

肌肉能量技术治疗慢性踝关节不稳的临床研究

商鑫飞^{1,2}, 乔彩娜^{1,2}, 曹凯³, 刘克敏^{1,2}

【摘要】 目的:探索自我主动训练联合肌肉能量技术对慢性踝关节不稳患者踝关节背屈活动度、静态平衡、姿势控制能力的影响及对踝关节疼痛的疗效。**方法:**慢性踝关节不稳患者 40 例随机分为对照组和观察组各 20 例,对照组仅采用自我主动训练,观察组采用肌肉能量技术联合自我主动训练,肌肉能量技术训练包含等长收缩后放松、收缩放松、交互抑制、收缩放松拮抗肌收缩、离心性收缩等。治疗前后分别采用汉化的坎伯兰踝关节不稳评价量表(CAIT)进行评定,Active Balancer EAB-100 平衡仪测量重心移动轨迹总长度(WL)和重心移动范围总面积(CIRCU A),负重弓步试验(WBLT)评估踝关节背屈活动度。**结果:**治疗 6 周后,2 组 CAIT 评分及 WBLT 参数均较治疗前显著增加(均 $P < 0.01$),且观察组均高于对照组(均 $P < 0.05$);2 组重心移动轨迹总长度和重心移动范围总面积均较治疗前显著降低($P < 0.01$),且观察组均低于对照组(均 $P < 0.05$)。**结论:**肌肉能量技术可以改善慢性踝关节不稳患者踝关节的背屈活动度、静态平衡、姿势控制能力、疼痛及主观不稳定感。

【关键词】 慢性踝关节不稳;踝关节自我主动训练;肌肉能量技术

【中图分类号】 R49;R684.7 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.10.010

踝关节外侧损伤(lateral ankle sprain, LAS)是运动中最常见的损伤之一^[1], LAS 对韧带的结构完整性和各种机械感受器造成损害。75%的踝关节损伤患者容易复发且 40%的踝关节损伤患者会发展成慢性踝关节不稳(chronic ankle instability, CAI)^[2]。在运动员中踝关节残余疼痛和不安定感是最常见的主诉^[3], 发生率分别为 30.2%和 20.4%。随着复发性损伤次数的增加,残余症状的频率也会增加^[4]。CAI 症状包括肌力弱、踝关节不稳和慢性疼痛等^[5]。相关的损伤如踝关节背屈活动范围(dorsiflexion range of motion, DFROM)障碍、关节运动学改变和感觉运动障碍可能存在数十年导致生活质量下降^[5-6]。踝关节 DFROM 受限与 CAI 患者的姿势控制和平衡障碍相关^[7]。根据患者情况选择不同的弹力带进行抗阻训练、肌力训练的效果很明显^[8]。徒手治疗是很有效的 CAI 治疗方式,肌肉能量技术便是一种徒手治疗方法^[9-10]。肌肉能量技术(muscle energy technique, MET)是整骨疗法学的一种^[11-12]。MET 通过调动关节和拉伸紧绷的肌肉筋膜来改善肌肉骨骼功能,减少疼痛,并改善血液循环和淋巴回流^[12-13]。MET 使用轻柔的等长收缩,通过自发抑制或交互抑制,放松并拉长肌肉^[14-15]。MET 中患者在一个精确控制的位置和

