

· 临床研究 ·

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

燕铁斌 Hui-Chan WYC

【摘要】 目的 比较健康老人与脑卒中急性期患者的踝背伸和踝跖屈肌群的收缩功能,为脑卒中急性期康复提供客观依据。**方法** 2组对象参加研究,对照组为11位健康老人,年龄 62.3 ± 5.7 岁;脑卒中组为12位初发患者,年龄 66.6 ± 8.3 岁。测试时下肢固定在支架上,压力传感器放在足底,肌电图的表面电极放在胫骨前肌和腓肠肌的体表上,记录踝背伸或踝跖屈时最大等长收缩、胫骨前肌和腓肠肌的肌电活动,并计算力矩和积分肌电图的变化。**结果** 健康老人左、右侧踝背伸和踝跖屈肌群收缩各参数之间的差异无显著性,脑卒中组患侧与健侧比较差异有显著性($P < 0.05$);协方差分析(年龄作为协变量)发现,脑卒中组的患侧与对照组比较,踝背伸和踝跖屈力矩、积分肌电图以及协同收缩率的差异有高度显著性($P < 0.01$),脑卒中组健侧与对照组的踝背伸协同收缩率差异有显著性($P < 0.05$)。**结论** 脑卒中急性期患者踝背伸和踝跖屈肌群收缩功能明显降低,增强这些肌群的收缩功能,特别是增强主动肌的收缩,抑制拮抗肌的协同收缩应作为脑卒中急性期康复的目标。

【关键词】 最大等长收缩; 表面肌电图; 脑卒中

Maximum isometric voluntary contraction of ankle dorsiflexors and plantarflexors: comparison of surface electromyography between patients at the acute stage after stroke and age-matched healthy elderly YAN Tie-bin^{**}, HUI-CHAN WYC^{*}. ^{*} Department of Rehabilitation Sciences, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong; ^{**} Department of Rehabilitation Medicine, The Second Affiliated Hospital, Sun Yet-sun University, Guangzhou 510120, China

【Abstract】 Objective To compare muscle function of the ankle dorsiflexors and plantarflexors between stroke patients at the acute stage and age-matched healthy elderly, in an attempt to gain insight for an early rehabilitation program after stroke. **Methods** Two groups of volunteers participated in the study. One group was 11 healthy elderly aged 62.3 ± 5.7 years and the other was 12 patients with first ever stroke aged 66.6 ± 8.3 years. During measurement, the leg being tested was positioned on a specially designed frame, with a load cell (force sensor) attached to the ball of the foot. Surface electrodes were applied on the skin of both anterior tibialis and gastrocnemius muscles for electromyography (EMG). Torque and integrated EMG during maximum isometric voluntary contraction (MIVC) of the ankle dorsiflexors and plantarflexors were recorded and analyzed. **Results** There were no significant differences in the MIVC of either ankle dorsiflexion or plantarflexion between the left and right sides of the healthy elderly. However, significant reduction in the ankle dorsiflexion and plantarflexion torques were found in the affected side of stroke patients ($P < 0.05$). Analysis of covariance (with age) revealed significant differences between the affected side of stroke patients and the healthy elderly in the MIVC torque generated by ankle dorsiflexion and plantarflexion, integrated EMG of the tibialis torque generated by ankle dorsiflexion and plantarflexion integrated EMG of the tibialis anterior, as well as EMG co-contraction ratio ($P < 0.01$) during ankle dorsiflexion and plantarflexion. Significant difference was also found between the unaffected side of stroke patients and the healthy elderly in EMG co-contraction ratio of the ankle dorsiflexion ($P < 0.05$). **Conclusion** Function of the ankle dorsiflexors and plantarflexors in the stroke patients was greatly impaired at the acute stage after stroke. Rehabilitation program should aim to enhance ankle muscle function during the acute stage of stroke, by facilitating agonist contraction and decreasing antagonist co-contraction.

