

慢性功能性踝关节不稳患者踝部电流感觉阈值的研究*

张冉¹ 于惠贤¹ 胡志伟¹ 王建国¹ 陈亚平^{1,2}

摘要

目的:探索慢性功能性踝关节不稳患者踝部电流感觉阈值(current perception threshold, CPT)与正常人的差异,及CPT与主观疼痛评分、足踝部功能评分、病程及身体质量指数(body mass index, BMI)的关系。

方法:测量慢性功能性踝关节不稳患者(n=30)外踝部位2000Hz、250Hz、5Hz CPT,与正常值数据库比较,同时测量患者疼痛数字模拟评分,分析CPT与疼痛数字模拟评分的相关性。

结果:慢性功能性踝关节不稳患者外踝部位2000Hz、250Hz、5Hz CPT分别为 198.60 ± 74.19 、 38.66 ± 27.32 、 21.28 ± 19.28 ,与正常人比较CPT均降低($P < 0.05$)。2000Hz、250Hz、5Hz CPT与疼痛数字模拟评分的相关系数为0.159、0.317、0.224,与AOFAS-AHS评分的相关系数为-0.362、-0.483、-0.349,与病程的相关系数为-0.183、0.052、0.057,与BMI的相关系数为0.221、-0.076、0.242,CPT与主观疼痛评分、AOFAS-AHS评分、病程及BMI之间无相关关系($P > 0.05$)。

结论:慢性功能性踝关节不稳患者踝部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、AOFAS-AHS评分、病程及BMI之间无相关关系。

关键词 慢性功能性踝关节不稳;电流感觉阈值

中图分类号:R684,R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2019)-11-1323-05

Preliminary study of ankle current perception threshold on patients with functional chronic ankle instability/ZHANG Ran,YU Huixian,HU Zhiwei, et al//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(11): 1323—1327

Abstract

Objective:To explore the difference of current potential threshold in the ankle between the patients with functional chronic ankle instability and normal people, and find the relationship between the current potential threshold and subjective pain perception.

Method:We Measured the current potential threshold of the lateral ankle with 2000Hz, 250Hz and 5Hz current in 30 patients with functional chronic ankle instability and compared with the data of normal people. Numeric rating scale(NRS) and American Orthopaedic Foot and Ankle Society- ankle hindfoot scale (AOFAS-AHS) were also measured.The correlation between current potential threshold and NRS was analyzed.

Result:The current potential threshold of 2000Hz, 250Hz and 5Hz were 198.60 ± 74.19 , 38.66 ± 27.32 and 21.28 ± 19.28 , respectively, which were significantly lower than normal ($P < 0.05$). The correlation index between 2000Hz, 250Hz and 5Hz current potential threshold and NRS was 0.159, 0.317, 0.224. The correlation index between 2000Hz, 250Hz and 5Hz current potential threshold and AOFAS-AHS was -0.362,-0.483,-0.349. The correlation index between 2000Hz, 250Hz and 5Hz current potential threshold and duration of disease was -0.183, 0.052, 0.057. The correlation index between 2000Hz, 250Hz and 5Hz current potential threshold and BMI was 0.221,-0.076,0.242. There was no correlation between current potential threshold and NRS,AOFAS-AHS, duration of disease and BMI($P > 0.05$).

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.11.010

*基金项目:北京同仁医院科研骨干基金(TRYY-KYJJ-2015-010)

1 首都医科大学附属北京同仁医院康复科,北京东城区东交民巷1号,100730; 2 通讯作者
作者简介:张冉,女,主治医师; 收稿日期:2018-03-24

Conclusion: The current potential threshold of the ankle in patients with functional chronic ankle instability were lower than normal people, suggesting the hypersensitivity of the injury ankle. There was no correlation between current potential threshold and NRS, AOFAS-AHS, duration of disease and BMI.

Author's address Beijing Tongren Hospital Affiliated to Capital Medical University, Beijing, 100730

Key word functional chronic ankle instability; current perception threshold

踝关节扭伤是最常见的运动损伤之一。大约有40%的急性踝关节扭伤进展为慢性踝关节不稳^[1]。目前,对于诊断慢性踝关节不稳还没有形成明确统一的标准。一般认为,多次踝关节扭伤后出现肌力下降、关节不稳、关节肿胀、局部疼痛等即可诊断为慢性踝关节不稳^[2]。踝关节不稳定,包括机械性不稳定和功能性不稳定,后者是指踝关节解剖结构和周围韧带等组织没有明显异常和松弛的情况下出现的踝关节不稳定现象。