方向上产生收缩,对抗治疗师施加的反作用力^[16]。本文旨在探索踝关节自我主动训练联合 MET 能否改善慢性踝关节不稳患者的踝关节的背屈活动度、静态平衡、姿势控制能力、疼痛及主观不稳定感。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2021 年 9 月~2022 年 3 月北京博爱医院慢性踝关节不稳患者 40 例,均符合国际踝关节协会制定的慢性踝关节不稳的诊断标准^[17]。纳入标准:年龄 18~50 岁;在研究前 6 个月曾有踝关节扭伤且不伴有其他骨关节疾病;坎伯兰踝关节不稳评价量表(Cumberland Ankle Instability Tool, CAIT)评分 24 分或更低;无其他下肢骨骼肌损伤史;自愿参与本研究并签订知情同意书。排除标准:前庭或平衡相关功能障碍;研究前 6 个月内曾有踝关节骨折或肌肉韧带撕裂;研究前 6 个月内动过外科手术;年龄 > 50 岁。本研究经过中国康复研究中心医学伦理委员会批准(No. 2021-128-1)。采用随机数字表法将患者分为观察组和对照组各 20 例。2 组一般资料比较差异无统计学意义。见表 1。

表 1 2 组患者一般资料比较

组别	n	性别 (男/女,例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	BMI (kg/m ² , $\bar{x} \pm s$)
对照组	20	12/8	31.55±7.71	171.00±8.06	65.30±11.16	22.23±2.88
观察组	20	10/10	31.85±7.70	171.30±8.20	71.05±17.37	23.98±4.51
χ^2/t 值		0.404	-0.123	-0.117	-1.245	-1.462
P 值		0.525	0.903	0.908	0.221	0.152

1.2 方法 本研究使用的弹力带长 2080mm、宽 28.5mm、厚 4.5mm。阻力值 35kg,力值范围 9.1~

收稿日期:2022-03-28

作者单位:1. 首都医科大学康复医学院,北京 100068;2. 中国康复研究中心北京博爱医院,北京 100068;3. 北京同仁医院,北京 100730

作者简介:商鑫飞(1989-),男,主管技师,主要从事脊髓损伤和骨关节疾病康复方面的研究。

通讯作者:刘克敏, keminqliu@sina.com

45kg。

1.2.1 对照组 采用自我主动训练,包括以下3种训练内容:a.带有阻力带的踝关节自我主动训练,受试者在距小腿关节处放置一个弹力带,患足踩上一个台阶,对侧腿伸展成弓步姿势。束带向后绑在支架上,告知受试者在避免膝外翻的同时进行踝关节背屈。b. Kettlebell 背屈,受试者采取单膝弓步姿势,患足稳固地放在地面上,同时将一个重8kg的壶铃放在患侧膝关节上方,告知受试者进行最大范围的踝关节背屈。c. 拉带训练,在这个练习中,需要两根弹力带。受试者坐在地板上,患侧下肢伸直。其中一根弹力带环绕踝关节并水平系在固定架上,对关节施加牵拉力;另一根弹力带环绕脚掌,告知受试者双手向头部方向牵拉弹力带。以上3种训练,受试者重复做3组,每组10次,每组间休息1min,完成上述所有练习,每周3次,持续6周。

1.2.2 观察组 采用肌肉能量技术联合自我主动训练。受试者在完成以上3种自我主动训练的同时还要接受专业康复治疗师的MET治疗。肌肉能量技术包含5个治疗项目,即等长收缩后放松、收缩放松、交互抑制、收缩放松拮抗肌收缩、离心性收缩。训练的主要肌群为胫骨前肌、腓骨长肌、腓骨短肌、腓肠肌、比目鱼肌、胫骨后肌。针对踝关节的背屈、跖屈和内外翻,每种运动模式患者抵抗治疗师的阻力5~10s,重复20次。每次30min,每周3次,持续6周。

1.3 评定标准 分别在受试者接受治疗前及治疗6周后采用CAIT评价量表进行评定;采用Active Balancer EAB-100平衡仪测量受试者重心移动轨迹的总长度和重心移动范围的总面积;利用负重弓步试验(Weight-bearing lunge test, WBLT)评估受试者的踝关节背屈活动度。

