

表面肌电图在脑瘫患儿疗效评估中的应用研究

许晶莉^{1,2}, 范艳萍², 代早荣¹

【摘要】 目的:探讨表面肌电图(sEMG)在学龄期脑瘫患儿疗效评估中的应用价值。方法:对60例痉挛型双瘫型脑瘫患儿进行综合康复治疗。治疗前后分别采用粗大运动功能测试量表(GMFM)和表面肌电仪对患儿进行测试,分析肌电积分值(iEMG)、均方根值(RMS)、平均功率频率(MPF)、中位频率(MF)、平均肌电值(AEMG)。结果:60例患儿治疗前后GMFM量表A、B、C区评分比较差异无统计学意义,治疗3个月后D、E区及总分均较治疗前明显提高($P<0.01$)。60例患儿治疗3个月后功能位腓肠肌、股四头肌iEMG值均较治疗前明显下降($P<0.01$),RMS、AEMG、MF及MPF值治疗前后差异无统计学意义;最大等长收缩(MIVC)状态下腓肠肌、股四头肌iEMG、RMS及AEMG值均较治疗前明显提高($P<0.01$),MF及MPF值治疗前后差异无统计学意义。结论:sEMG能够定量反映肌肉功能的水平,可作为脑瘫患儿疗效评估的电生理学方法。

【关键词】 脑性瘫痪;表面肌电图;时域;频域;康复疗效评估

【中图分类号】 R49;R742.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2013.01.010

Application of surface electromyography in the assessment of rehabilitation effect in children with cerebral palsy XU Jing-li, FAN Yan-ping, DAI Zao-rong. *Guangzhou Rehabilitation and Experimental School, Guangzhou 510630, China*

【Abstract】 Objective: To explore the application value of surface electromyography (sEMG) in the assessment of school-age children with cerebral palsy. Methods: Sixty children with spastic diplegia received comprehensive rehabilitation treatment. All patients were evaluated by gross motor function measure (GMFM) scale and sEMG before and after training. Integrated electromyography (iEMG), root mean square (RMS), mean power frequency (MPF), median frequency (MF) and average EMG (AEMG) were recorded. Results: Three months after the training, the scores of sections A, B and C of GMFM had no statistical change, while the total scores and scores of the sections D and E were increased significantly ($P<0.01$). The iEMG values of quadriceps and gastrocnemius muscles at functional motion were decreased significantly ($P<0.01$), while the values of RMS, AEMG, MF and MPF had not significant changed. iEMG values of quadriceps and gastrocnemius muscles, RMS and AEMG were increased significantly at MIVC ($P<0.01$); the value of MF and MPF had no statistical change. Conclusion: The sEMG measurement can reflect the states of muscle function quantitatively, and the sEMG is feasible to assess the rehabilitation effect in children with cerebral palsy.

【Key words】 cerebral palsy; surface electromyography; time domain; frequency domain; rehabilitation effect assessment

本研究采用表面肌电图(surface electromyography, sEMG)对60例学龄期脑瘫患儿康复治疗前后的粗大运动发育变化进行评估,以探讨sEMG在脑瘫疗效评估中的客观性。报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2010年3月~2010年6月在广州

收稿日期:2012-09-14

作者单位:1. 广州康复实验学校, 广州 510630; 2. 佳木斯大学康复医学院, 黑龙江 佳木斯 154002

作者简介:许晶莉(1977-),女,主治医师,主要从事脑性瘫痪的神经电生理研究。

通讯作者:范艳萍。

市小儿脑性瘫痪研究中心进行康复的痉挛型双瘫型脑瘫患儿60例,均符合第九届全国小儿脑瘫康复学术会议通过的诊断标准^[1]。其中男42例,女18例;年龄6~14岁;平均年龄(11.55±0.21)岁;身高118~165cm,平均(135.92±0.80)cm;体质量18~55kg,平均(36.00±0.74)kg。

1.2 方法 60例脑瘫患儿均采用Bobath法、引导式教育、推拿、针灸、物理因子、辅助器具、音乐、游戏及文体等综合康复治疗^[2-4],每天2h,每周治疗5d,连续治疗3个月。

