

功能性踝关节不稳患者踝部运动功能特征研究

周莉, 张丽萍, 吴家宝, 李匡时, 张喆, 党晓川, 孙伊婷, 李宗衡

【摘要】 目的:探讨功能性踝关节不稳患者踝部运动功能特征。**方法:**32例功能性踝关节不稳(FAI)患者的患侧表面肌电图与健侧相关信息相比较,采用汉化的坎伯兰踝关节不稳量表(CAIT)对患者进行评定,将CAIT量表评分与患者年龄、身体质量指数(BMI)、病程作相关性分析。**结果:**患者健侧胫前肌和腓骨长肌均方根振幅值(RMS)比较差异均无统计学意义;健侧胫前肌中位频率(MF)明显大于患侧($P<0.01$),但健侧腓骨长肌MF值比较差异无统计学意义;健侧腓骨长肌积分肌电值(IEMG)明显大于患侧($P<0.05$),但健侧胫前肌IEMG值比较差异无统计学意义。CAIT量表评分与患者年龄、BMI及病程比较均无相关性。**结论:**功能性踝关节不稳患者健侧胫前肌中位频率和腓骨长肌积分肌电值显著优于患侧,其他方面均无明显差别;患者年龄、身体质量指数、病程对患者踝关节稳定性无明显影响。

【关键词】 功能性踝关节不稳;运动功能;表面肌电图

【中图分类号】 R49;R684 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2021.06.009

踝关节作为人体重要的下肢负重及运动关节,在日常生活及体育运动中,损伤是非常常见的,据有关报道显示每天平均1万人中就会有1例踝关节扭伤,在美国每年会有两百万例急性踝关节扭伤发生^[1],而且约有20%~40%的踝关节扭伤人群会在一次踝关节急性扭伤之后发展成为慢性踝关节不稳(chronic ankle instability, CAI)^[2]。鲁君兰等^[3]通过对国内外文献进行分析,推断CAI患者的髋关节也会发生一系列功能性变化,包括CAI患者的髋部外展外旋肌力下降、神经肌肉控制减弱以及运动机能学改变等。

慢性踝关节不稳分为机械性不稳(mechanical ankle instability, MAI)和功能性不稳(functional ankle instability, FAI)。机械性不稳是指关节上的韧带以及关节周围组织松弛,使运动极限超出了活动极限;功能性不稳是指患者不能够很好的控制关节的各种动作和力量。

功能性踝关节不稳患者受伤侧踝关节存在疼痛、肿胀、关节控制不良等方面问题,还有可能反复扭伤,患者患侧下肢不敢负重,可以行走的路面及可以参加的活动有局限性,参与能力及生活质量受到限制和影响,研究表明大多数踝关节内翻损伤的患者会在内翻扭伤后有持续两年的不适症状^[4]。无论是在医疗界还是体育界,双侧踝关节周围肌肉力量及舒缩功能是否存在差异,以及哪方面存在差异,差异的大小等问题一

直备受关注。当前研究,笔者拟基于表面肌电图探讨FAI患者双侧踝关节肌肉功能及运动表现上的差异,以及通过踝关节稳定性量表评分与患者年龄、身体质量指数(body mass index, BMI)及病程比较,分析患侧踝关节稳定性是否会受这些因素影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2019年1月~2020年1月间在北京中医药大学东直门医院康复科接受治疗的32例FAI患者,纳入标准是结合2014年国际踝关节协会提出的慢性踝关节不稳筛选标准和汉化的坎伯兰踝关节不稳量表(Cumberland ankle instability tool, CAIT)制定出的^[5-7]:符合功能性踝关节不稳的诊断标准;在进入测验1~12个月之前至少有一次明显单侧踝扭伤病史,有炎症症状如疼痛、肿胀等,伤后患侧无法承重或需使用拐杖行走,不能正常参与日常活动1d以上;有扭伤病史的踝关节侧下肢曾有过不稳定或疼痛,2次或2次以上;CAIT量表分值 ≤ 24 分;年龄在15~50岁之间,右利足;无影响下肢运动的神经、肌肉和骨骼病史;患者本人或其监护人同意参加研究并签署知情同意书。排除标准:另一侧踝关节也发生过失控、扭伤或不稳感觉;伴有认知理解或视力、听力障碍,不能配合完成评价及康复治疗者。32例FAI患者中男性19例,女性13例;优势足均为右足,患足为左足12例,患足为右足20例;年龄17~50岁,平均年龄(36.22 ± 11.03)岁;平均CAIT量表评分(15.34 ± 4.92)分;平均病程(165.94 ± 165.28)d;平均身体质量指数(24.44 ± 3.37)kg/m²。

