

表面肌电在中枢神经系统疾病肌痉挛患者评价中的研究现状

汪菲¹ 何晴¹ 李建华^{2,3}

痉挛性肌张力增高是一种由牵张反射高兴奋性所致的、速度依赖的紧张性牵张反射增强伴腱反射亢进为特征的运动障碍^[1]。表面肌电(surface electromyography, sEMG)信号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及肌肉兴奋传导速度等外周因素的共同作用,可用来评价上运动神经元损伤患者神经肌肉系统功能状态^[2]。目前,表面肌电技术已在临床疾病的筛查、肌肉力量的评定、肌肉疲劳程度的判断方面得到了广泛的应用,在脑卒中、脑瘫、脊髓损伤患者肌痉挛及肉毒毒素疗效评价方面做了大量临床研究。

1 表面肌电概述

表面肌电技术主要是在肌肉表面放置电极片,通过采集肌肉在等张、等速、等长运动时的肌电信号,进而对神经肌肉功能作出定量和定性分析,并推测神经肌肉的病变特性^[3]。sEMG信号主要从人体生物力学特征角度研究肢体肌肉功能,其变化能在一定程度上反映中枢控制因素及肌肉兴奋传导速度的特性^[4]。因此临床上sEMG信号分析技术评价中枢神经系统疾病患者的神经肌肉功能状态得到越来越广泛的应用。目前常用于评估中枢神经系统疾病患者的步态^[5]、吞咽^[6]、平衡^[7]、定量评估肉毒毒素注射疗效等领域^[8]。表面肌电信号较针极肌电图而言虽然分辨率低、缺乏对自发电位的检测,但其具备无创、实时、探测空间相对较大、重复性较好等特点^[9]。其逐渐应用到肌痉挛评价的临床研究中,成为相对客观和定量的指标。

sEMG常用的分析指标分为时域指标和频域指标,前者包括平均肌电值(average EMG, AEMG)、积分肌电值(integrated electromyogram, iEMG)、均方根值(root mean square, RMS),后者包括平均功率频率(mean power frequency, MPF)、中位频率(median frequency, MF),通过各指标来评估肌肉疾病及反映肌肉疲劳程度。中枢神经系统疾病肌张力增高的变化可用sEMG的相关指标表示,目前临床研究最常用的肌电指标为:iEMG, CR, RMS等。

2 表面肌电在脑卒中后肌痉挛中的应用

脑卒中后偏瘫侧肢体功能障碍源于上运动神经元损伤导致的姿势反射机制的紊乱,在脊髓反射不完整的情况下,肌肉痉挛取代了正常的张力^[10],表现为上肢屈肌、下肢伸肌为主的肌张力增高。目前表面肌电技术在脑卒中后肌痉挛研究方面得到越来越多的重视,对脑卒中患者的神经肌肉状态进行客观评价,进而有针对性地开展治疗也是国内外康复医学一直研究的课题。

iEMG可反映单位时间内肌肉中参与活动的运动单位的放电总量。Onishi等^[11]研究证实:肌肉随意静力收缩时,采集的表面肌电信号iEMG与肌力、肌张力在一定程度上呈正相关,因此认为iEMG可很好的反映肌张力障碍的程度。杨坚等^[12]研究通过测试脑卒中后肌痉挛患者的肘关节持续被动运动条件下其肱二头肌iEMG的改变情况,探讨采用iEMG来量化评定痉挛是否可行,并尝试建立与改良Ashworth分级相对应的iEMG数值区间。

维持肢体姿势稳定性的必要条件在于主动肌和拮抗肌之间的协同收缩^[13],其能定量评价患肢肌张力的变化情况^[14]。就正常人而言,协同收缩是一种生理现象^[15],但痉挛性偏瘫患者的患肢出现过度协同收缩现象,源于皮质脊髓束的下行抑制作用减弱,外周反射兴奋性增强,尤其在过度活跃的肌肉的牵张反射更明显^[16]。有学者研究发现脑卒中患者患肢拮抗肌的CR明显大于健侧^[17]。齐瑞等^[18]研究发现脑卒中患者在最大等长收缩状态下,肘屈曲时肱二头肌健侧的iEMG显著大于患侧,肘伸展时肱三头肌健侧iEMG明显大于患侧,肱二头肌患侧iEMG显著大于健侧;肱三头肌患侧CR明显大于健侧。因此,脑卒中偏瘫患者上肢肌痉挛以屈肌为主,指导康复治疗以加强伸肌侧肌力训练及抑制拮抗肌协同收缩为主。