1.3 评定标准 治疗前后均进行粗大运动功能测试量表和sEMG检测。①粗大运动功能测试(gross mo-

tor function measure, GMFM) 量表评估: 由 1 名康复治疗师进行, 测试采用盲法。GMFM 评估分 5 个能区, 包括 88 项, 分为卧位与翻身(A)、坐位(B)、爬与跪(C)、站立位(D)、行走与跑跳(E) 5 个能区。GMFM 评分结果包括原始分、总分、总百分比、月百分比、月相对百分比。② sEMG 检测: 应用加拿大 Thought Technology 公司产的 FexComp 型表面肌电仪及 Ag/AgCl 表面电极。在防电磁干扰肌电图室内进行, 室温 22~25°C。测试腓肠肌、股四头肌, 受试者四肢局部皮肤经剃除毛发、75%酒精脱脂等处理, 表面电极置于所测肌肉的肌腹部位最隆起处且两电极连线与肌纤维走行方向一致。股四头肌测试取坐位, 受试者端坐在测试椅上, 暴露下肢, 双腿自然分开与肩同宽, 上臂与躯干保持 0°, 前臂与上臂、躯干与大腿、大腿与小腿分别保持 90°, 用宽尼龙带将受试者大腿及躯干固定于坐椅上, 避免测量时大腿离开椅面及躯干前后晃动; 腓肠肌测试取仰卧位, 测试前向受试者介绍测试过程并练习踝关节及膝关节屈伸最大等长收缩(maximum isometric voluntary contraction, MIVC) 运动 2~3 遍, 正式测试前让受试者尽量放松, 以示波器上肌电信号平稳为标准。测试时, 嘱受试者全身放松, 坐于测试椅上, 功能位, 由测试人员被动伸展膝关节至最大限度, 保持 20s, 再被动屈曲膝关节至最大限度, 保持 20s, 重复进行 3 遍, 取平均值; MIVC 状态, 嘱受试者尽快达到最大力伸展膝关节并保持 30s。受试者双侧膝关节同时进行测试, 同步记录受试肌肉的 sEMG 信号, 踝关节的测试方法同上。输入阻抗 >100MΩ, 通道采样频宽为 10~500Hz, 灵敏度为 0.1μV, 肌电信号数据采集频率为 2048 位/s。分析指标: 肌电积分值(integrated electromyography, iEMG)、均方根值(root mean square, RMS)、平均功率频率(mean power frequency, MPF)、中位频率(median frequency, MF)、平均肌电值(average electromyography, AEMG)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 13.0 软件进行统计学处理, 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, t 检验, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

60 例患儿治疗前后 GMFM 量表 A、B、C 区评分比较差异无统计学意义, 治疗 3 个月后 D、E 区及总分均较治疗前明显提高($P < 0.01$)。见表 1。

60 例患儿治疗 3 个月后功能位腓肠肌、股四头肌 iEMG 值均较治疗前明显下降($P < 0.01$), RMS、AEMG、MF 及 MPF 值治疗前后差异无统计学意义; MIVC 状态下腓肠肌、股四头肌 iEMG、RMS 及 AE-

MG 值均较治疗前明显提高($P < 0.01$), MF 及 MPF 值治疗前后差异无统计学意义。见表 2~6。

表 1 60 例患儿治疗前后 GMFM 评分比较 分, $\bar{x} \pm s$

时间	A 区	B 区	C 区
治疗前	45.96±5.18	41.53±5.13	33.41±8.08
治疗后	46.01±5.04	41.46±5.02	33.18±5.67

时间	D 区	E 区	总分
治疗前	30.21±2.93	29.57±3.65	33.73±4.22
治疗后	39.92±2.41 ^a	39.13±3.96 ^a	44.68±4.62 ^a

与治疗前比较, ^a $P < 0.01$

表 2 60 例患儿治疗前后 iEMG 比较 mV/s, $\bar{x} \pm s$

时间	功能位		MIVC	
	腓肠肌	股四头肌	腓肠肌	股四头肌
治疗前	14.80±1.44	13.70±1.38	60.73±5.98	16.11±1.93
治疗后	10.63±1.41 ^a	10.08±0.97 ^a	70.75±5.66 ^a	23.95±3.53 ^a

与治疗前比较, ^a $P < 0.01$

表 3 60 例患儿治疗前后 RMS 值比较 μV, $\bar{x} \pm s$

时间	功能位		MIVC	
	腓肠肌	股四头肌	腓肠肌	股四头肌
治疗前	10.75±1.57	14.34±0.99	51.95±7.70	38.28±3.40
治疗后	12.00±11.34	14.30±1.47	63.33±8.92 ^a	54.30±3.93 ^a