1.2 方法 表面肌电图测试方法:本课题采用南京伟

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助(2019-JYB-JS-053)

收稿日期:2020-04-05

作者单位:北京中医药大学东直门医院康复科,北京 100700

作者简介:周莉(1985-),女,主管技师,主要研究骨科及脑血管病的康复治疗及康复评定。

通讯作者:李宗衡,lee_zongheng@163.com

思医疗科技股份有限公司表面肌电评定分析系统(Flex Comp Infiniti System)进行肌电信号采集,该设备具有肌电功能诊断和评定分析系统,以及肌电生物反馈治疗系统。参考既往学者研究及考虑本研究特点,选择患者双侧胫前肌及腓骨长肌作为表面肌电信号采集的肌肉。采集时要求室内环境安静、室温设置为22~25℃,受试者测试部位局部皮肤经剃除毛发、酒精脱脂等处理(以减小皮肤与电极间的阻抗)后安置电极,让受试者仰卧位于床上准备好,向受试者介绍测试过程以便更好配合测试,并练习如何进行检查动作。表面肌电图系统共联通四个通道(A、B、C、D),将电极依次置于患者左侧腓骨肌、左侧胫前肌、右侧胫前肌及右侧腓骨肌的肌腹处。正式测试前让受试者尽量放松,以示波器上肌电信号平稳为标准,要求受试者按照表面肌电图系统的用力收缩和放松时间顺序进行,循环3次取平均值。具体步骤如下:①测试肌肉静态时肌电图值;②测试被动运动时肌电图值,被动内翻患者左踝关节,以牵伸左腓骨肌,放松(共重复3次);被动跖屈左踝关节,以牵伸左胫前肌,放松(共重复3次);被动跖屈右踝关节,放松(共重复3次);被动内翻患者右踝关节,放松(共重复3次)。③测试主动运动时肌电图值,嘱患者主动进行外翻左踝关节,放松(共重复3次);主动左踝关节背屈,放松(共重复3次);主动进行右踝关节背屈,放松(重复3次),主动进行右踝关节外翻,放松(共重复3次)。④再次测试静息态肌电图。

1.3 评定标准 ①表面肌电图时域参数包括:均方根振幅(root mean square,RMS)、积分肌电值(integrated electromyogram,IEMG);频域分析参数为中位频率(median frequency,MF)。②CAIT量表:共包括9个条目,主要涉及日常生活中踝关节疼痛、失去稳定性的出现时机以及崴脚时的控制能力,如走、跑、下楼梯、单双腿站立时等踝关节的状况,踝关节稳定性越好,量表评分越高,最高分值为30分。

1.4 统计学方法 使用SPSS 20.0进行数据分析处理,其中计量资料先进行正态性检验,对于符合正态分布的连续性数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 t 检验;不符合正态分布的计量资料数据以 $M(P25, P75)$ 表示,采用秩和检验;患者量表评分与一般资料数据进行相关性分析,符合正态性分布的资料用pearson检验,不符合者应用spearman检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

患者健患侧胫前肌和腓骨长肌RMS值比较差异均无统计学意义;健侧胫前肌MF值明显大于患侧

($P < 0.01$),但健患侧腓骨长肌MF值比较差异无统计学意义;健侧腓骨长肌IEMG值明显大于患侧($P < 0.05$),但健患侧胫前肌IEMG值比较差异无统计学意义。CAIT量表评分与患者年龄、BMI及病程比较均无相关性,见表1~3。

