

脑卒中后胫骨前肌形态结构与肌力变化的超声评估*

刘 鹏¹ 王艳君¹ 毛玉蓉¹ 黄东锋¹ 李 乐^{1,2}

摘要

目的:应用超声技术测量亚急性期脑卒中患者胫骨前肌静息状态与最大等长收缩状态下肌肉的形态结构参数,探讨肌肉参数的改变与关节角度以及发力功能之间的关系。

方法:选择7例亚急性期脑卒中患者与7名性别年龄相匹配的正常人,应用B型超声测量不同踝关节角度下脑卒中患者健侧、患侧和正常人一侧下肢胫骨前肌的形态结构参数,包括羽状角、肌肉厚度以及肌纤维长度,同时用便携式肌力与关节活动测试仪记录踝背屈肌力及踝关节角度,研究不同关节角度下肌肉参数及其与发力之间的关系。

结果:脑卒中患者患侧胫骨前肌的羽状角和肌肉厚度较健侧减小,并且羽状角和肌纤维长度均与踝关节角度相关。肌肉收缩时患侧三个参数的改变及踝背屈肌力均较健侧以及正常人减小,而健侧和正常人无显著性差异。

结论:脑卒中后患者胫骨前肌的形态结构参数发生了改变,肌肉参数的改变与踝关节角度和发力是相关的,可能导致了运动功能障碍。

关键词 脑卒中;超声;胫骨前肌

中图分类号:R743.3;R454.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2012)-08-0703-05

The muscle architectural parameters and strength changes of tibialis anterior in stroke survivors as measured by ultrasound/LIU Peng,WANG Yanjun,MAO Yurong, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(8): 703—707

Abstract

Objective: To evaluate the architectural changes of tibialis anterior (TA) at rest and during maximum isometric voluntary contraction(MIVC) in subacute stroke survivors, measured by ultrasound and to investigate the correlations of muscle architectural parameters with the ankle joint position and strength changes.

Method: Seven subacute stroke survivors and seven age- and sex-matched healthy subjects were recruited in this study. The muscle architectures parameters of affected side and unaffected side of TA including the pennation angle, thickness, and fascicular length were measured at various ankle positions by ultrasonography. The muscle strength and the ankle angle were recorded by hand-held dynamometer.

Result: At the affected side of stroke survivors pennation angle and thickness of TA were less than those at the unaffected side. The measured pennation angles and fascicle lengths were found to be ankle joint angle-dependent at both the affected and unaffected sides. Furthermore, there were smaller changes of the three architectural parameters and smaller muscle strength at the affected side during maximum isometric voluntary contraction compared with those at the unaffected side and healthy subjects.

Conclusion: There are considerable changes in the muscle architecture of TA post-stroke, which are ankle joint angle-dependent and related to muscle strength, may contribute directly to impaired motor functions in stroke survivors.

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.08.004

*基金项目:国家自然科学基金资助项目(31100669)

1 中山大学附属第一医院康复科,广州市越秀区中山二路58号,510080; 2 通讯作者

作者简介:刘鹏,女,博士,副主任医师; 收稿日期:2012-05-10

vivors.

Author's address Dept. of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou, 510080

Key word stroke; ultrasound; tibialis anterior

脑卒中患者偏瘫侧常出现肌肉痉挛、挛缩、肌力下降及关节活动范围减小,导致运动功能障碍^[1]。卒中后神经肌肉功能状态评估是目前康复医学基础研究和临床应用的重要问题^[2]。利用超声可以测量羽状肌的肌纤维角度(羽状角)、肌肉厚度和肌纤维长度等肌肉形态结构参数,已有研究表明这些参数都能影响肌肉肌腱的力学特征,包括肌肉力和关节力矩等^[3]。本研究以正常人和脑卒中患者下肢健侧和患侧为对象,通过超声测量胫骨前肌的肌肉参数揭示肌肉力学特性的改变,探讨脑卒中运动损伤的生物力学机制。