1.3.1 CAIT CAIT问卷一共包含9个问题,分左踝和右踝两侧,总分30分。CAIT具有较高的诊断特异度和灵敏度,同时可以预测出Freeman^[18]提出的功能性踝关节不稳的最小标准。问卷主要涉及的方面有日常行走运动、急转弯、上下台阶、单腿站立、单腿跳跃、对踝关节不稳的主观控制能力以及发生踝关节扭伤后的恢复时间。27.5分为该量表的临界分值,如果评分高于27.5分则表示受检的踝关节不存在功能性

的踝关节不稳。27.5分以下则提示受检踝关节发生过扭伤,存在功能性踝关节不稳。评价得分越低表示受检踝关节稳定性越差,因此该量表既可以用来鉴定踝关节是否稳定,也可以用来诊断踝关节功能不稳的程度^[19]。

1.3.2 WBLT 测试时,受试者面朝墙壁站立,患足平行于一个卷尺,卷尺固定在地面上,另一条腿以前后串联的姿势放在后面。向前弓步直到前膝接触到墙壁,足跟不可离开地面。在保持足跟平放在地面、膝关节接触墙壁的同时,受试者患足离墙壁最近的部分与墙壁之间的最大距离即为WBLT试验的参数。

1.3.3 Active Balancer EAB-100平衡仪检测 采用Active Balancer EAB-100平衡仪进行检测。这一系统由压力平板传感器、图像显示器、ABS20专用平衡处理和分析软件构成。系统收集压力传感器上的力学信号然后转化为数字信号传入电脑进行自动分析。本研究采集的参数为重心移动轨迹总长度(Whole Path Length, WL)和重心移动范围总面积(Circumference Area, CIRC A)。

1.4 统计学方法 采用SPSS 23.0软件进行数据分析。经Kolmogorov-Smirnov检验和Shapiro-Wilk检验,计量资料数据符合正态分布且满足方差齐性,以 $\bar{x} \pm s$ 表示,计数资料采用 χ^2 检验。治疗前后组内比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立 t 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗前,2组间各项指标比较差异均无统计学意义。治疗6周后,2组CAIT评分及WBLT参数均较治疗前显著增加(均 $P < 0.01$),且观察组均高于对照组(均 $P < 0.05$);2组WL和CIRC A均较治疗前显著降低($P < 0.01$),且观察组均低于对照组(均 $P < 0.05$)。见表2,3。

3 讨论

本研究2组受试者都表现出了较高的治疗依从性且均未出现身体不适。结果表明两种干预措施都能有效的改善慢性踝关节不稳患者踝关节的背屈活动度、

表2 2组治疗前后CAIT评分及WBLT参数比较

组别	n	CAIT(分)				WBLT(cm)			
		治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
对照组	20	17.70±4.28	19.05±4.10	-6.110	<0.001	9.78±1.81	10.92±1.75	-9.903	<0.001
观察组	20	17.95±3.38	21.60±3.42	-27.801	<0.001	9.82±1.97	12.06±1.71	-16.253	<0.001
t		-0.205	-2.136			-0.067	-2.089		
P		0.839	0.039			0.947	0.043		

表3 2组治疗前后 WL 及 CIRC UA 参数比较

 $\bar{x} \pm s$

组别	n	WL(mm)				CIRC UA(mm ²)			
		治疗前	治疗后	t	P	治疗前	治疗后	t	P
对照组	20	2975.08±536.75	2732.55±530.31	17.670	<0.001	1069.45±188.73	924.50±174.17	14.157	<0.001
观察组	20	3009.05±692.78	2382.98±539.87	8.611	<0.001	1051.22±167.07	807.64±152.17	25.464	<0.001
t		-0.173	2.066			0.323	2.260		
P		0.863	0.046			0.748	0.030		