与治疗前比较, ^a $P < 0.01$

表 4 60 例患儿治疗前后 AEMG 值比较 μV/s, $\bar{x} \pm s$

时间	功能位		MIVC	
	腓肠肌	股四头肌	腓肠肌	股四头肌
治疗前	14.93±1.31	19.28±2.25	60.61±9.33	59.46±6.31
治疗后	14.83±1.85	19.48±1.84	63.43±12.60 ^a	74.20±8.39 ^b

与治疗前比较, ^a $P < 0.05$; ^b $P < 0.01$

表 5 60 例患儿治疗前后 MF 值比较 Hz, $\bar{x} \pm s$

时间	功能位		MIVC	
	腓肠肌	股四头肌	腓肠肌	股四头肌
治疗前	122.98±5.50	136.08±8.68	123.58±4.75	155.63±6.28
治疗后	121.96±5.99	136.70±6.76	123.21±8.00	154.41±8.11

表 6 60 例患儿治疗前后 MPF 值比较 Hz, $\bar{x} \pm s$

时间	功能位		MIVC	
	腓肠肌	股四头肌	腓肠肌	股四头肌
治疗前	64.08±5.35	71.58±7.70	59.76±4.14	70.20±5.73
治疗后	64.06±8.07	70.41±6.52	59.56±3.81	70.78±6.30

3 讨论

sEMG 是神经肌肉系统进行随意性和非随意性收缩性活动时的生物电变化经表面电极引导、放大、显示和记录所获得的一维电压时间序列信号^[5]。sEMG 分析主要包括时域分析和频域分析。常用的时域分析指标包括 iEMG、RMS 和 AEMG 等。频域分析指标包括平均 MPF 和 MF。其中 iEMG 是指在一定时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量, 即在时间不变的前提下, 其值的大小在一定程度上反映参加工作的运动单位的数量多少和每个运动单位的放电大小。RMS 用来描述一段时间内肌电的平均变化特征, 指此段时间内所有振幅的均方根值。AEMG 与 RMS 基本

意义相同,是一段时间内振幅的平均值,反映肌肉活动时运动单位激活的数量、参与活动的运动单位类型以及同步化程度,与不同肌肉负荷强度下的中枢控制功能有关。MF是指骨骼肌收缩过程中肌纤维放电频率的中间值,在正常情况下人体不同部位骨骼肌之间的MF值高低差异较大,主要受肌肉组织中的快肌纤维和慢肌纤维的组成比例的影响,即快肌纤维兴奋主要表现为高频放电,慢肌纤维则以低频电位活动为主^[6]。MPF是反映信号频率特征的生物物理指标,其高低与外周运动单位动作电位的传导速度、参与活动的运动单位类型以及同步化程度有关,肌电频谱左移,MPF下降。sEMG信号分析能够在一定程度上反映运动单位募集和同步化等中枢控制因素以及肌肉兴奋传导速度等外周因素的共同作用,由于这些因素与机体上位神经控制功能障碍以及肌肉本身的生理过程存在必然的联系,故可采用sEMG信号分析技术评价相关神经系统疾病患者神经肌肉系统功能状态、诊断和评定疗效^[7-10]。在外界条件得到较好控制的情况下,肌肉活动和中枢控制特征的变化规律在很大程度上能被表面肌电信号活动的变化定量反映,由于这些因素与脑瘫患儿机体高级中枢神经控制功能障碍密切相关,故可采用sEMG信号来评价脑瘫患儿神经肌肉系统的功能状态。通过潜在的肌电信号改变,不仅可以确定脑瘫患儿肌肉功能障碍的严重程度^[11],而且可以观察治疗前后神经肌肉功能的进步情况。目前已有不少学者报道了通过sEMG对于脑瘫各种治疗进行疗效评估。Romkes等^[12]的研究证明了足踝矫形支具显著降低了胫骨前肌的活动,并有效地将足尖步态改善为足跟-足尖步态。sEMG可用于康复治疗效果评估,对某种康复手段,特别是康复运动训练手段,可作为治疗前、后的评估方法^[13]。Py等^[14]报道了54例儿童注射肉毒毒素治疗脑瘫,有效率达51%,6岁以下的效果更佳。认为对于脑瘫行肌力平衡手术后,患儿的肌电图形态得到了改善。将治疗后和治疗前的肌电数据进行比较,评价疗效,进而指导康复治疗,可提高治疗的有效性和针对性。因此,sEMG用于评价脑瘫疗效,有广阔的应用前景。

