

· 临床研究 ·

表面肌电在脑卒中肘关节痉挛评价中的意义

杨坚 王凯泉 张颖 范利 黄欣 羊健中

【摘要】目的 采用肌电积分值(IEMG)对脑卒中偏瘫患者的肘关节屈肌(肱二头肌)痉挛进行量化评定,并建立与改良 Ashworth 分级相对应的肌电积分值量化区间。**方法** 参照改良 Ashworth 分级标准将 90 例受试者进行分组,其中 0 级 20 例、I 级 16 例、I⁺ 级 16 例、II 级 20 例、III 级 18 例。记录上述受试者在肘关节持续被动屈伸时肱二头肌表面肌电积分值的变化并进行统计分析。**结果** 受试者各 Ashworth 分级所对应的肌电积分值范围如下,Ashworth 分级为 0 级对应 $1.3 \sim 12.1 (6.7 \pm 5.4) \mu V \cdot s$; I 级对应 $4.6 \sim 12.3 (8.5 \pm 3.9) \mu V \cdot s$; I⁺ 级对应 $15.3 \sim 28.4 (21.8 \pm 6.6) \mu V \cdot s$; II 级对应 $37.2 \sim 68.9 (53.1 \pm 15.6) \mu V \cdot s$; III 级对应 $82.3 \sim 144.1 (113.2 \pm 30.9) \mu V \cdot s$ 。除 Ashworth 分级为 0 级与 I 级所对应的 IEMG 范围有重叠,IEMG 均数间差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其它各 Ashworth 分级所对应的 IEMG 范围均无重叠,IEMG 均数间差异均有统计学意义($P < 0.05$)。**结论** 肌电积分值可对除 Ashworth 分级为 I 级以外的脑卒中偏瘫患者肘关节屈肌痉挛进行客观评定及量化分级。

【关键词】 肌电积分值; Ashworth 分级; 脑卒中; 痉挛; 肘关节持续被动屈伸

Integrated EMG of patients with upper limb spasticity after stroke YAN Jian*, WANG Kai-quan, ZHANG Ying, FAN Li, HUANG Xin, YANG Jian-zhong. * Department of Rehabilitation Medicine, Shanghai Xu-hui Central Hospital, Shanghai 200031, China

【Abstract】 Objective To evaluate quantitatively the spasticity of elbow flexor biceps in stroke patients using integrated EMG (IEMG), and to correlate the IEMG with Ashworth scale. **Methods** The IEMG data was recorded from the biceps while passively stretch the elbow joint of a group of 90 subjects, and was correlated with the varying levels of Ashworth category (20 cases with grade 0, 6 cases grade I, 16 cases grade I⁺, 20 cases grade II, and 18 cases grade III). **Results** The IEMG data were positively correlated with simultaneous Ashworth scale categories. The range of IEMG value corresponding to the Ashworth category is as follows: $1.3 \sim 12.1 (6.7 \pm 5.4) \mu V \cdot s$ vs Ashworth grade 0; $4.6 \sim 12.3 (8.5 \pm 3.9) \mu V \cdot s$ vs Ashworth grade I, $15.3 \sim 28.4 (21.8 \pm 6.6) \mu V \cdot s$ vs Ashworth grade I⁺; $37.2 \sim 68.9 (53.1 \pm 15.6) \mu V \cdot s$ vs Ashworth grade II; $82.3 \sim 144.1 (113.2 \pm 30.9) \mu V \cdot s$ vs Ashworth grade III. **Conclusion** The IEMG value can be used to quantify the spasticity of elbow flexor in stroke patients.

【Key words】 IEMG; Ashworth scale; Stroke; Spasticity; Continuous passive elbow flexion

痉挛(spasticity)是肌肉在病理状态下的一种神经生理表现,其量化评定问题一直是康复医学工作中的难点之一,国内、外专家学者都在力求寻找一种有效的量化评定肢体痉挛的理想方法^[1]。目前临床上最常用的痉挛评价方法仍是改良的 Ashworth 量表,该方法简单、易于掌握,但同时也存在无法精确量化、检测结果受主观意识支配等缺点。本研究旨在通过测试脑卒中偏瘫患者痉挛肘关节在持续被动运动(continuous passive motion, CPM)时其肱二头肌肌电积分值(integrated electromyographic, IEMG)的改变情况,探讨采用肌电积分值量化评定痉挛病情的可行性,并尝试建立