静态平衡、姿势控制能力、疼痛及主观不稳定感,然而2组间各项指标的改善程度是不同的。踝关节背屈受限普遍存在于CAI患者中,与传统的关节角度测量相比,本研究中选用的负重弓步试验具有较高的内因子和内因子可靠性,且以往的CAI患者研究表明负重弓步试验与踝关节的姿势控制能力相关^[20-22]。而且踝关节背屈受限可能是增加其他结构如前交叉韧带或跟腱损伤的危险因素^[23]。踝关节关节囊和软组织损伤、本体感觉障碍、踝关节跖屈肌(特别是腓肠肌-比目鱼肌复合体)的紧张等都与踝关节背屈受限相关^[24-26]。有证据表明,无论是手法治疗还是器械治疗,增强距骨后侧滑动都可以改善踝关节背屈活动度,而且负重抗阻运动可以有效地改善踝关节背屈活动度^[7,20,27]。本研究中的肌肉能量技术以及以增强距骨后侧滑动为重点的自我主动训练,均改善了CAI患者的踝关节背屈活动度,这与以往的研究结果是一致的。

疼痛以及主观不稳定感是困扰CAI患者的又一个难题。研究表明,在踝关节疼痛和关节不稳定感之间存在正相关关系,而且CAI患者的踝关节不稳定感通常与对急性扭伤的恐惧有关^[28]。本研究采用CAIT量表来评价CAI患者的疼痛及主观不稳定感。有研究表明,关节运动和神经肌肉训练可以有效的改善CAI患者的疼痛及主观不稳定感^[27,29]。之前Shih等^[30]的研究结果表明仅在关节运动联合神经肌肉训练组中CAIT是有改善的,与之相比,本研究中经过6周的治疗后观察组和对照组的CAIT评分均有明显的提高。肌肉能量技术治疗效果的生理机制涉及多种神经和生物力学机制,包括痛觉减退、本体感觉增强、反射性肌肉松弛、运动系统编程和控制,以及炎性液体的变化等^[31]。我们的研究结果表明了肌肉能量技术治疗CAI患者疼痛及主观不稳定感是有效的,而研究中无论有无应用肌肉能量技术,治疗后CAIT值均不能达到27.5分以上,是否因为治疗时间问题而影响踝关节的治愈,需要进一步研究探讨。

CAI是一种本体感觉障碍,表现为平衡和姿势控制障碍^[32]。平衡是通过髋关节、膝关节和踝关节的联合运动来维持的,当关节位置不能被正确感知或矫正动作不能以协调的方式执行时,就会出现平衡障碍^[33]。从躯体感觉、视觉和前庭系统获得的感觉信息

首先传到中枢神经系统,然后发出信号传递到躯干和四肢的肌肉以保持姿势稳定^[34-36]。姿势控制的维持还与运动系统预编程反应、神经传导速度、关节运动范围和肌肉力量等因素有关^[37-38]。肌肉能量技术在肌肉收缩时通过自发抑制和交互抑制放松并拉长肌肉,同时刺激高尔基腱器官和肌梭产生肌肉抑制,从而对肌肉进行协调控制促进本体感觉和运动的整合^[39]。在EAB-100平衡仪测试中,重心移动轨迹总长度越长表示重心摆动越大,重心移动范围总面积越大表示平衡障碍越严重,重心移动范围总面积还能反应受试者踝关节的姿势控制及细微调节能力^[40]。对比观察组和对照组的研究结果可以看出肌肉能量技术可以有效的改善CAI患者的平衡和姿势控制障碍,在临床应用中是值得推广的。从重心的转移范围来看,治疗后重心转移范围有所下降,但是否这些治疗方法仅仅改善了踝关节背屈功能,并未改善踝关节的稳定性,需要进一步研究探讨。

本研究的局限性在于样本量小,干预时间和观察周期较短,缺乏长期随访数据从而无法反映出长期疗效。且临床治疗过程中MET与自我主动训练联合应用的先后顺序及各自所占比重是否存在差异,日后有待于进一步研究探讨。