痉挛型双瘫是最有代表性的脑瘫病型,在脑瘫患儿中占多数,是大脑皮质损害的结果,呈锥体束的体征。临床主要表现为:①运动发育较同龄儿明显落后;②由于牵张反射亢进,肌张力持续增高,甚至痉挛、强直,尤以下肢股四头肌、腓肠肌紧张亢进程度较重;③肌力和运动控制能力降低;④全身受累,下肢较重,下肢支持体重困难。GMFM量表的D、E区体现的是痉挛型脑瘫患儿难以完成的动作,同时也是下肢肌力

及肌张力训练最可能有所改善的动作。本组脑瘫患儿为学龄期儿童,抬头、坐、翻身、爬、跪等粗大运动功能发育已趋完善,因此,康复治疗后,GMFM的A、B、C区评分无显著改变;站立及行走功能显著提高,D、E区及总分显著升高,所以可用GMFM总分及D、E区评分来评价脑瘫患儿的疗效,这与国内外多篇文献报道相一致^[15-18]。

本文结果显示,脑瘫患儿康复治疗前后,sEMG时域分析的3个指标:iEMG、RMS、AEMG差异有统计学意义。iEMG是指一定时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量。研究表明,iEMG可以反映肌张力的变化,iEMG值与肌张力呈正相关。康复治疗后,痉挛型脑瘫患儿在被动活动过程中肌纤维过度收缩状态减低,因此,运动单位放电的总量减少,iEMG显著性降低。RMS是放电有效值,其大小决定于肌电幅值变化。康复治疗前后,在被动活动状态下痉挛型脑瘫患儿肌电幅值变化并不显著,因此,RMS值差异并不显著。AEMG的意义与RMS基本相同。由于各种肌肉负荷形式下肌肉收缩力或输出功率的变化与sEMG信号的振幅间存在着良好的线性关系,而iEMG、RMS、AEMG均可在时间维度上反映sEMG信号振幅的变化特征,因此,sEMG的时域分析参数可间接反映肌肉的力量大小。大量研究发现,不同肌肉在收缩力与sEMG的时域指标之间存在着比较一致的关系,即随着肌肉的收缩力的增加,sEMG信号的振幅是线性递增的^[19-20]。康复治疗后,患儿肌张力降低,关节活动度增加,肌力提高,表现为在被动活动过程中,sEMG信号时域指标iEMG减低,在MIVC状态下,iEMG、RMS、AEMG增加。

本研究中,60例患儿频域指标MPF、MF治疗前后比较差异均无统计学意义。频域指标在频率维度上反映sEMG的变化,主要用于肌肉疾病诊断和肌肉疲劳的检测。由于不能反映sEMG信号的强弱变化及振幅特征,因此,频域指标不能反映肌肉的收缩特性等功能状态和康复效应。

综上所述,我们认为GMFM可评价运动总体水平,整体上从功能的角度反映脑瘫患儿的疗效;sEMG能够定量反映肌肉功能的水平,具体地从神经肌肉组织的角度反映脑瘫患儿的疗效。sEMG时域指标可以用于脑瘫患儿疗效评估。

【参考文献】

- [1] 陈秀洁,李树春. 小儿脑性瘫痪的定义、分型和诊断条件[J]. 中华物理医学与康复杂志,2007,29(5):309-311.
- [2] 史惟,施炳培,廖元贵,等. 运动发育推拿法治疗小儿脑瘫