表1 患者双侧胫前肌收缩测试时肌电图值比较 $\bar{x} \pm s$

侧别	RMS(μV)	MF(Hz)	IEMG(μV)
患侧($n=32$)	140.21 $\pm$ 92.77	121.18 $\pm$ 22.98	253.31 $\pm$ 160.42
健侧($n=32$)	146.22 $\pm$ 74.53	134.26 $\pm$ 31.96	268.91 $\pm$ 135.04
t	-0.387	-2.915	-0.585
P	0.702	0.007	0.563

表2 患者双侧腓骨长肌收缩测试时肌电图值比较

$M(P25, P75)$

侧别	RMS(μV)	MF(Hz)	IEMG(μV)
患侧($n=32$)	57.47 (22.55,104.22)	145.80 (131.36,172.83)	119.18 (40.81,196.11)
健侧($n=32$)	75.48 (43.06,121.96)	160.66 (137.08,183.26)	153.58 (99.34,247.83)
Z	-1.870	-1.870	-2.356
P	0.061	0.061	0.018

表3 CAIT评分与患者年龄、BMI、病程的相关性比较结果

项目	年龄		BMI		病程	
	r	P	r	P	r	P
CAIT评分	-0.149	0.415	-0.215	0.236	0.075	0.683

3 讨论

双侧下肢肌肉收缩时的肌电图值比较结果显示健侧胫前肌及腓骨长肌肌电图值均高于患侧,但只有双侧胫前肌中位频率及腓骨长肌积分肌电值比较有显著差别,显示健侧优于患侧;汉化的坎伯兰踝关节不稳量表评分与患者年龄、身体质量指数及病程比较无明显相关性,结果显示FAI患者踝关节稳定性不受患者年龄、身体质量指数及病程的影响。

在表面肌电图检测值中,均方根值是一段时间内瞬间肌电图所有振幅的均方根值,反映神经放电的有效值;中位频率是指骨骼肌收缩过程中肌纤维放电频率的中间值,人体不同部位骨骼肌的中位频率值高低主要受肌肉组织中的快肌纤维及慢肌纤维组成比例的影响;积分肌电值是指所得肌电信号经整流滤波后单位时间曲线下的积分面积,其值的大小反映了参加工作的运动单位的数量多少和每个运动单位的放电大小,体现了肌肉在单位时间内的收缩特性^[8-9]。结合本研究的结果,由双侧胫前肌中位频率的差异推断双侧胫前肌收缩频率存在差异,从而造成总的肌肉释放能量和力量产生差异;在双侧腓骨长肌的肌电图值比较中可以推断健侧腓骨长肌单位时间的收缩能力是显著优于患侧的。

有学者研究结果显示 FAI 稳患者在斜面着地时运动表现与健康者无明显差异^[10]。该研究还仔细分析了着地前及着地后患者双侧肌肉的活化程度,研究结果显示,着地前胫骨前肌、腓骨长肌两侧比较差异均无显著性意义;着地后,功能性踝关节不稳组伤侧的腓骨长肌活化程度显著低于健侧,胫骨前肌两侧比较差异无显著性意义。

贾为宗等^[11]认为功能性踝关节不稳患者也存在神经损伤,健侧和患侧肌肉的激活时间有明显差异,患侧腓骨长肌及胫前肌的激活时间较健侧延长。有研究表明 FAI 患者向前落地动作动态姿势稳定性的主要影响因素是内翻主动关节位置觉、外翻相对峰值力矩和落地动作内外翻运动范围,建议通过针对性的本体感觉训练、外翻肌肉力量练习和限制踝关节内外翻运动幅度等途径提高功能性踝关节不稳者的动态姿势稳定性,可以降低运动损伤的风险^[12]。还有学者应用足底压力测试系统来分析慢性踝关节不稳患者的双下肢步行速度及足底压力,结果显示在行走中双侧足的行走速度、足内侧与外侧压力分布无明显差别,但患侧足的平均压力和最大压力均小于健侧足,患侧的单足静态平衡功能较健侧减弱^[13]。于惠贤等^[14]的研究表明经过综合康复治疗患者即时疼痛得到明显缓解以及平衡能力得到了明显的提高,但 500m 步行后疼痛以及动静态足底压力无明显变化,生物力学未得到纠正,限制了治疗效果。