【参考文献】

- [1] Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, et al. Evidence review for the 2016 International Ankle Consortium consensus statement on the prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains [J]. Br J Sports Med, 2016, 50(24): 1496-1505.
- [2] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, et al. Recovery From a First-Time Lateral Ankle Sprain and the Predictors of Chronic Ankle Instability: A Prospective Cohort Analysis [J]. Am J Sports Med, 2016, 44(4): 995-1003.
- [3] Yeung MS, Chan KM, So CH, et al. An epidemiological survey on ankle sprain [J]. Br J Sports Med, 1994, 28(2): 112-116.
- [4] Ferran NA, Maffulli N. Epidemiology of sprains of the lateral ankle ligament complex [J]. Foot Ankle Clin, 2006, 11(3): 659-662.
- [5] Arnold BL, Wright CJ, Ross SE. Functional ankle instability and health-related quality of life [J]. J Athl Train, 2011, 46(6): 634-641.
- [6] Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: evolution of the model [J]. J Athl Train, 2011, 46(2): 133-141.
- [7] Cruz-Díaz D, Lomas Vega R, Osuna-Pérez MC, et al. Effects of joint mobilization on chronic ankle instability: a randomized controlled trial

- [J]. Disabil Rehabil, 2015, 37(7): 601-610.
- [8] 覃华生, 潘玮敏, 李然, 等. 慢性踝关节不稳的运动康复: 研究现状与特点[J]. 中国组织工程研究, 2018, 22(36): 5865-5871.
- [9] Hoch MC, Staton GS, Medina McKeon JM, et al. Dorsiflexion and dynamic postural control deficits are present in those with chronic ankle instability[J]. J Sci Med Sport, 2012, 15(6): 574-579.
- [10] Johanson MA, Armstrong M, Hopkins C, et al. Gastrocnemius Stretching Program: More Effective in Increasing Ankle/Rear-Foot Dorsiflexion When Subtalar Joint Positioned in Pronation Than in Supination[J]. J Sport Rehabil, 2015, 24(3): 307-314.
- [11] Fryer G. Muscle energy technique: an evidence-informed approach[J]. Int J Osteopath Med, 2011, 14(1): 3-9.
- [12] Goodridge JP. Muscle energy technique: definition, explanation, methods of procedure[J]. J Am Osteopath Assoc, 1981, 81(4): 249-54.
- [13] 朱小棠, 刘沙鑫, 黎德聪, 等. 肌肉能量技术治疗非特异性下腰痛研究进展[J]. 新医学, 2020, 51(5): 335-339.
- [14] Manzoor A, Anwar N, Khalid K, et al. Comparison of effectiveness of muscle energy technique with Mulligan mobilization in patients with non-specific neck pain[J]. J Pak Med Assoc, 2021, 71(6): 1532-1524.
- [15] Osama M. Effects of autogenic and reciprocal inhibition muscle energy techniques on isometric muscle strength in neck pain: A randomized controlled trial[J]. J Back Musculoskelet Rehabil, 2021, 34(4): 555-564.
- [16] 蒋闻蔚, 袁奚佳, 曹震宇. 肌肉能量技术在康复医学领域的研究进展[J]. 中国医药科学, 2021, 11(17): 38-41.
- [17] 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 Orthop Sports Phys Ther, 2013, 43(8): 585-591.
- [18] Freeman M A. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle[J]. J Bone Joint Surg Br, 1965, 47(4): 669-677.
- [19] Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, et al. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2006, 87(9): 1235-1241.
- [20] Kang MH, Kim JW, Choung SD, et al. Immediate effect of walking with talus-stabilizing taping on ankle kinematics in subjects with limited ankle dorsiflexion[J]. Phys Ther Sport, 2014, 15(3): 156-161.