【Key words】 Maximum isometric voluntary contraction; Surface electromyography; Stroke

基金项目:香港理工大学重点学科基金(No. A106, WYCHC), 香港理工大学博士基金(No. G-V640, TY)

作者单位:香港理工大学康复科学系(Hui-Chan CWY, 燕铁斌);
510120 中山大学附属第二医院(燕铁斌现工作单位)

肌肉无力或瘫痪是脑卒中患者的主要临床表现之一,也是康复治疗的主要目标^[1]。最大等长收缩(maximum isometric voluntary contraction, MIVC)被认为是定量评定肌肉功能的可靠指标^[2,3],目前在国外不仅广泛应用于健康人群,也越来越多地用于评定脑卒中患者^[4,5]。但国内有关健康人及脑卒中患者最大等长收缩的研究至今未见报告,本研究通过比较健康老人和同年龄组脑卒中早期患者下肢踝关节的最大等长收缩,为脑卒中的早期康复提供客观依据。

对象与方法

一、对象

2 组志愿对象参加了研究。一组为 11 位健康老人(健康老人组),其中男 4 例,女 7 例;年龄(62.3 ± 5.7)岁;没有心脏、神经、骨骼系统疾患,参加研究前 3 个月内没有下肢损伤。另一组为 12 位初发脑卒中患者(脑卒中组),其中男 5 例,女 7 例;年龄(66.6 ± 8.3)岁;脑出血 3 例,脑梗死 9 例,左侧偏瘫 8 例,右侧偏瘫 4 例;没有明显的认知障碍,简易记忆测试(Abbreviated Memory Test, AMT)在 7 分以上^[6],参加研究时均不能独自行走;距发病 1.3 ± 0.4 周。

二、方法

根据踝背伸/踝跖屈肌群的工作原理,采用自行设计的测力架。测试时被测对象仰卧位,被测下肢固定在测力架上,固定膝关节于屈曲 50° ,踝关节中立位,压力传感器放在足底。条形肌电图体表电极(B & L Engineering[®])分别放在胫骨前肌和腓肠肌上(具体放置位置见参考文献 7,8)。所采用肌电图的前置放大,增益 388,输入阻抗 $> 100 \text{ M}\Omega$,共模抑制比(CMRR) $> 95 \text{ dB}$,带宽 $12 \text{ Hz} \sim 3.4 \text{ kHz}$ 。肌电信号数据采集频率 $1\,000 \text{ Hz}$,通过 12 bit 模数转换器(A/D)将原始数据储存在电子计算机中,用美国 National Instrument 公司的分析软件 LabView[®](版本 5.1)编写专用程序,通过 DAQCARD 1 200 进行人机对话。

测试前给予 3~5 min 的训练,以帮助被测试对象熟悉测试过程。正式测试前要求被测试对象尽可能放松,以示波器上没有肌电信号为标准。测试时嘱患者用最大的力背伸或跖屈踝关节(最大等长收缩)3~5 s,每次记录 10 s,前、后 2~3 s 的记录作为基础对照,每次每侧肢体测试 3 次,取其最大值分析。健康老

人测试时左、右侧测试顺序不固定,脑卒中患者每次先测健侧,再测患侧。测试同时记录踝关节在跖屈或背伸时的最大等长收缩力矩、胫骨前肌和腓肠肌收缩的肌电信号。分析内容包括踝关节在跖屈或背伸时的最大等长收缩力矩、胫骨前肌和腓肠肌的积分肌电图(integrated EMG),并计算在踝背伸或踝跖屈时的 EMG 协同收缩率(EMG co-contraction ratio)。协同收缩率计算公式如下^[4]:

$$\text{协同收缩率}(\%) = \frac{\text{拮抗肌收缩的积分肌电图面积}}{\text{主动肌的积分肌电图面积} + \text{拮抗肌的积分肌电图面积}} \times 100\%$$