慢性功能性踝关节不稳患者的一个最主要的临床表现是慢性疼痛,活动后疼痛,甚至静息痛,严重影响患者正常行走和运动的功能。而对于这种慢性疼痛与感觉功能定量的研究尚无报道。疼痛这一主观症状与客观的感觉神经功能检查之间有无联系,对不同感觉纤维的功能进行定量检测,将有助于探究慢性功能性踝关节不稳的理论机制,为物理治疗提供依据。

电流感觉阈值(current perception threshold, CPT)是一种对感觉神经定量检测的方法,可以对三种不同的感觉纤维进行检测,目前临床上应用在糖尿病周围神经病变、尿毒症周围神经病变、腕管综合征、不安腿综合征、三叉神经痛等^[3-4]。周围神经病变随着病程进展会出现不同形式的感觉异常:早期多以感觉过敏为突出表现,中晚期才表现为感觉减退,晚期因神经结构的彻底破坏进展为感觉缺失。现有的临床检测方法多在感觉减退阶段才能发现感觉神经的异常,而在感觉过敏阶段的感觉异常即可以电流感觉阈值降低的形式表现出来^[7]。这也是CPT的检测优势。但目前尚没有对于慢性踝关节不稳患者的CPT研究。本文针对慢性踝关节不稳患者踝部CPT进行测定及研究。

1 资料与方法

1.1 一般资料

纳入标准依据Gribble^[5]等提出的慢性功能性踝

关节不稳研究入组标准:①至少1次明显的踝关节扭伤病史,受伤后出现明显的炎症反应如肿胀或疼痛。②最近1次扭伤出现在参加研究至少3个月以前。③功能活动中踝关节有失控感,在参加研究前6个月内至少出现过2次。④Cumberland踝关节不稳定评定问卷得分<24分^[6]。⑤抽屉试验及内翻应力试验未发现明显关节松弛。⑥X线或CT证实无下肢骨折。⑦未接受过康复治疗。⑧临床检查未发现踝部深浅感觉异常。

排除标准:①有影响肌肉骨骼功能的疾病病史(如足部畸形、肌萎缩侧索硬化、多发性硬化、类风湿关节炎等)。②有中枢神经系统疾病或耳部疾病史。

选取2017年9月—2018年1月在北京同仁医院康复医学科门诊就诊的单侧慢性功能性踝关节不稳患者30例,其中男13例,女17例,年龄(31.03±10.09)岁,病程(10.25±6.93)个月,患侧为左踝16例,患侧为右踝14例,BMI(24.16±3.73)作为研究对象。

1.2 方法

1.2.1 疼痛评分:采用数字分级法(numeric rating scale, NRS);在进行CPT评估之前,安静坐位下,使用数字分级法对患者疼痛程度进行评估。将疼痛程度用0—10个数字依次表示,0表示无疼痛,10表示最剧烈的疼痛。交由患者自己选择一个最能代表自身疼痛程度的数字。

1.2.2 足踝部功能评分:采用美国足踝医师协会踝和后足评分(American Orthopaedic Foot and Ankle Society- ankle hindfoot scale, AOFAS-AHS)^[7],该评分是评估踝和后足力线、足踝部功能和疼痛情况的量表,总分为100分,其中疼痛部分占40分,足踝部功能部分占50分,足踝部力线部分占10分。足踝部功能部分评价包括行走和参与体育活动受限情况、踝关节和距下关节活动度、踝和后足的稳定性,以及步态。

1.2.3 CPT测定:采用美国Neurotron Inc公司NEURMETER—CPT测试仪进行CPT测定,记录电

极为一对间隔1cm的镀金盘状电极,选择部位为患侧外踝及内踝区域,分别测定2000Hz、250Hz、5Hz时CPT值,刺激强度从0.01mA开始,逐步递增直至患者感觉到电流刺激,最大刺激强度为9.99mA。应用NEUVAL软件分析CPT结果。正常值参考NEUVAL数据库规范数据。

1.2.4 电流感觉阈值与主观疼痛评分的相关性分析:分析2000Hz、250Hz和5Hz CPT与疼痛评分及AOFAS-AHS评分的相关性。

1.3 统计学分析

采用SPSS 17.0版统计学软件进行数据处理,所得数据以均数±标准差形式表示。研究组数据进行正态性分布检验。研究组与正常人2000Hz、250Hz、5Hz CPT均值比较采用单样本t检验,2000Hz、250Hz、5Hz CPT与疼痛评分、病程、BMI、AOFAS-AHS评分的相关性采用Pearson相关分