- [J]. 中国康复, 2004, 19(6): 351-352.
- [3] 黄霞, 黄惠芹. 引导式教育在小儿脑瘫康复中的作用[J]. 中国康复, 2004, 19(6): 353-354.
- [4] 刘蓓, 范晓华. 综合康复治疗脑瘫患儿的临床效果[J]. 中国康复, 2005, 20(4): 224-225.
- [5] 朱小宁, 刘振寰. 对小儿脑性瘫痪运动功能评估量表的评价[J]. 山西医科大学学报, 2000, 31(1): 65-65.
- [6] 潘文平, 范建中. 表面肌电图在康复医学中的一些应用[J]. 中国康复, 2011, 26(1): 59-60.
- [7] 吴文, 黄国志, 刘相江, 等. 表面肌电图用于腰椎间盘突出疗效评定研究[J]. 中华物理医学和康复杂志, 2002, 4(9): 551-553.
- [8] 王健, 金德闻. 康复医学领域的表面肌电应用研究[J]. 中国康复医学杂志, 2006, 21(1): 6-7.
- [9] 王湘, 姚树桥, 王晓晟. 表面肌电图在纤维肌痛综合征诊断及治疗的应用[J]. 中国临床康复, 2002, 6(6): 846-847.
- [10] 张琦, 吴贤发. 表面肌电仪对髌骨疼痛综合征患者膝关节肌电活动的分析[J]. 中国康复理论与实践, 2006, 12(12): 1041-1042.
- [11] 罗盛飞. 慢性腰痛患者椎旁肌的表面肌电图变化[J]. 中国康复, 2006, 21(2): 142-143.
- [12] Romkes J, Hell AK, Brunner R. Changes in muscle activity in children with hemiplegic cerebral palsy while walking with and without ankle-foot orthoses[J]. Gait Posture, 2006, 24(4): 467-474.
- [13] 燕铁斌, 窦祖林, 冉春风. 实用瘫痪康复[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2010, 158-159.
- [14] Py AG, Zein Addeen G, Perrier Y, et al. Evaluation of the effectiveness of botulinum toxin injections in the lower limb muscles of children with cerebral palsy. Preliminary prospective study of the advantages of ultrasound guidance[J]. Ann Phys Rehabil Med, 2009, 52(3): 215-223.
- [15] Patikas D, Wolf SI, Schuster W, et al. Electromyographic patterns in children with cerebral palsy: do they change after surgery[J]. Gait Posture, 2007, 26(3): 362-371.
- [16] 史惟, 陈冬冬. 粗大运动功能测试量表在脑性瘫痪中的应用研究进展[J]. 中华儿科杂志, 2006, 44(7): 550-552.
- [17] 刘鹏, 黄东峰, 江沁, 等. 脑瘫患儿粗大运动功能测量量表的标准化研究[J]. 中国康复医学杂志, 2004, 19(3): 170-173.
- [18] Russell DJ, Avery Im, Rosenbaum PL, et al. Prognosis for gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity[J]. Phys Ther, 2000, 80(8): 873-885.
- [19] Mechanomyographic and electromyographic signals during incrementas cycle regometry[J]. Electromyogr Kinesiol, 2001, 11(4): 299-305.
- [20] Cobum JW, Housh TJ, Cramer JT. Mechanomyographic and electromyographic responses of the vastus medialis muscle during isometric and concentric muscle actions[J]. Strength Cond Res, 2005, 19(2): 412-420.

作者·读者·编者

《中国康复》杂志对一稿多投问题处理的声明

为维护《中国康复》杂志的声誉和广大读者的利益,现将我刊对一稿多投和一稿多用问题的处理声明如下:

1. 本声明中所涉及的文稿均指原始研究的报告或尽管 2 篇文稿在文字的表达和讨论的叙述上可能存在某些不同之处,但这些文稿的主要数据和图表是相同的。所指文稿不包括重要会议的纪要、疾病的诊断标准和防治指南、有关组织达成的共识性文件、新闻报道类文稿及在一种刊物发表过摘要或初步报道而将全文投向另一种期刊的文稿。上述各类文稿如作者要重复投稿,应向有关期刊编辑部做出说明。

2. 如 1 篇文稿已以全文方式在我刊发表,除非文种不同,否则不可再将该文投寄给他刊。

3. 请作者所在单位在来稿介绍信中注明文稿有无一稿多投问题。

4. 凡来稿在接到编辑部回执后满 3 个月未接到退稿,则表明稿件仍在处理中,作者欲投他刊,应事先与我刊编辑部联系并申述理由。

5. 编辑部认为文稿有一稿多投嫌疑时,应认真收集有关资料并仔细核实后再通知作者,同时立即进行退稿处理,在做出处理决定前请作者就此问题做出解释。期刊编辑部与作者双方意见发生分歧时,应由上级主管部门或有关权威机构进行最后仲裁。

6. 一稿多用一经证实,期刊编辑部将择期在杂志中刊出其作者姓名和单位及撤销该论文的通告;对该作者作为第一作者所撰写的一切文稿,2 年内将拒绝其发表;并就此事件向作者所在单位和该领域内的其他科技期刊进行通报。

《中国康复》编辑部