三、统计学处理

数据采用 SPSS10.0 分析。两组一般资料先作可比性分析,包括年龄、身高、体重、体质指数(body mass index, BMI),组内(左、右侧自身对比)资料采用独立样本 t 检验。如果两组一般资料差异有显著性,则组间资料再作协方差分析,健康老人左、右侧的资料取其均值分别与脑卒中患者的患侧或健侧资料比较。设定显著性水平为 $P < 0.05$ (双尾检验)。

结 果

两组除了年龄差异有显著性($P < 0.05$),身高、体重、体质指数差异均无显著性(表 1)。

健康老人组左、右侧和脑卒中组患侧与健侧踝背伸/踝跖屈肌群最大等长收缩力矩、踝背伸时胫骨前肌和踝跖屈时腓肠肌的积分肌电图以及胫骨前肌和腓肠肌在踝背伸和踝跖屈时的协同收缩率之间的比较结果见表 2。

经 t 检验发现,健康老人组两侧踝关节的最大等长收缩力矩、胫骨前肌和腓肠肌的积分肌电图以及协同收缩率的差异无显著性,而脑卒中组患侧与健侧比较差异有显著性($P < 0.05$)。由于 2 组年龄之间的差异有显著性,因此,将年龄作为协变量进行协方差分析(表 2)。脑卒中组的健侧与健康老人组左、右侧(取其均值)相比,虽然大多数指标的差异无显著性,但协同收缩率在踝背伸和跖屈时均有较大的差异,其中踝背伸的协同收缩率差异显著($P < 0.05$)。脑卒中组的患侧与健康老人组比较,踝背伸和踝跖屈肌群的力矩、积分肌电图(除了踝背伸时腓肠肌的肌电图)以及协同收缩率的差异有高度显著性($P < 0.01$)。

表 1 两组一般资料比较

组 别	例数(n)	性别(男/女)	年龄(岁)*	体重(kg)	身高(m)	BMI (kg/m^2)
健康老人组	11	4/7	62.3 ± 5.7	56.8 ± 8.6	1.55 ± 0.1	23.7 ± 4.0
脑卒中组	12	5/7	66.6 ± 8.3	57.3 ± 8.8	1.54 ± 0.1	23.2 ± 3.2

注:除例数、性别,其它数值均为 $\bar{x} \pm s$; * 2 组间比较, $P = 0.016$

表 2 两组组内和组间最大等长收缩比较($\bar{x} \pm s$)

组 别	力矩(Nm)		踝背伸积分肌电图(mV·s)		踝跖屈积分肌电图(mV·s)		协同收缩率(%)	
	踝背伸	踝跖屈	胫骨前肌	腓肠肌	胫骨前肌	腓肠肌	踝背伸	踝跖屈
健康老人组								
左侧	13.6±4.6	18.3±5.1	0.14±0.06	0.02±0.01	0.09±0.08	0.03±0.01	9.9±6.0	28.1±8.4
右侧	14.0±5.0	18.7±4.3	0.17±0.07	0.02±0.01	0.09±0.06	0.02±0.01	9.2±6.0	29.6±13.6
脑卒中组								
健侧	12.2±5.4	16.1±7.9	0.14±0.08	0.03±0.03	0.07±0.06	0.03±0.03	17.5±16.3 [#]	33.24±15.92
患侧	2.2±2.0 ^{*△}	4.5±4.7 ^{*△}	0.02±0.02 ^{*△}	0.01±0.01	0.02±0.01 ^{△*}	0.01±0.01 [*]	38.48±15.13 ^{*△}	44.12±11.61 ^{*△}

注: * 脑卒中组患侧与健侧比较(t 检验), $P < 0.05$; [#] 脑卒中组健侧与健康老人组比较, $P < 0.05$; [△] 脑卒中组患侧与健康老人组比较(协方差分析), $P < 0.01$