FAI 患者的患侧运动功能经过不同研究证实,在很多方面是下降的,是劣于健侧的,国内外也有学者针对患者的感觉进行测试和观察,张冉等^[15]的研究推断患者患侧踝部电流感觉阈值(current perception threshold,CPT)降低,提示损伤后的踝部可能存在感觉过敏。CPT 与主观疼痛评分、美国足踝医师协会踝和后足评分、病程及 BMI 之间无相关关系。国外有研究显示,单侧功能性踝关节不稳患者的患侧肢体运动觉下降,患者双侧下肢本体感觉及外旋力量下降^[16]。通过以上研究可推断踝关节不稳患者的踝部运动及感觉功能都是下降的。

在查阅文献过程中,研究者并未检索到年龄、体重及病程对踝关节稳定性影响的相关研究,通过对本研究结果的分析,发现踝关节稳定性未受到年龄、体重及病程的影响。本研究中的 32 例患者在奔跑、日常运动、单腿站立、下楼梯、单腿跳、着地面积变小、急转身等情况下,会出现踝关节不稳定,行走或奔跑时会出现疼痛,在崴脚时踝关节控制能力较差,崴脚后不能立即恢复功能。踝关节稳定性量表评分会在行走平面稳定性水平下降及动作难度提高后下降,所有患者的评分

均低于 24 分。综合本研究结果及既往文献,影响患者踝关节稳定性的主要因素是患者关节的本体感觉及其周围肌肉力量^[16],而这些因素会因为患者平日康复锻炼的差异而存在不同,和患者的年龄、体重及病程并无明显相关的关系。

徒手肌力检查法虽然方便、快捷,但只能比较粗糙的显示肌力水平,并不能细微观察功能性踝关节不稳患者双侧肌肉功能,以及肌肉具体功能表现对肌肉收缩力量的影响,表面肌电图作为一种无创伤的检查手段,可以更加全面地评估及分析肌肉功能。既往,人们只是主观的猜测或推断一侧下肢踝关节不稳,下肢肌肉力量也会受到影响,功能性踝关节不稳在慢性阶段利用徒手肌力检查法并不能显示出患者双侧肌力的明显区别,患者主观可能也不会有明显的力量差别感受,通过表面肌电图可以更客观和精确的展现双侧肌肉功能的具体差别。随着科学技术的发展,现代医学对功能障碍的认识越来越深入全面,将患者主观感受的异样和差别以及量表评价方法不能诠释的差别更清晰客观的展现,供研究者分析。

此研究由于样本量偏小,以及局限性,对年龄及病程等具体一般资料未进行分组和分层分析,所以还需扩大样本量及提高研究技术手段,进行更细化的分析。

通过对既往研究分析,推断踝关节的稳定性与踝关节的神经运动控制过程及效能、踝关节周围肌肉力量等因素相关,经研究踝关节的稳定性不受患者年龄、体重及病程的影响,可能主要是和肌肉运动功能及深感觉相关,但和肌肉浅感觉的相关性还需进一步探讨。

【参考文献】

- [1] Waterman BR, Owens BD, Davey S, et al. The Epidemiology of Ankle Sprains in the United States[J]. Journal of Bone & Joint Surgery American Volume, 2010, 92(13): 2279-2284.
- [2] Valderrabano V, Wiewiorski M, Frigg A, et al. Direct anatomic repair of the lateral ankle ligaments in chronic lateral ankle instability[J]. der unfallchirurg, 2007, 110(8): 701-704.
- [3] 鲁君兰, 蔡斌, 范帅. 慢性踝关节不稳患者的髋关节功能研究进展[J]. 中国康复, 2019, 34(6): 328-332.
- [4] Anandacoomarasamy A, Barnsley L, Grujic L. Long term outcomes of inversion ankle injuries[J]. Bulletin - British Association of Sport and Medicine, 2005, 39(3): 14-14.
- [5] Hertel J. Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability[J]. J Athletic Training, 2002, 37(4): 364-375.
- [6] Docherty CL, Gansneder BM, Arnold BL, et al. Development and reliability of the ankle instability instrument [J]. J Athl Train, 2006, 41(2): 154-158.
- [7] Gribble PA, Delahunt E, Bleakley CM, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a