RMS主要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的类型及同步化程度,与中枢神经控制功能有关^[19-20]。近几年Kim^[21]研究证实RMS可作为评估肌张力的有效指标。此外,表面肌电信号采集的RMS值不仅可用于评估肌力、肌张力,而且还可用于肢体运动功能测试及功

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.11.023

1 浙江大学医学院附属邵逸夫医院/浙江中医药大学第二临床医学院,杭州,310053; 2 浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科;

3 通讯作者

作者简介:汪菲,女,硕士研究生; 收稿日期:2015-10-09

能评价^[22]。谢平等^[23]研究脑卒中患者表面肌电信号与痉挛性肌张力关系分析,对10例患者进行MAS评估和肘关节被动正弦曲线运动试验,记录肱二头肌、肱三头肌的表面肌电信号,表明反射肌电阈值可以反映肌张力产生的生理机制并与MAS量表有显著的相关性。徐嘉等^[24]通过对卒中患者患侧下肢肌张力的研究发现,借助表面肌电图定量分析17例卒中患者偏瘫侧下肢股直肌的13种sEMG信号,并与徒手肌力检查等级、AS比较后发现:AS与静息状态下的股直肌的RMS平均值呈正相关,认为卒中患者痉挛的发生与外周肌肉功能存在一定的关联,证实表面肌电图可以定量分析脑卒中患者肌痉挛的程度。Zhu^[25]在应用传统中药结合康复手法治疗于治疗前后分别评估患者的综合痉挛量表(composite spasticity scale, CSS)、Fugl-Meyer评分(Fugl-Meyer assessment, FMA)、改良Barthel指数以及患者肱二头肌、胫前肌、腓肠肌的RMS,经过1个月的治疗,常规康复训练结合中药组的FMA,改良Barthel指数以及患者痉挛肌群的RMS对比对照组的各项指数均有显著改善,表明RMS可作为评估肌肉痉挛的表面肌电指标。但是应用MAS结合sEMG对偏瘫患者下肢肌肉痉挛同步进行评估少有报道,此研究采用临床上最常用的MAS评估来对偏瘫患者下肢肌肉痉挛进行评定,同时应用表面肌电仪测试下肢iEMG、RMS、AEMG,探讨sEMG信号测试偏瘫患者下肢痉挛的可行性,探讨区分偏瘫患者下肢股四头肌内、外侧头、股直肌的痉挛比重,并与国际通用的改良Ashworth量表相对照,进一步将肢体痉挛程度的指标量化,用于指导临床治疗与临床药物剂型、剂量的选择,从而提高患者肢体功能。

3 表面肌电在脑瘫患者肌痉挛中的应用

脑瘫(cerebral palsy, CP)是由于发育未全大脑中上运动神经元损伤所致,是儿童中最常见的神经系统疾病。肌痉挛、肌张力障碍、关节僵硬、挛缩等原因均可导致患儿肌张力增高,肌张力增高的类型之间的区别一直是临床的常见难题,明确增高的原因有助于选择合适的治疗方法。Sanger TD^[26]研究表示借助表面肌电评估能保证评估结果之间的一致性及提升评估者信心。但痉挛的产生不是由于单一机制,而是一些复杂的、相互独立的通路引起^[27]。在痉挛型脑瘫患儿人群中,最常见痉挛的肌肉下肢表现为:腓肠肌、股直肌、内收肌、腰大肌;上肢表现为:肩部外旋肌、肘、腕、指屈肌群、旋前肌群^[28]。许晶莉等^[29]研究认为痉挛型脑瘫患儿由于脑的神经中枢性病变,一方面患侧肱二头肌肌梭传入的神经冲动减少,造成运动单位募集减少,另一方面脊髓前角运动神经元受损致运动单位放电减少。因而证实肱二头肌在被动增长收缩时表面肌电信号提示健侧iEMG、RMS值较患侧高。