1 对象与方法

1.1 研究对象

本文的统计学结果都是严格按照相应统计学方法进行计算,并得到显著性差异的结果,已经达到本文实验研究的目的。选择2011年3月—2012年2月在中山大学附属第一医院康复医学科住院治疗的亚急性偏瘫患者7例,年龄(60.71 ± 8.67)岁,体重

(61.07 ± 3.03)kg,身高(167.43 ± 5.62)cm;对照组为7名性别、年龄、体重和身高相匹配的正常人,年龄(59.29 ± 10.58)岁,体重(60.21 ± 3.23)kg,身高(166.57 ± 6.32)cm。经踝关节主动、被动活动检查均符合正常标准,入组前未专门从事过力量训练。所有入选对象均对本研究充分理解并签署知情同意书。患者一般资料见表1。

纳入标准:以1995年全国第四届脑血管病学术会议通过的诊断要点^[4]为诊断标准,临床诊断为脑梗死或脑出血,并经CT或MRI检查证实;年龄:45—75岁;生命体征平稳;病程 ≤ 3 个月;首次发病,单侧脑损害;下肢伸直挛性瘫痪(踝关节肌张力Ashworth分级1级以上);踝关节肌力MMT分级3级以上;下肢简化Fugl-Meyer量表评分 ≤ 28 分。

排除标准:小脑或双侧脑损害;明显认知障碍(MMSE ≤ 17 分)、严重心脏问题(如充血性心衰、无法控制的高血压)等不能完成和不能配合者;下肢有骨关节疾病及神经系统疾病史的人群。

1.2 仪器

表1 脑卒中患者一般资料

编号	性别	年龄(岁)	病种	偏瘫侧	病程(d)	MMSE	MAS	FMA
1	女	67	脑梗死	右	47	30	1 ⁺	26
2	男	60	脑出血	左	54	23	2	14
3	男	51	脑梗死	左	33	30	2	23
4	男	48	脑出血	右	68	29	1 ⁺	24
5	女	66	脑梗死	右	67	28	1 ⁺	26
6	男	61	脑梗死	右	44	30	1 ⁺	21
7	男	72	脑梗死	左	18	27	1 ⁺	28

注:MMSE:简明精神状态量表得分;MAS:踝关节修订的Ashworth量表得分;FMA:下肢简化Fugl-Meyer评定得分

采用便携式B型超声诊断仪(DP6600, Mind-ray Inc),探头频率为7.5MHz,以获取清晰的肌肉骨骼超声图像。采用便携式肌力与关节活动度测试仪(MicroFET3, Hoggan Inc)获取踝背屈肌力与踝关节活动度。

1.3 研究方法

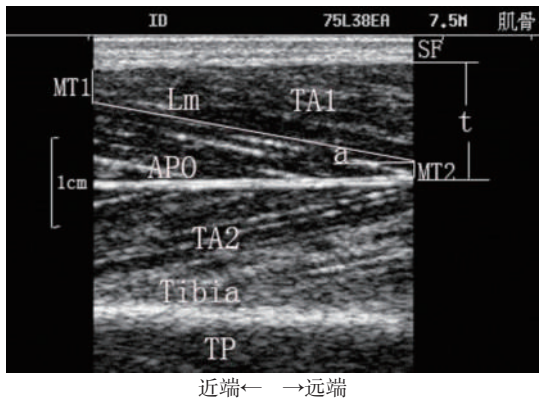
1.3.1 超声测量:受试者在仰卧位膝关节伸直的情况下接受超声扫描,选取5个不同的踝关节角度:-15°(背屈),0°(解剖中立位),+15°(跖屈),+30°(跖

屈)以及+45°(跖屈)。沿胫骨近端与踝之间中点的TA肌腹处^[5],利用B型超声技术获取不同踝关节角度时静息及最大等长收缩时的矢状面超声图像,同时记录踝关节角度及踝背屈肌力。每种状态均获取三张超声图像。测量时注意超声的探头应垂直于皮肤表面,通过超声导电胶充分接触皮肤而不压迫软组织。试验过程中患者可在发力间隙适当休息,保证在不疲劳的情况下进行。