- position statement of the International Ankle Consortium[J]. J Athl Train, 2014, 49(1): 121-127.
- [8] 倪雅凤. 表面肌电图的康复临床评估应用现状与展望[J]. 中医药管理杂志, 2016, 24(9): 3-4.
- [9] 夏玲, 王磐, 吴春芳, 等. 表面肌电图在周围神经损伤修复过程中的应用价值[J]. 中国组织工程研究, 2019, 23(7): 1142-1148.
- [10] 宋法明, 王纯. 功能性踝关节不稳者斜面着地动作的生物力学特征[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(27): 4380-4386.
- [11] 贾为宗, 张静, 赵斌. 两种踝关节不稳患者肌肉激活时间差异不显著[J]. 基因组学与应用生物学, 2017, 36(3): 1238-1242.
- [12] 尹彦. 功能性踝关节不稳者动态姿势稳定性评价方法及其影响因素的研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2016: 72-85.
- [13] 张冉, 胡志伟, 于惠贤, 等. 功能性踝关节不稳患者动态足底压力分布及平衡特征研究[J]. 足踝外科电子杂志, 2016, 3(4): 14-18.
- [14] 于惠贤, 杨纯生, 张冉, 等. 完善慢性功能性关节不稳康复疗效评估体系的初步研究[J]. 足踝外科电子杂志, 2016, 3(4): 1-7.
- [15] 张冉, 于惠贤, 胡志伟, 等. 慢性功能性踝关节不稳患者踝部电流感觉阈值的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(11): 1323-1327.
- [16] Sousa ASP, Leite Jo, Costa B, et al. Bilateral Proprioceptive Evaluation in Individuals With Unilateral Chronic Ankle Instability[J]. J Athl Train, 2017, 52(4): 360-367.

作者·读者·编者

本刊对来稿中统计学处理的有关要求

1. 统计研究设计: 应交代统计研究设计的名称和主要做法。如调查设计(分为前瞻性、回顾性或横断面调查研究); 实验设计(应交代具体的设计类型, 如自身配对设计、成组设计、交叉设计、析因设计、正交设计等); 临床试验设计(应交代属于第几期临床试验, 采用了何种盲法措施等)。主要做法应围绕4个基本原则(随机、对照、重复、均衡)概要说明, 尤其要交代如何控制重要非试验因素的干扰和影响。

2. 资料的表达与描述: 用 $\bar{x} \pm s$ 表达近似服从正态分布的定量资料, 用 $M(Q_R)$ 表达呈偏态分布的定量资料; 用统计表时, 要合理安排纵横标目, 并将数据的含义表达清楚; 用统计图时, 所有统计图的类型应与资料性质相匹配, 并使数轴上刻度值的标法符合数学原则; 用相对数时, 分母不宜小于20, 要注意区分百分率与百分比。

3. 统计分析方法的选择: 对于定量资料, 应根据所采用的设计类型、资料所具备的条件和分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 t 检验和单因素方差分析; 对于定性资料, 应根据所采用的设计类型、定性变量的性质和频数所具备的条件以及分析目的, 选用合适的统计分析方法, 不应盲目套用 χ^2 检验。对于回归分析, 应结合专业知识和散布图, 选用合适的回归类型, 不应盲目套用简单直线回归分析, 对具有重要实验数据的回归分析资料, 不应简单化处理; 对于多因素、多指标资料, 要在一元分析的基础上, 尽可能运用多元统计分析方法, 以便对因素之间的交互作用和多指标之间的内在联系作出全面、合理的解释和评价。

4. 统计结果的解释和表达: 当 $P < 0.05$ (或 $P < 0.01$) 时, 应说明对比组之间的差异有统计学意义, 而不应说对比组之间具有显著性(或非常显著性)的差别; 应写明所用统计分析方法的具体名称(如: 成组设计资料的 t 检验、两因素析因设计资料的方差分析、多个均数之间两两比较的 q 检验等), 统计量的具体值(如 $t = 3.45$, $\chi^2 = 4.68$, $F = 6.79$ 等), 应尽可能给出具体 P 值(如 $P = 0.0238$); 当涉及到总体参数(如总体均数、总体率等)时, 在给出显著性检验结果的同时, 再给出95%可信区间。

《中国康复》编辑部