

·临床研究·

先天性马蹄内翻足表面肌电信号研究*

杨晓颜¹ 杜青^{1,2,6} 赵黎³ 陈佩杰² 励建安⁴ 周璇¹
梅钊⁵ 李海³ 潘晨辉¹ 陆体江¹ 张树新¹ 陈楠¹

摘要

目的:探讨表面肌电(sEMG)检测技术在先天性马蹄内翻足患儿中的临床应用。

方法:采用十通道生物机能实验系统采集32例单侧先天性马蹄内翻足患儿的下肢表面肌电信号。患儿取仰卧位,在自然放松位、踝被动背伸至中立位、踝被动跖屈45度时检测双侧股直肌、胫前肌、腓肠肌的表面肌电信号,经信号处理得到股直肌、胫前肌、腓肠肌的平均均方根(RMS)值,并分析健侧与患侧相关肌肉平均RMS值的差异。

结果:患侧的小腿肌肉受累,健侧与患侧胫前肌、腓肠肌在背伸位、跖屈位平均RMS值差异有统计学意义($P < 0.05$),且患侧胫前肌、腓肠肌肌电信号均较健侧低。

结论:先天性马蹄内翻足患儿存在神经、肌肉功能异常,表面肌电图检测可以无创地了解患儿的神经及肌肉功能。

关键词 先天性马蹄内翻足;表面肌电;均方根值

中图分类号:R493 **文献标识码:**B **文章编号:**1001-1242(2012)-08-0744-03

先天性马蹄内翻足(congenital clubfoot, CCF)是常见的、需要特别治疗的先天性畸形,主要由足内翻、踝跖屈、前足内收3种畸形组成。研究发现先天性马蹄内翻足的病因及发病机制,与遗传、宫内发育阻滞、神经肌肉病变、骨骼发育异常、血管异常、软组织挛缩等的发生有关^[1]。其中神经肌肉病变是近年来的研究热点。

表面肌电(surface electromyography, sEMG)信号是通过置于皮肤表面的电极引导记录下来的神经肌肉活动时的一维时间序列生物电信号,因其无创、可以动态描记肌肉在不同状态下的电生理活动而备受关注,被广泛用于临床诊断、康复工程、体育科学研究等领域。

本研究旨在运用表面肌电描记技术,评价先天性马蹄内翻足患儿神经、肌肉功能,为进一步明确其病因,确定病变部位提供参考,从而指导临床治疗和评估预后。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2009年4月—2010年12月在上海交通大学医学院附属新华医院接受潘塞缇治疗的单侧先天性马蹄内翻足32例,其中男25例,女7例,年龄48d—13个月,平均 (5.53 ± 3.68) 个月。左侧病变12例,右侧病变20例。入选标准:①

符合先天性马蹄内翻足的诊断标准^[2];②单侧病变;③未接受过潘塞缇治疗。排除标准:①伴有其他畸形,②已知病因或作为综合征一部分的马蹄内翻足,如脑瘫、脊髓脊膜膨出等。

1.2 检查方法

采用加拿大Thought Technology公司生产的十通道生物机能实验系统采集肌电信号,测定患儿双侧股直肌、胫前肌、腓肠肌表面肌电信号,使用BioGraph Infiniti软件对采集图像进行分析。

电极采用一次性Triodes干电极,电极片呈圆形,直径约5.6cm,有阳极、阴极和地电极3个头,电极直径0.5cm,各电极中心间的距离约2.0cm,使用阳极和阴极采集信号,地电极作为参考点。测试房间室温保持在25℃左右,保持测试环境干燥、无噪声,在患儿安静、清醒状态下,充分暴露双下肢。选择所测肌肉的最隆起部位,先用酒精棉球清洁皮肤,去除皮肤表面油脂,将一次性Triodes干电极中阳极、阴极沿肌肉纤维走向粘贴、固定,以保证电极与皮肤接触良好,将运动噪音降至最低。

表面电极放置好后,患儿取仰卧位,在其视线正上方50cm处以玩具逗引,预测肌电信号,检查噪音比符合要求。让患儿自然放松,当电脑中测试界面同步显示的sEMG出现非干扰活动信号时,开始采集双侧股直肌、胫前肌、腓肠肌的

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.08.013

*基金项目:上海市科委资助项目(11DZ192130A)