1.3.2 数据分析:胫骨前肌为双羽状肌,既往研究已

证实其在沿肌腹的矢状面超声图像上双侧的羽肌部分是对称的^[6],并且大多文献都使用单侧数据,照此在本研究中也分析靠近体表的一侧羽肌。将B型黑白超声图像导入计算机,利用图像处理软件(NIH)划分肌膜、肌肉、肌腱、骨骼等不同部位,测量羽状角、肌肉厚度和肌纤维长度等参数。每一图像数据均测量3次,取其平均值进行分析以减小误差。沿肌纤维走向设定长度和角度,视野外肌纤维按平行四边形模型延长计算。如图1所示。

图1 踝关节处中立位时在胫骨前肌肌腹测得的矢状面超声典型图像



3条白色水平线分别表示肌肉浅表、中间及深处腱膜的回声,白色斜线表示肌束包膜的回声。SF(subcutaneous fat)为皮下脂肪层,APO(aponeurosis)为腱膜,TA1为胫骨前肌浅层羽肌部分,TA2为胫骨前肌深层羽肌部分,Tibia为胫骨。肌束与腱膜间的角度 α 为羽状肌的肌纤维角度,t为浅层羽肌的厚度,MT1和MT2是两段肌肉深度,Lm仅为超声探头可视部分肌纤维,整个肌纤维长度Lf可以通过平行四边形模拟的下述公式实现^[6]: $L_f = L_m + MT_1 / \sin \alpha + MT_2 / \sin \alpha$

1.4 统计学分析

所测的数据以均值±标准差表示。数据分析应用SPSS 15.0版统计软件。采用组间和角度的双因素方差分析,具有显著意义之后用post-hoc检验进行比较,设定显著性水平为 $P<0.05$ 。

2 结果

2.1 踝背屈肌力比较

脑卒中患者健侧、患侧以及正常人的踝背屈肌力如表2所示。脑卒中患者患侧的踝背屈肌力小于健侧及正常人,其差异具有显著性($P<0.05$),脑卒中患者健侧及正常人踝背屈肌力差异无显著性($P>0.05$)。

2.2 肌肉形态结构参数比较

脑卒中患者健侧、患侧以及正常人胫骨前肌的形态结构参数如表3所示。静息状态及最大等长收缩状态下患者患侧的羽状角及厚度均小于健侧及正常人,其差异具有显著性($P<0.05$)。静息状态下,患者患侧的肌纤维长度与健侧并无显著差异($P>0.05$),但在最大等长收缩状态下,由于健侧肌肉收缩力量大,使得肌纤维长度比患侧明显缩短($P<0.05$)。患者健侧及正常人的各肌肉参数在静息状态及等长收缩状态下均无显著性差异($P>0.05$)。

2.3 肌肉形态结构参数与踝关节角度的关系

静息状态及最大等长收缩状态下患者健侧、患侧以及正常人的羽状角、肌纤维长度均与踝关节角度有关($P<0.05$),如图2所示。但是肌肉厚度和关节角度并不显著相关($P>0.05$)。

表2 脑卒中患者健侧、患侧以及正常人踝关节背屈肌力比较 ($\bar{x}\pm s, lb$)

踝关节角度	脑卒中患者		正常人
	患侧	健侧	
中立位0°	10.16±7.07	32.04±5.06 ^①	34.11±10.86 ^②
跖屈15°	13.78±8.13	34.34±7.78 ^①	32.17±5.83 ^②
跖屈30°	11.71±5.58	30.30±2.74 ^①	31.08±7.85 ^②
跖屈45°	12.80±5.76	31.45±7.58 ^①	32.54±12.60 ^②

①患侧与健侧相比 $P<0.05$,②患侧与正常人比 $P<0.05$ 。

表3 静息与最大等长收缩时羽状角、肌肉厚度及肌纤维长度的变化 ($\bar{x}\pm s$)