讨 论

通过测定力矩来定量评定肢体的最大等长收缩是目前国外常用的方法^[2,3]。表面肌电图(surface electromyography, SEMG)是一种非创伤性检查方法,应用方便,可借以了解肌肉活动的整体功能,特别是可以提供主动肌和拮抗肌在动作控制过程中的活动情况,积分肌电图主要分析肌肉在单位时间内的收缩特性,因此,近年来越来越多地应用于肌肉功能的评定^[7,8,10]。

有关国内健康人群和脑卒中患者踝背伸和跖屈肌群最大等长收缩及其表面肌电图的研究至今未见报告。本研究发现国内健康老人双侧下肢踝关节背伸和跖屈肌群的最大等长收缩及其在收缩过程中相应收缩肌群的肌电活动(包括积分肌电图和协同收缩率)没有明显的侧别差异。国内健康老人的协同收缩率表现为踝关节的跖屈大于背伸(踝跖屈几乎是踝背伸的 3 倍),由协同收缩率的计算公式得知,协同收缩率反映的是拮抗肌在主动肌的收缩过程中所占比例的多少。例如,踝跖屈的协同收缩率 = 胫骨前肌的积分肌电图面积 / (腓肠肌的积分肌电图面积 + 胫骨前肌的积分肌电图面积)^[4]。踝跖屈时胫骨前肌参与活动的成分越多,其积分肌电图的面积就越大,协同收缩率也随之增大。提示在正常踝关节的活动中(包括踝背伸和踝跖屈),踝背伸肌群(主要为胫骨前肌)发挥着重要的作用。

本组脑卒中患者虽然健侧踝背伸和跖屈肌群的力矩和积分肌电图接近于健康老人,但协同收缩率在踝背伸和踝跖屈均明显高于健康老人,尤以踝背伸协同收缩率的增加明显,差异有显著性($P < 0.05$)。表明本组脑卒中患者的健侧肢体也受到不同程度的影响,这一现象提示与同年龄健康老人相比,脑卒中患者的健侧肢体并非完全正常。已经证实,拮抗肌的协同收缩率增加是脑卒中患者存在的普遍现象,表面肌电图被认为是评定协同收缩率的较为理想和可信的方法^[4,5,11]。Hammond^[4]、Levin 和 Hui-Chan^[5]发现脑卒中患者的协同收缩率明显高于同年龄组的健康对象。本研究也发现脑卒中患者的患侧踝关节无论是与自身的健侧相比还是与健康老人相比,其肌肉功能(包括最大等长收缩的力

矩、积分肌电图面积和协同收缩率)均明显降低,差异有显著性或高度显著性,尤其以胫骨前肌的收缩功能减弱更为明显,此点与国外学者报告相似^[4,5]。本组脑卒中患者患侧踝背伸协同收缩率大约增加至自身健侧的 2 倍,是健康老人的 4 倍,说明腓肠肌在脑卒中肢体恢复的早期就表现出痉挛的趋势。这一发现对解释为什么脑卒中患者容易出现踝跖屈肌群的痉挛提供了有力的证据,也从另一个方面提示脑卒中中的早期康复训练应以增强胫骨前肌的肌肉控制为重点。此外,本研究测得的力矩和积分肌电图还发现脑卒中患者腓肠肌的收缩功能同样减弱,因此,传统康复训练中抑制腓肠肌收缩方法的合理性有待于进一步探讨。

本研究在国内首次报告健康老人和初发脑卒中急性期患者踝背伸和踝跖屈肌群最大等长收缩的力矩和表面肌电图等资料,证实与同年龄组的健康老人相比,初发脑卒中急性期患者踝关节肌群的收缩功能明显降低,表现为最大等长收缩力减小,相应收缩肌肉的肌电活动减少,拮抗肌的协同收缩率增大。因此,增强踝关节肌群特别是踝背伸肌群的收缩功能以及对肌群协同收缩的控制能力应作为急性期脑卒中患者下肢康复的主要目标之一。

致谢: 本研究在香港理工大学和香港大学东华医院完成,特此致谢!