与改良 Ashworth 分级相对应的肌电积分值量化区间,以为临床评价与治疗脑卒中患者肘关节屈肌痉挛提供量化、客观依据。现将结果报道如下。

资料与方法

一、研究对象

本研究共选取受试者 90 例,男 47,女 43 人;年龄 $39 \sim 81 (61.10 \pm 22.16)$ 岁;身体质量指数(body mass index, BMI)为 $19.40 \sim 28.08 (23.37 \pm 4.80) \text{ kg/m}^2$;其中正常受试者有 20 例,Ashworth 分级为 0 级,均系医院职工或患者家属,剩下的 70 例均为脑卒中偏瘫伴上肢痉挛患者,病程为 $1 \sim 24 (10.8 \pm 7.3)$ 个月,为 2006 年 4 月至 2006 年 12 月间在上海市徐汇区中心医院康复医学科门诊或住院接受治疗的患者,其中肘关

作者单位:200031 上海,上海市徐汇区中心医院康复医学科(杨坚、张颖、范利、黄欣、羊健中);上海体育学院运动科学系(王凯泉)

节屈肌痉挛 I 级 16 例、I⁺级 16 例、II 级 20 例、III 级 18 例。所有受试者均志愿参加本研究,且有较稳定的精神状态及足够的依从认知能力,其肘关节有足够的运动范围且无挛缩表现,未观察到受试者因肘关节疼痛而影响测试的情况发生。

二、测试仪器与材料

采用美国 Noraxon 公司生产的 MYOSYSTEM 1200 型表面肌电图仪,分析软件为 MyoResearch 2.10 版;等速肌力测试系统为美国产 BIODEx SYSTEM 3 型测试系统,采用德国产 ARBO 一次性电极片。

三、测试方法

所有受试者的测试均在专用测评室内由同一工作人员完成,室温 22 ~ 28℃,测试前先用 Ashworth 量表评定受试者的肘关节屈肌张力,随后嘱受试者取坐位,躯干用专用宽带固定于等速测试训练仪的座椅上,上肢外展 20 ~ 30°并固定于肘关节训练支架上,受试者伸直手臂握住把手,用绷带将手固定于把手上,要求受试者保持舒适、放松体位。进行肌电检测时,暴露受试者上肢待测肌群部位,用专用砂皮及皮肤耦合膏(日本光电工业株式会社 SkinPure 提供)处理皮肤后,将 AgCl 圆盘表面电极(ARBO ECG electrodes)贴于受试者肘屈曲时肱二头肌肌腹最隆起处,两电极间中心距离 2 cm,参考电极则置于肱骨外上髁处。

设定受试者肘关节活动幅度为 5 ~ 125°,该范围能覆盖所有受试者肘关节的活动范围且未超过其最大运动范围,角速度为 120°/s^[2]。于正式测试前预训练 1 min,让受试者熟悉测试过程,随后开启表面肌电图仪,待受试者被检测肱二头肌的肌电信号平稳后启动等速测试仪,同步记录受试者肘关节在持续被动屈伸时其肱二头肌的表面肌电信号,整个测试过程嘱受试者放松、勿主观用力。每位受试者重复检测 3 次,每次间隔 5 min。将采集到的表面肌电图(surface electromyography, sEMG)信号输入计算机,通过 MyoResearch 软件处理分析。肌电图采样频率为 1 000 Hz,原始波形经全波整流(rectification)和平滑(smoothing)处理后,计算并记录肘关节一个完整屈伸过程中肱二头肌的 IEMG 数据。

四、统计学分析

本研究受试者 Ashworth 各分级相对应的肌电积分值以($\bar{x} \pm s$)表示,采用 SAS 6.12 版统计学软件进行分析比较,对两样本均数比较选用 *t* 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