析。 $P < 0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

患者NRS评分平均为 4.45 ± 2.57 ,AOFAS-AHS评分平均为 79.83 ± 12.50 。患者2000Hz、250Hz、5Hz时CPT分别为 198.60 ± 74.19 、 38.66 ± 27.32 、 21.28 ± 19.28 ,与NEUVAL数据库踝部规范数据比较2000Hz、250Hz、5HzCPT降低,差异均有显著性意义,见表1。

CPT与主观疼痛评分、AOFAS-AHS评分、病程、BMI无相关性。见表2。

表1 患者踝部CPT与标准值比较

项目	患者	标准值	t	P
2000Hz	198.60±74.19	271.00±159.00	-5.345	0.00
250Hz	38.66±27.32	72.00±48.00	-6.682	0.00
5Hz	21.28±19.28	45.00±35.00	-6.740	0.00

表2 CPT与主观疼痛评分、AOFAS-AHS评分、病程及BMI的相关性

项目	主观疼痛评分		AOFAS-AHS评分		病程		BMI	
	相关系数	P	相关系数	P	相关系数	P	相关系数	P
2000Hz	0.159	0.40	-0.362	0.07	-0.183	0.33	0.221	0.24
250Hz	0.317	0.09	-0.483	0.06	0.052	0.79	-0.076	0.85
5Hz	0.224	0.23	-0.349	0.07	0.057	0.77	0.242	0.20

3 讨论

3.1 慢性功能性踝关节不稳患者踝部CPT特点

CPT测试通过皮肤表面电极向人体发出电刺激,定义为持续引起感觉的最小电刺激强度。检测仪可以发放三种不同频率的电流刺激,选择性刺激不同的感觉神经纤维亚群:2000Hz测试粗有髓纤维(Aβ纤维,直径5—15μm),主要传递触觉、振动觉^[8]。250Hz测试细有髓纤维(Aδ纤维,直径1—4μm),主要传导痛觉以及冷觉。5Hz测试无髓纤维(C纤维,直径0.5—1.5μm),传递各种形式的伤害性刺激和热觉^[9]。电流刺激强度范围在0.01—9.99mA之间。位于正常值范围之下的CPT检测值提示可能存在感觉过敏,高于正常值范围的CPT检测值提示存在感觉减退。皮肤中的Aδ纤维和C纤维的终末部分构成了皮肤中的游离神经末梢。其中分布最多的是C纤维,占皮下神经纤维数的90%以上。CPT检查克服了肌电图仅能评估粗有髓神经纤维的不足,较全面反映各种感觉纤维的感受阈值。

我们的研究中发现慢性功能性踝关节不稳患者踝部CPT低于正常对照组,提示存在踝部感觉过敏,是神经损伤的一种表现。多数患者踝关节扭伤机制为踝部过度内翻导致扭伤,踝关节外侧疼痛最常见,此为腓肠神经支配区。此前的CPT研究如糖尿病周围神经病变等多显示神经支配区域CPT升高^[10],少数情况如神经源性敏感性皮肤患者中测得CPT降低^[11],在带状疱疹后神经痛部分患者显示CPT升高,部分显示CPT降低^[12],提示感觉过敏和感觉减退现象均有可能出现。这一结果说明慢性踝关节不稳的感觉神经异常也是一个发病机制。

慢性功能性踝关节不稳患者踝部CPT降低,提示患者外踝部位可能存在感觉过敏,这与多数慢性踝关节不稳患者存在的慢性疼痛可能有关。慢性功能性踝关节不稳的一个主要表现就是踝关节慢性疼痛,关节镜下可见滑膜慢性炎症表现,刺激局部引起疼痛。长时间的炎症刺激可能影响周围神经出现外周敏化,或改变中枢神经系统对疼痛的感知出现中

枢敏化。慢性踝关节不稳患者由于行走时存在代偿姿势,常导致健侧踝关节也出现疼痛等现象,因此在今后的研究中也可以进行双侧比较以及多部位比较,了解感觉过敏存在的范围,有无中枢敏化等更多信息。在治疗方面,可以研究提高痛觉阈值,降低神经过度敏感的物理因子治疗,研究治疗前后的痛觉变化和CPT变化,为康复治疗提供理论依据。