参 考 文 献

- Schneider R, Gautier JC. Leg weakness due to stroke: site of lesions, weakness patterns and causes. Brain, 1994, 117: 347-354.
- Canning CG, Ada L, O'Dwyer N. Slowness to develop force contributes to weakness after stroke. Arch Phys Med Rehabil, 1999, 80: 66-70.
- Hagbarth KE. Evaluation of and methods to change muscle tone. Scand J Med Rehabil, Suppl, 1994, 30: 19-32.
- Hammond MC, Fitts SS, Kraft GH, et al. Co-contraction in the hemiparetic forearm: quantitative EMG evaluation. Arch Phys Med Rehabil, 1988, 69: 348-351.
- Levin MF, Hui-Chan CWY. Ankle spasticity is inversely correlated with antagonist voluntary contraction in hemiparetic subjects. Electromyogr Clin Neurophysiol, 1994, 34: 415-425.
- Sze K, Wong E, Or KH, et al. Factors predicting stroke disability at discharge: a study of 793 Chinese. Arch Phys Med Rehabil, 2000, 81: 876-880.
- Cram JR, Kasman GS, Holtz J. Introduction to surface electromyogra-

- phy. Maryland: An Aspen Publishers, 1998. 371-375.
- 8 Zipp P. Recommendation for the standardization of lead positions in surface electromyography. Euro J Appl Physiol, 1982, 50: 41-54.
- 9 National Institute for Occupational Safety and Healthy. Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: expert perspectives. Cincinnati: U. S. Department of Commerce, 1992. 122-142.
- 10 DeLuca CJ. The use of surface electromyography in biomechanics. J Appl Biomech, 1997, 13: 135-163.
- 11 Knutsson E, Martensson A. Dynamic motor capacity in spastic paresis and its relation to prime mover dysfunction, spastic reflexes and antagonist co-activation. Scand J Phys Med Rehabil, 1980, 12: 93-106.

(收稿日期:2002-12-09)

(本文编辑:郭铁成)

· 短篇论著 ·

减重运动训练治疗腰椎间盘突出症的疗效观察

马诚 黄建 闫素芳 彭丽萍

腰椎间盘突出症是引起腰腿痛的主要原因之一。临床实践证明,大多数患者经牵引、理疗等非手术治疗后疼痛可有所缓解,但疗效欠佳。我科从 2002 年 6 月开始进行减重运动训练治疗腰椎间盘突出症的研究,疗效满意,报道如下。

一、对象与方法

本研究收集了我院确诊的腰椎间盘突出症患者 100 例,其中男 65 例,女 35 例;年龄 25~56 岁,平均年龄为 43 岁;病程最短 3 d,最长 10 年,平均病程为 4 年。影像学检查:椎间盘突出位于 L₄₋₅ 者 52 例, L₅~S₁ 33 例, L₄₋₅ 及 L₅~S₁ 8 例, L₃₋₄ 及 L₄₋₅ 5 例, L₃₋₄ 及 L₄₋₅、L₅~S₁ 2 例。症状、体征:急性腰痛 34 例,慢性腰痛 68 例,间歇性跛行 36 例,下肢麻木 90 例,腰椎活动度受限 100 例,直腿抬高试验 < 30° 25 例,直腿抬高试验 < 70° 56 例,直腿抬高加强试验(+) 92 例,腰部压痛 88 例,棘突偏斜 96 例,伸肌力减退 58 例,膝、踝反射改变 38 例。患者随机分为两组:牵引组和减重运动组,每组 50 例。