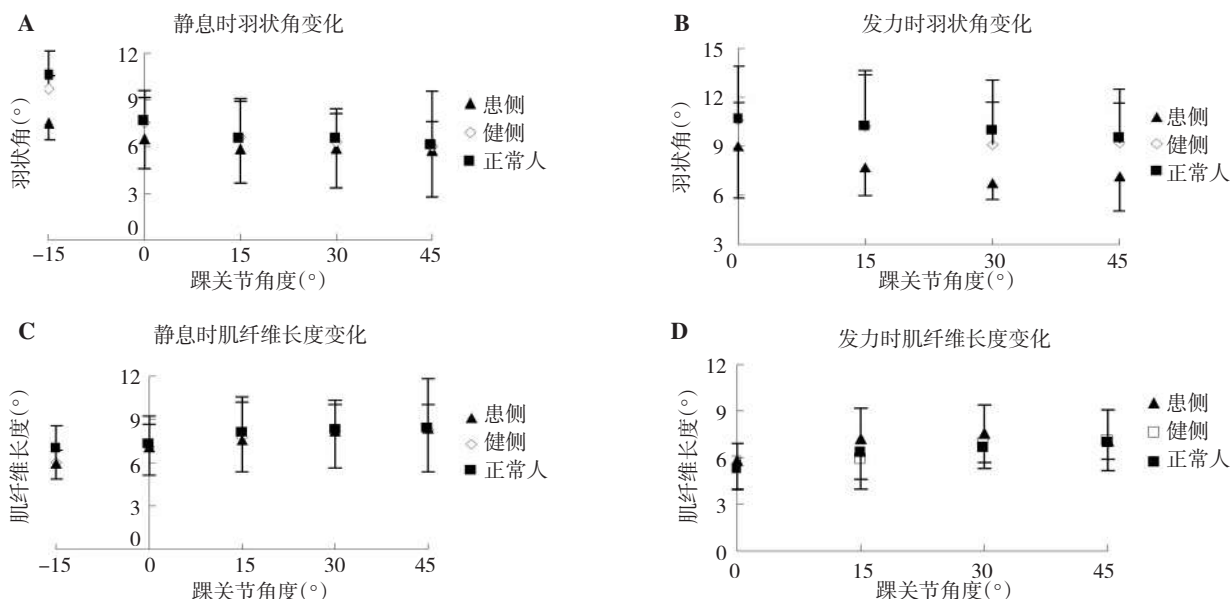
	脑卒中患者		正常人
	患侧	健侧	
羽状角(°)			
静息	6.32±0.74	7.25±1.50 ^②	7.44±1.85 ^③
最大等长收缩	7.65±0.98 ^①	9.78±0.75 ^{①②}	10.16±0.48 ^{①③}
肌肉厚度(cm)			
静息	1.02±0.05	1.14±0.04 ^②	1.15±0.05 ^③
最大等长收缩	1.16±0.03 ^①	1.26±0.03 ^{①②}	1.25±0.01 ^{①③}
肌纤维长度(cm)			
静息	7.42±0.98	7.47±0.95 ^②	7.82±0.67 ^③
最大等长收缩	6.88±0.92 ^①	6.39±0.69 ^{①②}	6.31±0.75 ^{①③}

①发力与静息比较 $P<0.05$;②患侧与健侧比较 $P<0.05$;③患侧与正常人比较 $P<0.05$

3 讨论

脑卒中后由于中枢神经系统损伤导致运动传导通路受损,引起肌肉功能下降。生物力学研究表明肌肉功能的变化与肌肉自身的形态结构相关,例如肌纤维长度和羽状角等^[7]。有研究者应用CT观察脑卒中患者的肌肉情况,发现患侧肢体出现肌肉萎缩

