kerr C, McDowell B, McDonough S. Electrical stimulation in cerebral palsy: a review of effects on strength and motor function. Dev Med Child Neurol, 2004, 46: 205-213.
- 28 Butler C, Darrah J. Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: an AACPD evidence report. Dev Med Child Neurol, 2001, 43: 778-790.

(修回日期: 2006-07-19)

(本文编辑: 吴倩)

· 临床研究 ·

放射联合鼻咽腔内后程热疗治疗鼻咽癌探讨

毛中萍 付真富 陈伟军 马胜林

【摘要】目的 探讨放射治疗联合鼻咽腔内后程热疗治疗鼻咽肿瘤在局部控制率以及近期疗效方面是否存在优越性。**方法** 72 例首次治疗的鼻咽癌患者随机分为治疗组 35 例, 采用 6MV X 线常规放射治疗加第 3 周起鼻咽腔内后程微波加热, 每周 1 次, 每例平均加热 4 次; 对照组 37 例, 采用 6MV X 线单纯常规放射治疗。2 组放射治疗剂量均为 62~74 Gy/31~37 F, 中位剂量 68 Gy/34 F, 2 组一般资料具有可比性。**结果** 治疗组鼻咽肿瘤完全缓解和部分缓解率分别为 82.9% (29 例)、14.3% (5 例); 对照组分别为 59.4% (22 例) ($P < 0.05$) 和 29.8% (11 例) ($P > 0.05$)。咽旁间隙肿瘤 CR 率治疗组和对照组分别为 84.0% (21/25)、64.0% (16/25), 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 降低了鼻咽腔内肿瘤完全消退时的肿瘤剂量; 急性重度黏膜反应 (3~4 级) 发生率治疗组较对照组高, 但差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。**结论** 放射治疗联合鼻咽腔内后程热疗治疗鼻咽癌能被患者所耐受, 能改善局部控制率, 是否能改善咽旁间隙受侵肿瘤的局部控制率有待累积资料。

【关键词】 鼻咽肿瘤; 放射治疗; 腔内热疗

鼻咽癌放射治疗获得了很大发展, 适形调强放射治疗的应用不仅有效地保护了正常组织, 同时也提高了肿瘤局部控制率, 受到了广泛重视。然而适形调强放射治疗费用贵, 技术要求高, 目前尚无法普及该项治疗。虽然远处转移逐步成为鼻咽癌治疗失败的最重要原因^[1], 肿瘤局部未控或复发仍然是鼻咽癌治疗中一个棘手的问题。热生物学和放射生物学知识告诉我们, 两者在治疗原理上具有协同性, 同时治疗费用不贵, 这为指导临床研究热放疗提供了依据。笔者自 2003 年 5 月至 2004 年 8 月采用放射治疗联合后程鼻咽腔内微波加热治疗鼻咽癌, 取得了较好的疗效。

材料与方

一、研究对象与分组

符合入组条件的鼻咽癌患者 72 例, 入组条件: 所有患者均经鼻咽部活检病理证实为角化性或非角化性鳞癌, 按 92 福州标准分期, T_{1~4} N_{0~3} M₀, PS 评分 (performance status) < 2 分 (ECOG 标准), 可预期完成根治性放疗的首治病例。72 例患者采用信封法随机分为治疗组 (放疗 + 鼻咽腔内微波加热) 35 例和对照组 (放疗) 37 例, 2 组的一般资料见表 1 ($P > 0.05$)。

表 1 两组患者一般资料

组别	例数	性别 (例)		年龄 (岁)		T 分期 (例)			
		男	女	范围	平均年龄	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
治疗组	35	21	14	22~72	47	2	7	23	3
对照组	37	23	14	23~72	46	3	8	23	3

作者单位: 312000 绍兴, 浙江省绍兴市第二人民医院放射科 (毛中萍); 浙江省肿瘤医院 (付真富、陈伟军、马胜林)

二、治疗方法

治疗组: 放射治疗采用 6MV X 线常规照射, 鼻咽部 DT62~74 Gy/31~37 F, 中位剂量 68 Gy, 颈部治疗剂量 60~68 Gy/30~34 F, 颈部预防剂量为 50 Gy~56 Gy/25 F~28 F; 鼻咽腔内微波加热每周 1 次, 自放疗的第 3 周开始进行, 每次持续 50 min, 热剂量单位为 T₉₀, 即在全部测温点中有 90% 的温度数据达到预定的数值, 设定 T₉₀ 为 42.5~43℃, 每例共治疗 3~5 次, 平均每例治疗 4 次, 放射治疗在微波加热前、后 1 h 内进行, 采用 WE2102-A 型微波热疗机, 频率 915 MHz。鼻咽腔内微波辐射器的同轴电缆直径 6 mm, 有效辐射长度 50~60 mm, 热敏电阻测量系统在治疗过程中全程实时监控, T₉₀ 根据体模实验数据获得, 该数据每 2 周校正 1 次, T₉₀ 有效治疗深度为 3.0~3.5 cm。

对照组: 仅采用 6MV X 线常规放射治疗, 放疗剂量、方法与治疗组完全相同。

三、疗效标准

治疗结束后 3 个月行纤维鼻咽镜及鼻咽部 CT 检查来评价即期疗效, 按照 WHO 4 级标准: 完全缓解——肿瘤完全消退; 部分缓解——肿瘤退缩 ≥ 50% 且无新病灶出现; 无变化——肿瘤退缩 < 50% 或增大 < 25%; 恶化——肿瘤增大 ≥ 25% 或有新病灶出现。局部控制定义为纤维鼻咽镜及鼻咽部 CT 检查未发现病灶或残存病灶没有增大。急性副反应按照 RTOG 标准进行评价^[2]。病例随访率 100%, 随访时间 12~27 个月, 平均随访时间 18 个月。生存期从放疗首日开始计算。

四、统计学分析

统计分析采用 SPSS 10.0 版统计软件进行 t 检验和 χ^2 检验。