牵引组应用日本产 RC-200 型牵引床进行腰椎骨盆间歇牵引,牵引重量从 1/3 体重开始,视患者的症状和体质、耐受情况,逐渐增大,最大至与自身体重相等。治疗中牵引 1 min,停 10 s,每次治疗持续 20 min,每日 1 次,7 次为 1 个疗程。减重运动组应用江苏产 G-JB-02 型减重训练装置和电动活动平板。训练开始时,根据患者具体情况用减重装置减去身体部分重量,以使患者在活动平板上呈直立位,并且可以迈步;电动平板速度为 0.7~2.4 m/s,每次训练时间为 15~20 min,每日 1 次,7 次为 1 个疗程。所有患者均辅以物理治疗(中频电疗、蜡疗),每次 20 min,每日 1 次。3 周后评定疗效。

评定标准:根据李剑等^[1]制定的疗效评定与康复标准进行评定,该标准包括症状(如腰背部疼痛、下肢疼痛与麻木、大小便无力及会阴部麻木等)、体征(如脊柱活动程度、椎旁压痛放射痛及直腿抬高及加强试验)和工作生活能力的评定,最高得分为 20 分。

统计学分析:所有数据采用 χ^2 检验。

二、结果

两组经上述治疗后,评定结果显示,两组患者的病情均有不同程度的改善,但两组间的疗效差异有显著意义($P < 0.05$),具体见表 1。由此可见,减重运动训练治疗腰椎间盘突出症的疗效优于水平牵引法。

表 1 两组患者治疗前、后评定结果(分)

组别	治疗前	治疗后
牵引组	5.44 ± 2.45	12.60 ± 4.39 *
减重组	5.26 ± 2.45	16.10 ± 3.55 * [△]

注: * 与治疗前比较, $P > 0.05$; [△] 与牵引组比较, $P < 0.05$

三、讨论

一般认为,腰椎间盘突出症腰腿痛的产生,与突出髓核对神经根的机械性压迫、致炎物质的化学性刺激以及自身免疫等因素造成的神经高度敏感、异位放电等有关。疼痛可以造成肌肉痉挛、脊柱平衡失调、小关节紊乱。采用牵引治疗腰椎间盘突出症临床上较为常见,但用牵引床行机械牵引有一定不足之处:一方面牵引力量有限,不能有效拉开椎体间隙,因为时间一长患者难以耐受,产生腰肌疲劳而酸痛不适;另一方面腰椎间盘突出症患者,由于腰肌保护性痉挛,脊柱侧弯,不良姿势,躯干肌的协调性降低,易造成腰肌、肋间肌损伤。减重运动是一种把牵引和主动运动有机地结合起来的一种治疗方法。其作用机理,一是使紧张的屈髋肌和腰背肌得到牵张,改善脊柱的侧弯和后凸畸形,恢复腰椎生理曲度及脊柱正常受力线,纠正肌肉痉挛造成的脊柱不稳失调所致的小关节紊乱和错位,扩大了神经根管的容积,使受压部位的神经根状况得以改善;二是缓解腰部肌肉和骶棘肌的紧张状态,相应地增宽了椎间隙,降低椎间盘内压,有利于膨出的纤维环借椎间盘自身的负压作用得以回纳,从而减轻突出物对神经根的机械压迫,有利于损伤的修复。可见,减重运动是在牵引状态下的下肢主动运动,两侧腰肌受力均匀,使腰椎在冠状面上呈一直线,从而使腰肌痉挛得以缓解,纠正了不良姿势及步态。

注意事项:(1)减重重量控制应适当,患者以双下肢能支撑身体为度,避免产生疼痛;(2)固定减重带时应保证身体平衡,否则影响减重步行效果;(3)平板的速度要控制适当,避免突然加速或停止;(4)医生指导患者减低步频,加大步幅,纠正异常步态,改善步行的对称性;(5)注意血压、心率变化,出现眩晕、心衰、血压波动过大者停止训练。

参 考 文 献

- 1 李剑,祝天经. 腰椎间盘突出症的疗效评定标准与康复标准. 现代康复, 2001, 5: 15-16.

(收稿日期:2002-11-21)

(本文编辑:李双 郭铁成)

作者单位:834000 克拉玛依市,新疆克拉玛依市中心医院康复医学科