1 上海交通大学医学院附属新华医院康复医学科,上海,200092; 2 上海体育学院 运动科学学院; 3 上海交通大学医学院附属新华医院 儿骨科; 4 南京医科大学第一附属医院康复医学科; 5 上海市残疾人康复职业培训中心; 6 通讯作者

作者简介:杨晓颜,女,硕士,住院医师;收稿日期:2011-09-02

肌电信号。肌电信号采集方式为连续记录,时间为30s。同法记录仰卧位患儿踝被动背伸至中立位、踝被动跖屈45°时的双下肢测试肌肉的肌电信号。用光纤将原始信号传输至电脑并储存。重复上述测量,连续3次。所有患儿肌电信号均由同一医师进行检测。

1.3 统计学分析

用仪器自带的信号处理软件BioGraph Infiniti进行信号分析,对采集的表面肌电信号的均方根值(root mean square,RMS)进行分析处理。在各体位下选取患儿相对安静状态时的连续5s肌电信号,运行软件得到平均RMS值。然后取三次测量的平均值进行统计学分析。

采用SPSS 11.5统计软件分别对放松位、背伸位、跖屈位

三种不同体位下各对应肌肉的健侧与患侧平均RMS值进行统计学分析,比较健侧与患侧相对应肌肉平均RMS值有无差异。利用SPSS11.5统计软件对数据结果进行分析,各组数据均符合正态分布,各组数据结果以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较应用 t 检验, $P<0.05$ 为差异有显著性意义。

2 结果

单侧先天性马蹄内翻足患儿健侧与患侧下肢分别在放松位、背伸位、跖屈位下,各研究肌肉平均RMS值差异的统计分析结果见表1。经统计学分析,健侧与患侧胫前肌、腓肠肌在背伸位、跖屈位平均RMS值差异有显著性意义($P<0.05$),这些肌肉的健侧平均RMS值均大于患侧。

表1 先天性马蹄内翻足患儿健侧与患侧各肌肉平均RMS值统计分析结果

($\bar{x}\pm s,\mu V$)

侧别	放松位			背伸位			跖屈位		
	股直肌	胫前肌	腓肠肌	股直肌	胫前肌 ^①	腓肠肌 ^①	股直肌	胫前肌 ^①	腓肠肌 ^①
健侧	4.55 $\pm$ 2.34	9.71 $\pm$ 5.13	7.00 $\pm$ 4.19	8.19 $\pm$ 4.86	12.25 $\pm$ 6.95	17.13 $\pm$ 8.92	11.81 $\pm$ 6.33	28.78 $\pm$ 15.40	19.37 $\pm$ 7.52
患侧	4.52 $\pm$ 2.41	9.69 $\pm$ 4.08	6.23 $\pm$ 3.51	7.55 $\pm$ 4.41	10.27 $\pm$ 0.98	11.42 $\pm$ 5.94	11.11 $\pm$ 5.54	16.96 $\pm$ 7.80	13.95 $\pm$ 6.55

①健侧与患侧平均RMS值差异有显著性意义, $P<0.05$ 。

3 讨论

先天性马蹄内翻足病因不明,多数学者认为CCF的致病因素与神经肌肉异常密切相关。现已发现先天性马蹄内翻足患儿的周围神经、运动终板、肌肉形态以及脊髓诱发电位都有异常^[3-4]。临床检查主要根据肌力、肌张力、腱反射等神经系统检查判断患儿有无神经肌肉病变。由于婴幼儿不能很好地配合检查,因此,其判断缺乏客观、量化的指标。而肌电图检查是判断神经肌肉病变的良好的客观检查之一,可以较好地反映患儿神经肌肉的功能状态。但因其具有一定的有创性,故临床应用受到一定的限制。表面肌电图是近年来备受关注的无创的神经肌肉功能的检测方法,可以较客观的反应所测肌肉的功能,被广泛用于临床^[5-6]。

表面肌电信号主要来自大脑皮质的运动区,是外周肌肉众多运动单位生物电活动在时间和空间上的总和^[7-8],能够定量反映肌肉活动的局部疲劳程度、肌力水平、肌肉激活模式、运动单位兴奋传导速度、肌肉活动和中枢控制特征的变化规律。RMS是表面肌电信号的时域值之一。从绝大多数研究报道结果来看,RMS值是反映放电的有效值,其大小决定于肌电幅值的变化,一般认为与运动单位募集和兴奋节律的同步化有关^[9-11];在一定程度上反映肌力的大小^[12]。