3.2 慢性功能性踝关节不稳患者踝部CPT与主观疼痛感觉、AOFAS-AHS评分、病程及BMI的关系

慢性踝关节不稳患者常见症状是踝部慢性疼痛,影响行走等活动。我们的研究发现患者主观疼痛评分为 4.45 ± 2.57 ,属于中度疼痛。主观疼痛评分与客观电流感觉阈值之间未发现相关性。我们分析数字模拟评分为患者自评的疼痛程度等级,主观性强,分级较为粗糙,数值与患者个体对疼痛的耐受程度等多种因素有关,可重复性差^[3]。在研究中并未发现数字模拟评分与客观感觉阈值的相关性,考虑可能的原因是,电流感觉阈值反映患者可以感知到的最小电流,疼痛评分反映患者对于当前疼痛等级的主观评价,在今后研究中可进行疼痛耐受阈值的相关分析。

我们的研究未发现电流感觉阈值与AOFAS-AHS评分的相关性,AOFAS-AHS评分是目前最常用的足踝部功能评分,包括疼痛情况、足踝部运动功能情况、足部力线和步态等多重信息。分析认为AOFAS-AHS评分多重信息的叠加,其中大部分与感觉无直接相关,因此未发现此评分与CPT的相关性。

在糖尿病周围神经病变研究中,患者病程与神经损伤程度相关,但在本研究中并未发现这种相关性,分析可能原因一方面是本组患者病程平均 10.25 ± 6.93 个月,分布较为集中,未能显示出相关性趋势,糖尿病患者在病程小于5年和大于5年者之间存在CPT差异,慢性踝关节不稳患者病程多分布在6个月至数年,但5年以上者少见。另一方面原因可能是糖尿病周围神经病变属于逐渐加重趋势,而慢性踝关节不稳患者的神经改变尚无明确研究结果。对于CPT与BMI的分析也没有发现相关关系。CPT检测不受皮肤厚度、瘢痕或水肿的影响,BMI高低主要影响皮下脂肪厚度,对于皮肤电流感觉测定

未见明显影响。本研究显示的CPT降低仅为初步研究,尚需要深入研究进一步探索慢性功能性踝关节不稳患者神经方面的总体特征和变化情况。

CPT可客观定量反应不同感觉纤维的功能,有助于慢性功能性踝关节不稳的感觉评估,补充主观感觉评分的不足。感觉过敏是本研究显示的慢性踝关节不稳患者疼痛长期存在的可能原因。在今后研究中结合肌电图等其他方法,对了解慢性功能性踝关节不稳的电生理改变将有帮助。

4 结论

慢性功能性踝关节不稳患者踝部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、AOFAS-AHS评分、病程及BMI之间无相关关系。这一结论提示感觉神经异常也是慢性踝关节不稳的一个发病机制,在对此类患者进行治疗不仅是进行结构的修复,神经的恢复治疗也是一个重要部分。

参考文献

- [1] Galhoum AE, Wiewiorski M, Valderrabano V. Ankle instability: Anatomy, mechanics, management and sequelae[J]. Sport OrthopTraumatol, 2017,33(1):47—56.
- [2] Moisan G, Descarreaux M, Cantin V. Effects of chronic ankle instability on kinetics, kinematics and muscle activity during walking and running: A systematic review[J]. Gait Posture,2017,52:381—399.
- [3] Nishimura A, Ogura T, Hase H, et al. A correlative electrophysiologic study of nerve fiber involvement in carpal tunnel syndrome using current perception thresholds[J]. ClinNeurophysiol, 2004,115(8):1921—1924.
- [4] Okochi M, Ueda K, Mochizuki Y, et al. How can paresthesia after zygomaticomaxillary complex fracture be determined after long-term follow-up? a new and quantitative evaluation method using current perception threshold testing [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2015,73(8):1554—1561.
- [5] 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.
- [6] 李淑媛,朱磊,张亚楠,等.Cumberland踝关节不稳定评定问卷的汉化与信度、效度分析[J].中国运动医学杂志,2011,30(9):814—819.
- [7] Kitaoka HB, Alexander IJ, Adelaar RS, et al. Clinical rating

- systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes[J]. *Foot Ankle Int*, 1994,15(7):349—353.
- [8] Cho YW, Kang MS, Kim KT, et al. Quantitative sensory test for primary restless legs syndrome/Willis-Ekbom disease using the current perception threshold test[J]. *Sleep Med*, 2017,30:19—23.
- [9] Lv SL, Fang C, Hu J, et al. Assessment of peripheral neuropathy using measurement of the current perception threshold with the neurometer[®] in patients with type 1 diabetes mellitus[J]. *Diabetes Res ClinPract*,2015,109(1):130—134.
- [10] 熊英琼, 胡凡, 潘婕, 等. 电流感觉阈值在糖尿病周围神经病变诊断中的评价[J]. *中国神经精神疾病杂志*,2017,43(10):582—585.
- [11] 李淑媛, 王学民, 高延瑞, 等. 电流感觉阈值在诊断神经源性敏感性皮肤中的意义[J]. *临床皮肤科杂志*,2014,43(1):11—13.
- [12] 周朝生, 程超, 徐刚, 等. 带状疱疹性神经痛病人痛区皮下纤维的神经功能评估[J]. *中国疼痛医学杂志*,2017,23(3):179—188.
- [13] Martin KD, Van Buren JP, Wake J, et al. Comparison of visual analog pain score reported to physician vs nurse[J]. *Foot Ankle Int*, 2018,39(3):300—303.

(上接第 1315 页)

- in cerebral palsy[J]. *Clin Biomech*, 2015, 31: 20—28.
- [27] Saini SS, Reb CW, Chapter M, et al. Achilles tendon disorders[J]. *J Am Osteopath Assoc*, 2015, 115(11): 670—676.
- [28] Mullix J, Warner M, Stokes M. Testing muscle tone and mechanical properties of rectus femoris and biceps femoris using a novel hand held MyotonPRO device: relative ratios and reliability[J]. *Working Papers in Health Sciences*, 2012, 1: 1—8.
- [29] Aird L, Samuel D, Stokes M. Quadriceps muscle tone, elasticity and stiffness in older males: reliability and symmetry using the MyotonPRO[J]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2012, 55 (2): e31—e39.
- [30] Johnson MA, Polgar J, Weightman D, et al. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles: an autopsy study[J]. *J Neurol Sci*, 1973, 18(1): 111—129.
- [31] Mutungi G, Ranatunga KW. The viscous, viscoelastic and elastic characteristics of resting fast and slow mammalian (rat) muscle fibres[J]. *J Physiol*, 1996, 496(3): 827—836.
- [32] Mutungi G, Ranatunga K. Temperature-dependent changes in the viscoelasticity of intact resting mammalian (rat) fast-and slow-twitch muscle fibres[J]. *J Physiol*, 1998, 508(1): 253—265.
- [33] 刘春龙, 黄佳鹏, 秦鹏, 等. 踝关节被动牵拉角度和腓肠肌内外侧头肌肉硬度的关系 [J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33 (3): 349—351.
- [34] Elizabeth, Pruyne C, Mark, et al. Validity and reliability of three methods of stiffness assessment[J]. *J Sport Health Sci*, 2015, 5(4): 476—483.

(上接第 1322 页)

- tigue and passive tissue elongation on the flexion-relaxation response[J]. *Appl Ergon*, 2017, 63:72—78.
- [30] Sandler RD, Sui X, Church TS, et al. Are flexibility and muscle-strengthening activities associated with a higher risk of developing low back pain?[J]. *J Sci Med Sport*, 2014, 17(4):361—5.
- [31] Alschuler KN, Neblett R, Wiggert E, et al. Flexion-relaxation and clinical features associated with chronic low back pain: A comparison of different methods of quantifying flexion-relaxation[J]. *Clin J Pain*, 2009, 25(9):760—6.
- [32] 冯能, 李跃红, 缪芸, 等. 慢性腰痛患者站立位躯干屈伸运动时腰背肌的功能变化研究[J]. *中国康复医学杂志*, 2012, 27 (7):600—604.
- [33] Marshall P, Murphy B. Changes in the flexion relaxation response following an exercise intervention[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2006, 31(23):E877—83.
- [34] Salamat S, Talebian S, Bagheri H, et al. Effect of movement control and stabilization exercises in people with extension related non-specific low back pain: a pilot study [J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2017, 21(4):860—865.
- [35] Okamoto T, Masuhara M, Ikuta K. Acute effects of self-myofascial release using a foam roller on arterial function [J]. *J Strength Cond Res*, 2014, 28(1):69—73.
- [36] 于瑞, 王楚怀, 潘翠环, 等. 悬吊运动疗法治疗慢性非特异性下腰痛后站立位腰屈伸运动表面肌电信号的变化[J]. *中国康复理论与实践*, 2015, 21(8):943—946.
- [37] Bradbury-Squires DJ, Noftall JC, Sullivan KM, et al. Roller-massager application to the quadriceps and knee-joint range of motion and neuromuscular efficiency during a lunge[J]. *J Athl Train*, 2015, 50(2):133—40.