4 表面肌电在脊髓损伤患者肌痉挛中的应用

脊髓损伤(spinal cord injury, SCI)是脊柱损伤最严重的并发症,往往导致损伤阶段以下肢体严重的功能障碍。痉挛是SCI患者的常见并发症之一,通常发生在伤后2个月。有学者研究用表面肌电仪来评估痉挛程度,Sköld C等^[30]采用表面肌电评估353例SCI患者下肢痉挛发现,约有80%的受试者其表面肌电测试参数与相应的Ashworth分级呈明显正相关,协同收缩在被动屈、伸活动中存在,SCI患者屈肌肌电活动参数与Ashworth量表的相关性大于伸肌活动。Sherwood^[31]与Mckay等^[32]对SCI患者在膝关节持续机械被动关节活动状态下进行ASS与sEMG评估,讨论AS分级与主动抗阻力、随意运动、被动运动中sEMG的RMS的相关性,结果显示表面肌电值在Ashworth量表的0级与Ⅱ级、Ⅲ级之间,以及Ⅰ级与Ⅱ级、Ⅲ级之间差异均具有显著性意义($P < 0.05$),但表面肌电值在0级与Ⅰ级之间较难区分。

5 表面肌电在肌痉挛患者肉毒毒素注射后的应用

肌痉挛即上运动神经元损伤后,表现为脑干和脊髓反射亢进致使局部被动运动时阻力增大的一种状态。目前A型肉毒毒素(botulinum toxin type A, BTX-A)作为能改善局部肌肉张力的神经毒素药物,已被广泛应用于中枢神经系统疾病患者。国内外临床试验已证实其能显著降低脑卒中患者上下肢肌张力,改善肌痉挛,具有高效、安全、耐受性好的优势^[33]。目前多用sEMG来反映功能障碍肢体神经肌肉活动的整体状态,特别是在主动肌、拮抗肌在运动控制过程中各方面。

临床上用sEMG来评价肉毒毒素缓解肌痉挛疗效报道甚少。有部分国外学者用表面肌电评估肉毒毒素缓解脑卒中后肌痉挛的研究。Cousins E等^[9]指出sEMG能很好地反映脑卒中患者患肢肉毒毒素注射后肌肉痉挛细微的神经生理变化,相对于只能粗略反映患者肢体痉挛水平的改良Ashworth评分具有较高的准确度和灵敏度。Albani G等对10例脑卒中上肢痉挛患者进行肉毒毒素注射治疗,分别给予肱二头肌100U,桡侧腕屈肌和桡侧腕短伸肌各50U,在治疗前、治疗后30天、180天对其进行临床评估和sEMG评估后发现:临床评估其中MAS评分在第1次评估下降,在第2次评估又提高,但较治疗前好转;全球疼痛评分(GPS)在两次评估均有改善;sEMG信号在肉毒毒素治疗30天后主、被动屈、伸均显著下降。MAS评分与研究观察的EMG活动之间缺乏一致性,相对于EMG而言,MAS也许不是评价痉挛的有效指标。Albani G^[34]又指出MAS只用于评价肌肉被动运动,而EMG则直接评价痉挛、量化肌肉活动水平。Cousins E等^[9]研究认为脑卒中后肌痉挛临床评估和神经生理评估存在差异,前者在鉴别痉挛持续存在无效,因此描述治疗后反

应无效。后者能鉴别肌肉活动水平何时下降,但这一下降与MAS评分并非总是一致。MAS评价肌肉被动抵抗,而神经生理评估直接量化肌肉活动水平。

亦有少部分国内学者观察了BTX-A注射治疗痉挛型脑瘫前后的表面肌电信号特征。结果显示,局部注射BTX-A能解除肌痉挛,减轻疼痛,改善异常姿势,矫正肌张力过高所致的功能性畸形。小腿三头肌经BTX-A注射并综合康复治疗3个月后,患儿iEMG值较前明显下降,足背伸角度较前减小^[35]。

6 展望

表面肌电图通过采集单块肌肉或一组肌肉活动时的肌电信号对神经肌肉功能做出定量分析,能客观、定量检测卒中患者肢体功能活动状况,然而其在康复评定方面的应用尚缺乏统一的参考标准^[36]。将sEMG评估与临床评估手段相结合,能够更加准确地分析中枢神经系统疾病患者肌痉挛甚则运动功能障碍的原因,进而优化训练处方,改善康复训练效果。然而,对于sEMG在中枢神经系统疾病肌痉挛的评价中的应用尚未完全开展,一方面由于sEMG在肌痉挛评定的研究还不成熟,缺乏统一的参考评价标准,只能间接量化肌肉收缩力的大小,如何才能更准确地评估肌痉挛以及用哪种指标才最客观仍值得大量的临床研究加以证实。另一方面不排除康复医生还未认识到sEMG在其评价中的客观、量化优势。