本研究采用表面肌电描记技术,记录单侧先天性马蹄内翻足患儿在不同体位时下肢相关肌肉的表面肌电信号RMS值,因本研究对象为婴幼儿,主动配合性较差,因此,本研究在数据测量时均重复操作3次,取均值来进行统计分析,以减少测量误差。此外,因患儿主动收缩配合性差,不能完成口令动作,但对于固定的体位患儿会有对抗,如踝背伸至中

立位下,患儿会有对抗收缩,产生踝跖屈动作,因此,实际测量背伸位下患儿的肌电信号为腓肠肌主动收缩信号;同理,踝跖屈45°位时测得的是患儿胫前肌主动收缩信号。为了减少测量误差,我们选择由同一医师完成所有检测,操作中尽量减少对患儿皮肤的刺激,并以相似的速度进行被动活动。而最终统计结果显示,在以上两个体位下,患儿胫前肌、腓肠肌的健侧与患侧肌电信号差异均有显著性($P<0.05$),且健侧胫前肌、腓肠肌的平均RMS值分别较患侧大,可见患侧下肢肌肉收缩能力下降。这可能与先天性马蹄内翻足神经肌肉异常有关。刘卫勇等^[13]发现单侧CCF组患儿患侧小腿比目鱼肌、胫骨后肌、腓肠肌内侧头、腓肠肌外侧头4块肌肉厚度的超声测值小于对照组。Maffulli等^[14]通过对一组9—24个月龄的单侧先天性马蹄内翻足患者小腿三头肌组织化学的研究发现,除了I型肌纤维的比率增高外,更有意义的是其纤维结缔组织含量增加,而毛细血管的平均密度及毛细血管与纤维组织的比率降低,说明肌肉本身存在变性。而纤维结缔组织中细胞成分少,细胞间质量多,主要由胶原和基质中的多糖构成,其含量、类型和比例决定着组织的力学性能,纤维结缔组织的增加会影响患侧的肌肉收缩功能。以上文献结论与本研究结果一致。

但国内外对先天性马蹄内翻足患儿神经肌电图研究结论不一,Bill等^[15]报道先天性马蹄内翻足患儿神经肌电图无明显异常。Feldbrin等^[16]报道52例中63%存在下肢神经传导异常。徐新智等^[17]也报道先天性马蹄内翻足患儿患足电生理存在异常。胡南等^[18]研究发现先天性马蹄内翻足患儿神经电图异常率61.2%,受累神经主要为腓总神经,神经传导

异常以轴突病变为主要表现。本研究表面肌电图检测结果也显示以患侧的小腿肌肉受累为主,患侧胫前肌、腓肠肌肌电信号均较健侧低。

张成普等^[19]将所取的先天性马蹄内翻足患足胫前肌、腓骨肌和腓肠肌标本用电镜观察超微结构发现均有异常改变,肌纤维类型及比例也发生改变,表现为Ⅰ型肌纤维(红肌纤维)比例增高,以胫前肌、腓肠肌中红肌纤维增多为显著。Gray^[20]研究也发现,马蹄足小腿肌肉Ⅰ型与Ⅱ型肌纤维比例失常为1:1(正常为1:2),并出现同型肌纤维聚集现象。Ⅰ型肌纤维是慢收缩高张力纤维,对维持姿势起重要作用,肌纤维类型及比例的失调是造成肌肉肌力不平衡,导致畸形发生的原因之一。本研究中也发现患侧胫前肌、腓肠肌RMS值较健侧低,考虑可能与其小腿肌肉的肌纤维类型及比例改变有关。余洪俊等^[21]对正常人诱发急性下腰痛前后等长收缩状态下的sEMG进行研究。结果发现诱发急性下腰痛后,等长收缩运动开始后30s内平均功率频率(mean power frequency, MPF)值均增高,MPF斜率无明显变化。L5/S1水平竖棘肌和臀大肌RMS值下降。认为急性下腰痛患者在等长收缩运动早期竖棘肌和臀大肌MPF斜率值较正常时上升,而RMS下降,可能与Ⅰ型纤维的募集增加有关。虽然目前也有一些研究反映表面肌电图对肌纤维的类型判断有帮助,但目前仅通过本研究,暂时不能从研究结果对先天性马蹄内翻足的肌纤维类型进行很好的判断,这有待进一步的深入研究。