各受试者 Ashworth 分级与相对应的肌电积分值范围如下:0 级对应 1.3 ~ 12.1 (6.7 ± 5.4) $\mu V \cdot s$; I 级

对应 4.6 ~ 12.3 (8.5 ± 3.9) $\mu V \cdot s$; I⁺级对应 15.3 ~ 28.4 (21.8 ± 6.6) $\mu V \cdot s$; II 级对应 37.2 ~ 68.9 (53.1 ± 15.6) $\mu V \cdot s$; III 级对应 82.3 ~ 144.1 (113.2 ± 30.9) $\mu V \cdot s$ 。除 Ashworth 分级为 0 级与 I 级所对应的肌电积分值范围有重叠,差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其它各分级所对应的 IEMG 范围均无重叠,其间差异均具有统计学意义($P < 0.05$),各 Ashworth 分级与其相对应的肌电积分值量化区间详见图 1。

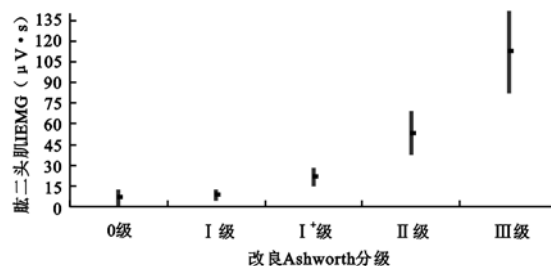


图 1 改良 Ashworth 各分级与相对应的 IEMG 量化区间

讨 论

对脑卒中患者的神经肌肉状态进行客观评价,进而有针对性地进行治疗一直是康复医学重点研究的课题之一^[3]。表面肌电信号是将神经肌肉系统活动时的生物电变化,在皮肤表面加以引导、放大、显示和记录所获得的一维时间序列信号,可用于量化工作肌肉的功能活动、评估肌肉疲劳度、间接评定工作肌肉力量大小等^[4]。表面肌电图信号的处理有全波整流、流线化处理、积分处理、累加平均处理等,它的原始波形是正负变化,全波整流是将双向波形转成单向波形;流线化处理即用数字滤波作平滑处理,使得过滤后的波形更趋于平滑;积分处理是指对全波整流过的波形或流线化处理后的波形求积分值^[5]。表面肌电信号检测具有非损伤性、实时性、多靶点测量等优点,因此表面肌电图可用于客观评价特定肌肉在各种运动状态(包括静态、动态和功能活动状态)下的神经肌肉活动情况^[4]。燕铁斌^[6]与李青青等^[5]分别对表面肌电测试的信度检测后给予了充分肯定。采用 sEMG 信号分析技术来评价脑卒中患者的神经肌肉功能状态,已成为近年来康复医学研究领域的重要途径之一^[3]。

IEMG 是表面肌电图信号分析中的一个常用指标,它可以反映一定时间内骨骼肌的放电总量^[3]。本研究中所测得的 IEMG 是指肘关节在持续被动活动(角速度为 120°/s)时一个完整屈伸过程中肱二头肌的放电总量。

目前国内关于采用表面肌电评定痉挛程度的研究报道较少,杨坚等^[7]通过研究后发现,可以用 IEMG 来评价肌张力高低;Onishi 等^[8]研究显示,用表面电极测

定的 IEMG 与肌张力呈正相关;Skold 等^[9]采用表面肌电检测脊髓损伤导致下肢痉挛患者时发现,约有 80% 的受试者其表面肌电数据与同时测得的 Ashworth 分级呈明显正相关;Sherwood^[10]与 McKay 等^[11]研究发现,在脊髓损伤患者膝关节持续机械被动关节活动中,表面肌电数据在 Ashworth 量表 0 级与 II 级、III 级之间,以及 I 级与 II 级、III 级之间差异均具有统计学意义($P < 0.05$),但表面肌电数据在 0 级与 I 级之间较难区分。

从理论上说,正常人在上肢放松状态下进行肘关节持续被动活动时,其检测到的表面肌电图形应为一条直线(肌电积分值为 0),但在实际测试过程中发现,有相当数量的正常人在放松状态下,其肘关节被动屈伸过程中有微量肌电活动,波形多不规则,其肌电积分值也较小,这可能与受试者的姿势摆放及不自觉的紧张或用力等因素有关。Ashworth 分级为 I 级患者在肘关节被动屈伸时,其肌张力仅有很小增加幅度,肌电信号波形振幅较低,且仅在关节活动度(range of motion, ROM)之末时才呈现张力增加,出现张力的时间很短,而 IEMG = 振幅 × 时间,故 Ashworth I 级受试者的 IEMG 均数范围较小,难以与 Ashworth 0 级受试者的 IEMG 区分开来。