另外,肌痉挛也是多发性硬化(multiple sclerosis, MS)等中枢神经系统疾病最常见的并发症之一,是限制患者活动、影响ADL独立的重要因素,是导致患者疼痛、抽搐、关节挛缩、行走困难的主要原因。但关于表面肌电在多发性硬化肌痉挛患者的临床研究还未得到有效的开展。随着中枢神经系统疾病后遗留肌痉挛患者人数的增加,康复医生对sEMG在肌痉挛的评定认识的普及,以及sEMG在评价中可靠标准的成熟,则sEMG有望成为评价中枢神经系统疾病后肌痉挛及肉毒毒素疗效的新方法。

参考文献

- [1] Lance JW, RG Feldman, et al. Spasticity: disordered motor control [M]. Chicago, Medical Books, 1980. 961.
- [2] 王健,金闻德. 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, 1(21): 6—7.
- [3] 穆景颂,倪朝民. 吞咽与吞咽障碍的表面肌电分析[J]. 神经损伤与功能重建, 2009, 5(4): 311—314.
- [4] Suchowersky O, Reich S, Perlmuter J, et al. Practice Parameter: diagnosis and prognosis of new onset Parkinson disease (an evidence-based review): report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology [J]. Neurology, 2006, 66(7): 968—975.
- [5] Rosa MC, Marques A, Demain S, et al. Methodologies to assess muscle co-contraction during gait in people with neurological impairment - a systematic literature review[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2014, 24(2): 179—191.
- [6] Xia W, Zheng C, Lei Q, et al. Treatment of post-stroke dysphagia by vitalstim therapy coupled with conventional swallowing training[J]. J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci, 2011, 31(1): 73—76.
- [7] Wen H, Dou Z, Cheng S, et al. Activity of thigh muscles during static and dynamic stances in stroke patients: a pilot case-control study[J]. Top Stroke Rehabil, 2014, 21(2): 163—172.
- [8] Cousins E, Ward AB, Roffe C, et al. Quantitative measurement of poststroke spasticity and response to treatment with botulinum toxin: a 2-patient case report[J]. Phys Ther, 2009, 89(7): 688—697.
- [9] Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG[J]. J Appl Physiol (1985), 2004, 96(4): 1486—1495.
- [10] Rekand T. Clinical assessment and management of spasticity: a review[J]. Acta Neurol Scand Suppl, 2010, 4(190): 62—66.
- [11] Onishi H, Yagi R, Akasaka K, et al. Relationship between EMG signals and force in human vastus lateralis muscle using multiple bipolar wire electrodes[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2000, 10(1): 59—67.
- [12] 杨坚,王凯泉,张颖,等. 表面肌电在脑卒中肘关节痉挛评价中的意义[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2007, 6(29): 389—391.
- [13] Lee MY, Wong MK, Tang FT, et al. New quantitative and qualitative measures on functional mobility prediction for stroke patients[J]. J Med Eng Technol, 1998, 22(1): 14—24.
- [14] Choi H. Quantitative assessment of co-contraction in cervical musculature[J]. Med Eng Phys, 2003, 25(2): 133—140.
- [15] Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, et al. Antagonist muscle coactivation during isokinetic knee extension[J]. Scand J Med Sci Sports, 2000, 10(2): 58—67.
- [16] Gracies JM. Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity[J]. Muscle Nerve, 2005, 31(5): 552—571.
- [17] 燕铁斌, Hui-Chan WYC. 踝背伸和跖屈肌群的最大等长收缩: 脑卒中急性期患者与同龄健康老人表面肌电图对照研究[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2003, 25(4): 212—215.
- [18] 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[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2006, 6(28): 399—401.
- [19] 穆景颂,倪朝民. 表面肌电在脑卒中康复评定中的应用[J]. 中国康复, 2009, (24): 53—55.