从本组研究看,单侧先天性马蹄内翻足患儿健侧与患侧胫前肌、腓肠肌平均RMS值差异有显著性意义,可以为先天性马蹄内翻足神经肌肉病变学说提供一定的参考,而其病因有待进一步研究。此外,由于婴幼儿配合程度差,肌肉收缩程度可能因操作者手法的差异如速度、对皮肤的刺激以及婴儿本身状态等因素影响而出现较大变异,目前临床上仍缺乏标准化的无创检测方法。表面肌电图可以无创的,较客观的反应神经、肌肉功能及相关异常,因此,对先天性马蹄内翻足患儿进行表面肌电图检测有助于了解患儿神经及肌肉功能,有助于临床选择更合理的治疗方法,并有利于判断其预后。但如何将这一检测方法作为标准化检测手段在临床上推广应用将有待进一步的临床研究与探索。

参考文献

- [1] 张敏刚,王恒冰,王继孟.先天性马蹄内翻足病因学研究进展[J]. 中华小儿外科杂志,2005,26(2):103.
- [2] 刘贵麟主编,中华医学会编著.临床诊疗指南-小儿外科学分册

[M].第1版.北京:人民卫生出版社,2005.102.

- [3] 杜世新,吉士俊,孙开来,等.类先天性马蹄内翻足动物模型的建立及病理演变研究[J].中华小儿外科杂志,2003,24(2):158.
- [4] 杜世新,高宗伯.先天性马蹄内翻足的病因及治疗研究进展[J].中国矫形外科杂志,2002,10(11):1113.
- [5] 许晶莉,李林,范艳萍.痉挛双瘫型脑瘫儿童表面肌电特征的研究[J].中国伤残医学,2009,17(6):32.
- [6] 穆景颂,倪朝民,夏清,等.表面肌电在腰椎间盘突出症患者功能评定中的应用[J].中国康复理论与实践,2010,16(3):266.
- [7] 王健,刘家海.肌电疲劳的表面肌电信号特征研究与展望[J].中国体育科技,2003,39(2):4.
- [8] Duchon E J, Hogrel J Y. A model of EMG generation[J]. IEEE Trans Biomed Eng,2000,47(2):192.
- [9] 刘波,张世明,马建,等.中医外治法对连续离心收缩训练兔骨骼肌生物力学特性的影响[J].中国运动医学杂志,2000,19(4):373.
- [10] 姜文凯,秦学林,汤强.Wingate 试验初始负荷比较分析[J].中国临床康复,2003,7(12):1850.
- [11] Hof AL.An explicit expression for the moment in multibody systems[J]. J Biomech, 1992,25(10):1209.
- [12] Brody LR, Pollock MT, Roy SH, et al. PH induced effects on median frequency and conduction velocity of the myoelectric signal[J]. J Appl Physiol,1991,71(5):1878.
- [13] 刘卫勇,陈亚青,赵黎,等.小儿先天性马蹄内翻足小腿肌肉超声改变[J].中华医学超声杂志,2010,7(6):6.
- [14] Maffulli N, Capasso G, Testa V, et al. Histochemistry of the triceps surae muscle in idiopathic congenital clubfoot[J]. Foot Ankle,1992,13(2):80.
- [15] Bill PL, Versfeld GA. Congenital clubfoot: an electromyographic study[J]. J Pediatr Orthop, 1982, 2(2) : 139.
- [16] Feldbrin Z, Gilai AN, Ezra E, et al. Muscle imbalance in the aetiology of idiopathic club foot. An electromyographic study[J]. J Bone Joint Surg Br,1995,77(4):596.
- [17] 徐新智,赵黎,黄耀添,等.先天性马蹄内翻足的电生理研究[J].中华小儿外科杂志,2003,24(4):351.
- [18] 胡南,罗元芝,梅海波,等.先天性马蹄内翻足患儿的神经肌电图分析[J].中国当代儿科杂志,2008,10(2):243.
- [19] 张成普,吉士俊.先天性马蹄内翻足小腿肌肉组化分型及电镜观察[J].中华小儿外科杂志,1993,14(1):33.
- [20] Gray DH, Katz JM. A histochemical study of muscle in club-foot[J].J Bone Joint Surg Br, 1981,63—B(3):417.
- [21] 余洪俊,吴宗耀,刘宏亮.急性下腰痛者竖脊肌和臀大肌功能变化的研究[J].中国康复医学杂志,2003,18(6):342.