- [21] Cruz DD, Hita CF, Martínez AA, et al. Ankle-Joint Self-Mobilization and CrossFit Training in Patients With Chronic Ankle Instability: A Randomized Controlled Trial[J]. J Athl Train, 2020, 55(2): 159-168.
- [22] Jeon IC, Kwon OY, Yi CH, et al. Ankle-dorsiflexion range of motion after ankle self-stretching using a strap[J]. J Athl Train, 2015, 50(12): 1226-1232.
- [23] Angermann P, Hovgaard D. Chronic Achilles tendinopathy in athletic individuals: results of nonsurgical treatment[J]. Foot Ankle Int, 1999, 20(5): 304-306.
- [24] Needle AR, Lepley AS, Grooms DR. Central Nervous System Adaptation After Ligamentous Injury: a Summary of Theories, Evidence, and Clinical Interpretation[J]. Sports Med, 2017, 47(7): 1271-1288.
- [25] Doherty C, Bleakley C, Delahunt E, et al. Treatment and prevention of acute and recurrent ankle sprain: an overview of systematic reviews with meta-analysis [J]. Br J Sports Med, 2017, 51(2): 113-125.
- [26] 郝勃然. 慢性踝关节不稳的研究[J]. 医学信息, 2021, 34(12): 64-67.
- [27] Hoch MC, McKeon PO. Joint mobilization improves spatiotemporal postural control and range of motion in those with chronic ankle instability[J]. J Orthop Res, 2011, 29(3): 326-332.
- [28] Adal SA, Mackey M, Pourkazemi F, et al. The relationship between pain and associated characteristics of chronic ankle instability: a retrospective study[J]. J Sport Health Sci, 2020, 9(1): 96-101.
- [29] Cruz DD, Lomas VR, Osuna PMC, et al. Effects of 6 weeks of balance training on chronic ankle instability in athletes: a randomized controlled trial[J]. Int J Sports Med, 2015, 36(9): 754-760.
- [30] Shih YF, Yu HT, Chen WY, et al. The effect of additional joint mobilization on neuromuscular performance in individuals with functional ankle instability[J]. Phys Ther Sport, 2018, 30(1): 22-28.
- [31] Fryer, G. Muscle energy technique: An evidence-informed approach [J]. Int. J. Osteopath. Med, 2011, 14(1): 3-9.
- [32] Xue X, Ma T, Li Q, et al. Chronic ankle instability is associated with proprioception deficits: A systematic review and meta-analysis[J]. J Sport Health Sci, 2021, 10(2): 182-191.
- [33] Khalaj N, Vicenzino B, Smith MD. Hip and knee muscle torque and its relationship with dynamic balance in chronic ankle instability, copers and controls[J]. J Sci Med Sport, 2021, 24(7): 647-652.
- [34] Roijezon U, Clark NC, Treleven J. Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions[J]. Man Ther, 2015, 20(3): 368-377.
- [35] Song K, Burcal CJ, Hertel J, et al. Increased visual use in chronic ankle instability: a meta-analysis[J]. Med Sci Sports Exerc, 2016, 48(10): 2046-2056.
- [36] 郑绍敏, 黄墩兵, 姜财, 等. 功能性踝关节不稳患者踝关节背伸/跖屈和外翻/内翻峰值力矩比值与姿势控制能力的相关性研究[J]. 中国康复, 2021, 36(7): 392-395.
- [37] Thompson C, Schabrun S, Romero R, et al. Factors Contributing to Chronic Ankle Instability: A Systematic Review and Meta-Analysis of Systematic Reviews [J]. Sports Med. 2018, 48(1): 189-205.
- [38] 周莉, 张丽萍, 吴家宝, 等. 功能性踝关节不稳患者踝部运动功能特征研究[J]. 中国康复, 2021, 36(6): 356-359.
- [39] Macefield VG, Knellwolf TP. Functional properties of human muscle spindles [J]. J Neurophysiol, 2018, 120(2): 452-467.
- [40] 宋桂芸, 张璞, 恽晓平. 平衡仪静态平衡功能参数正常参考值的建立及权重分析[J]. 中国康复理论与实践, 2015, 21(9): 1069-1073.