- [20] 郑洁皎,胡佑红,俞卓伟.表面肌电图在神经肌肉功能评定中的应用[J].中国康复理论与实践,2007,13(8):741—742.
- [21] Kim KS, Seo JH, Song CG. Portable measurement system for the objective evaluation of the spasticity of hemiplegic patients based on the tonic stretch reflex threshold[J]. Med Eng Phys, 2011, 33(1):62—69.
- [22] 侯文生,许蓉,郑小林,等.握力大小与前臂肌肉表面肌电活动模式的相关性研究[J].航天医学与医学工程,2007,(20):264—268.
- [23] 谢平,宋妍,苏崇钦,等.脑卒中患者表面肌电信号与痉挛性肌张力关系分析[J].生物医学工程学杂志,2015,4(32):795—801.
- [24] 徐嘉,谢利.表面肌电图对卒中病人患侧下肢肌张力评价的研究[J].中国伤残医学,2012,20(2):1673—6567.
- [25] Zhu W, Zheng G, Gu Y, et al. Clinical efficacy and sEMG analysis of a new traditional Chinese medicine therapy in the treatment of spasticity following apoplectic hemiparalysis[J]. Acta Neurol Belg, 2014, 114(2):125—129.
- [26] Sanger TD. Use of surface electromyography (EMG) in the diagnosis of childhood hypertonia: a pilot study[J]. J Child Neurol, 2008, 23(6):644—648.
- [27] Nielsen JB, Petersen NT, Crone C, et al. Stretch reflex regulation in healthy subjects and patients with spasticity[J]. Neuromodulation, 2005, 8(1):49—57.
- [28] Klingels K, Demeyere I, Jaspers E, et al. Upper limb impairments and their impact on activity measures in children with unilateral cerebral palsy[J]. Eur J Paediatr Neurol, 2012, 16(5):475—484.
- [29] 许晶莉,范艳萍,李林.表面肌电仪对痉挛偏瘫型脑瘫患儿肌张力的分析[J].中国康复理论与实践,2008,4(14):364—365.
- [30] Sköld C, Harms-Ringdahl K, Hultling C, et al. Simultaneous Ashworth measurements and electromyographic recordings in tetraplegic patients[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1998, 79(8):959—965.
- [31] Sherwood AM, Graves DE, Priebe MM. Altered motor control and spasticity after spinal cord injury: subjective and objective assessment[J]. J Rehabil Res Dev, 2000, 37(1): 41—52.
- [32] McKay WB, Lim HK, Priebe MM, et al. Clinical neurophysiological assessment of residual motor control in post-spinal cord injury paralysis[J]. Neurorehabil Neural Repair, 2004, 18(3):144—153.
- [33] Foley N, Murie-Fernandez M, Speechley M, et al. Does the treatment of spastic equinovarus deformity following stroke with botulinum toxin increase gait velocity? A systematic review and meta-analysis[J]. Eur J Neurol, 2010, 17(12):1419—1427.
- [34] Albani G, Cimolin V, Galli M, et al. Use of surface EMG for evaluation of upper limb spasticity during botulinum toxin therapy in stroke patients[J]. Funct Neurol, 2010, 25(2):103—107.
- [35] 周平秋,张惠佳,王跑球,等.A型肉毒毒素治疗痉挛型双瘫患儿疗效的表面肌电分析[J].中国康复理论与实践,2011,8(17): 761—763.
- [36] 夏清,袁海,王修敏,等.表面肌电在脑卒中患者肢体功能障碍评价中的意义[J].中国康复医学杂志,2013,11(28):1046—10.

· 综述 ·

非特异性下背痛保守疗法的指南回顾*

王 宽^{1,2} 王辉昊^{1,2} 梁飞凡^{11,2} 陈威烨^{1,2} 詹红生^{1,2,3}

下背痛(low back pain)定义为背部肋下缘以下、臀褶以上的疼痛或不适,伴或不伴腿痛。多数人在一生中的某一段时间会经历背部疼痛,而文献报道最高可达84%成年人曾经历过下背痛^[1-2]。临床上一般将下背痛分为特异性下背痛(包

括特异性脊柱病变以及根性下背痛)和非特异性下背痛^[3]。非特异性下背痛(non-specific low back pain)定义为一种无法将其归因于某种特异病理因素(如感染、肿瘤、骨质疏松、骨折、结构变形、炎症、神经根综合征或马尾综合征的下背痛

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.11.024

*基金项目:上海市科委重点项目(12411951400);上海市中医药事业发展三年行动计划中西医结合临床重大项目(ZY3-LCPT-2-1005);上海申康医院发展中心新兴前沿技术项目(SHDC12014121)

1 上海中医药大学附属曙光医院石氏伤科医学中心,上海市中医药研究院骨伤科研究所,上海,201203; 2 上海中医药大学附属曙光医院; 3 通讯作者

作者简介:王宽,男,博士研究生; 收稿日期:2015-01-24