图2 胫骨前肌羽状角、肌纤维长度均与踝关节角度有关



和肌肉脂肪增加的现象^[8]。因此,开展对脑卒中后肢体肌肉形态结构的评估对脑卒中后关节运动功能的评估及预后的判断,以及加深脑卒中后运动功能障碍的生物力学机制的理解及指导康复临床运动训练具有重要的意义。

超声检测广泛应用于医学诊断和临床研究,能够较清晰的显示出肌肉的形态和结构,同时避免如CT检查等暴露于电离辐射。而且由于超声检测使用便利于重复测量,以及可以在肌肉静态和动态的条件下与其他评测设备一起配合检测的特点,超声检测在骨骼肌形态结构和功能评估中具有不可替代的作用。目前,对骨骼肌的超声测量大都是通过正常人或运动员的实验来完成的^[5,7,9-10],只在近几年才出现利用超声测量脑卒中患者的肌肉肌腱结构形态参数^[6,11]。

本研究应用超声测量脑卒中后胫骨前肌形态结构参数,发现患侧的羽状角较健侧及正常人减小,这与Gao等^[11]用超声观测到脑卒中患者的患侧腓肠肌羽状角减小相一致。由于肌肉的病理性肥大可导致羽状角的增大^[12],因此患者羽状角减小可能与脑卒中后肌肉的萎缩相关。本研究发现患侧胫骨前肌的厚度较健侧及正常人减小,也提示患侧肌肉的萎缩。肌纤维长度是反映肌肉功能的重要参数,它决定肌肉的缩短速度和幅度^[13]。已有研究证实脑卒中

后患侧肌肉肌纤维长度较健侧变短^[6,11]。本研究的结果则显示静息状态下脑卒中患侧的肌纤维长度较健侧无明显差异,但肌肉收缩时健侧明显缩短,考虑患侧肌肉收缩时较小的肌纤维长度改变可能与卒中发作后的肌无力相关。

此外,研究中我们发现脑卒中患者健侧和患侧及正常人胫骨前肌的肌纤维角度及长度均与踝关节角度相关,表现为踝关节从背屈到跖屈,随着角度的增大,胫骨前肌羽状角减小而肌纤维长度增加。这与Maganaris等^[5]对正常人的研究结果一致。本研究中测得的羽状角较Maganaris等^[5]测得数据偏小,可能由于其研究的对象为健康青年,且实验时所采取的膝关节位置不同所致。随着年龄增长,肌肉可发生萎缩,其形态结构也出现相应的改变^[14]。此外,胫骨前肌形态结构还可能与膝关节的角度相关,而本研究仅选取了膝关节伸直位时进行测量。因此,今后可在膝关节不同角度下进行更为细致的研究。作为实验研究,本课题受试者入选标准严格,因此例数较少。将来会收集更多病例,进行临床大样本量的研究。

足下垂是脑卒中后偏瘫患者常见的临床表现之一,严重影响患者的步行能力^[15]。临床上已广泛应用踝足矫形器、肉毒毒素注射等方法改善脑卒中后足下垂的症状,但偏瘫侧肌肉功能变化以及导致的

关节运动改变的生物力学机制尚不明确。目前认为足下垂是由小腿三头肌痉挛及小腿的前肌群和外侧肌群麻痹所致^[16]。脑卒中后胫骨前肌无力可能导致了踝关节背屈受限。有研究应用肌电图发现脑卒中患者患侧胫骨前肌的收缩功能减弱^[17],本研究则证实亚急性期脑卒中后胫骨前肌的形态结构及肌力均发生了明显改变。这都提示脑卒中的早期康复要加强胫骨前肌力量的训练,有利于改善患者的足下垂症状,提高患者的步行能力。