目前国内、外采用表面肌电技术对脑卒中后上肢痉挛程度进行检测的研究较少,文献[12]提到,脑卒中偏瘫患者的上肢损伤程度较下肢严重,其恢复也较下肢困难。齐瑞等^[3]利用表面肌电信号证实了脑卒中偏瘫患者肘关节痉挛以屈肌为主,因此研究脑卒中偏瘫后肘关节屈肌痉挛状况具有重要临床意义。

本研究结果显示,除了 Ashworth 分级为 0 级与 I 级所对应的肌电积分均数间差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其余各 Ashworth 分级所对应的肌电积分均数间差异均有统计学意义($P < 0.05$),与 Sherwood 等^[10]的研究结果一致;但两者不同的是, Sherwood 所研究的试验对象是脊髓损伤导致的双下肢痉挛患者,而本研究对象是脑卒中偏瘫后肘关节屈肌痉挛患者,这也揭示了上运动神经元损伤导致肢体痉挛的特征具有一致性。本研究单独将 I⁺ 级列出来,并证实了 I⁺ 级与 0 级及 I 级所对应的肌电积分均数间差异具有统计学

意义($P < 0.05$),为改良 Ashworth 分级提供了确切依据;同时本研究还初步建立起脑卒中偏瘫后上肢屈肌痉挛患者各个 Ashworth 分级所对应的肌电积分量化区间,但仍需大量研究来进一步验证。

综上所述,本研究结果表明,采用表面肌电图中的肌电积分值可对脑卒中偏瘫患者的上肢屈肌痉挛程度进行量化评定,该方法如在临床推广、应用将有可能为脑卒中偏瘫患者上肢屈肌痉挛的评定及治疗提供更客观、准确的依据。当然,由于本研究的样本数量偏少,故所得出的 IEMG 量化区间的准确程度还有待于今后作更进一步的验证。

参 考 文 献

- [1] 纪树荣,杨今姝. 等速运动测试仪器量化评定痉挛的研究. 中国康复理论与实践,1999,5:75-79.
- [2] 恽晓平,主编. 康复疗法评定学. 北京:华夏出版社,2005:210.
- [3] 齐瑞,严隽陶,房敏,等. 脑卒中偏瘫患者肱二、三头肌表面肌电特征的研究. 中华物理医学与康复杂志,2006,28:399-401.
- [4] 俞晓杰,吴毅,胡永善,等. 膝关节骨关节炎患者膝屈伸肌的表面肌电信号研究. 中华物理医学与康复杂志,2003,25:402-405.
- [5] 李青青,吴宗耀,罗利平. 表面肌电图的信度研究. 中国康复医学杂志,2006,21:224-227.
- [6] 燕铁斌, Hui-Chan CWY. 踝背伸及跖屈肌群的最大等长收缩的信度研究. 中华物理医学与康复杂志,2006,28:212-215.
- [7] 杨坚,张颖. 表面肌电图在神经肌肉病损功能评估中的初步应用. 中国临床康复,2004,8:4580.
- [8] Onishi H, Yagi R, Akasaka K, et al. Relationship between EMG sign and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes. Electromyogr Kinesiol, 2000, 10:59-67.
- [9] Skold C, Harms-Ringdahl K, Hultling C, et al. Simultaneous Ashworth measurements and electromyographic recordings in tetraplegic patients. Arch Phys Med Rehabil, 1998, 79:959-965.
- [10] Sherwood AM, Graves DE, Priebe MM. Altered motor control and spasticity after spinal cord injury: subjective and objective assessment. J Rehabil Res Dev, 2000, 37:41-52.
- [11] McKay WB, Lim HK, Priebe MM, et al. Clinical neurophysiological assessment of residual motor control in post spinal cord injury paralysis. Neurorehabil Neural Repair, 2004, 18:144-153.
- [12] DeLisa JA, 主编. 南登崑,郭正成,主译. 康复医学理论与实践. 西安:世界图书出版西安公司,2004:1052.

(修回日期:2007-04-20)

(本文编辑:易 浩)