参考文献

- [1] O'Dwyer NJ, Ada L, Neilson PD. Spasticity and muscle contracture following stroke[J]. Brain, 1996,119 (Pt 5): 1737—1749.
- [2] 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.
- [3] Koo TK, Mak AF. A neuromusculoskeletal model to simulate the constant angular velocity elbow extension test of spasticity[J]. Med Eng Phys, 2006, 28(1): 60—69.
- [4] 全国第四届脑血管病学术会议. 脑卒中患者神经功能缺损程度评分标准[J].中华神经内科学杂志,1996,2(6):381.
- [5] Maganaris CN, Baltzopoulos V. Predictability of in vivo changes in pennation angle of human tibialis anterior muscle from rest to maximum isometric dorsiflexion[J]. Eur J Appl Physiol Occup Physiol, 1999, 79(3): 294—297.
- [6] Li L, Tong KY, Hu X,et al.The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2007, 88(2): 243—250.
- [7] Fukunaga T, Ichinose Y, Ito M, et al. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo[J]. J Appl Physiol, 1997, 82(1): 354—358.
- [8] Metoki N, Sato Y, Satoh K,et al. Muscular atrophy in the hemiplegic thigh in patients after stroke[J]. Am J Phys Med Rehabil, 2003, 82(11): 862—865.
- [9] Maganaris CN, Baltzopoulos V, Sargeant AJ. In vivo measurements of the triceps surae complex architecture in man: implications for muscle function[J]. J Physiol,1998, 512(Pt 2): 603—614.
- [10] Kubo K, Kanehisa H, Takeshita D,et al. In vivo dynamics of human medial gastrocnemius muscle-tendon complex during stretch-shortening cycle exercise[J]. Acta Physiol Scand, 2000, 170(2): 127—135.
- [11] Gao F, Grant TH, Roth EJ, et al. Changes in passive mechanical properties of the gastrocnemius muscle at the muscle fascicle and joint levels in stroke survivors[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2009, 90(5): 819—826.
- [12] Kawakami Y, Abe T, Fukunaga T. Muscle-fiber pennation angles are greater in hypertrophied than in normal muscles[J]. J Appl Physiol, 1993, 74(6): 2740—2744.
- [13] Wickiewicz TL, Roy RR, Powell PL, et al. Muscle architecture of the human lower limb[J]. Clin Orthop Relat Res, 1983(179): 275—283.
- [14] Narici MV, Maganaris CN, Reeves ND, et al. Effect of ageing on human muscle architecture[J]. J Appl Physiol, 2003, 95(6): 2229—2234.
- [15] Patrick, JH, Keenan MA. Gait analysis to assist walking after stroke[J]. Lancet, 2007,369(9558):256—257.
- [16] 史玉泉 主编.实用神经病学[M].上海:上海技术出版社, 2004: 49—54.
- [17] Hammond MC, Fitts SS, Kraft GH, et al. Co-contraction in the hemiparetic forearm: quantitative EMG evaluation[J]. Arch Phys Med Rehabil, 1988, 69(5): 348—351.

第九届全国骨科及运动创伤康复学习班通知

北京大学第三医院康复医学科,北京康复医学会骨科分会联合主办的骨科康复系列学习班,在成功举办骨科康复总论及膝关节伤病的康复学习班后,继续举办第九届学习班。本届学习班为上肢骨关节伤病康复,2012年10月12—26日在北京举行。学习班内容为:上肢功能解剖;上肢骨折及其康复概论;上肢常见骨折的手术治疗;肩肘腕关节MRI诊断;肩周炎的鉴别诊断;肩关节损伤与疾病的康复;肘关节及上臂伤病的康复;腕关节及前臂伤病的康复。采取理论与实际相结合,临床与康复相结合,医师与治疗师相结合授课方式。使学员既掌握相关骨科康复的理论,又能实际操作。适合骨科、康复科医师、康复治疗师参加。参加者获得国家级继续教育I类学分10分。联系人:北京大学第三医院康复医学科:张娟。联系地址:北京市海淀区花园北路49号北京大学第三医院康复医学科。邮编:100191。固定电话:010-82264595。移动电话:15611908376。传真:010-82265861。E-mail: bsyskf@163.com。报名截止日期2012年9月30日。为保证学习效果限额80人,以报名先后为序。

北京大学第三医院康复医学科
北京康复医学会骨科分会