

• 综 述 •

针刺肌筋膜疼痛触发点治疗慢性踝关节不稳的研究进展^{*}吴雪莲^{1,2}, 张志新^{1,2}, 彭余悦^{1,2} 综述, 吴宗辉^{1,2△} 审校

(1. 西南大学运动康复研究所, 重庆 400799; 2. 西南大学医院, 重庆 400799)

[摘 要] 本体感觉受损是导致慢性踝关节不稳(CAI)患者姿势异常、多次损伤的主要原因。康复训练是目前治疗 CAI 的“金标准”,但其存在时间-剂量效应。针刺肌筋膜疼痛触发点(MTrPs)可直接针对本体感觉器进行调整,改善其感知能力。该文对针刺 MTrPs 治疗 CAI 的研究进展进行了综述,以期为 CAI 患者早期康复提供新的思路和证据。

[关键词] 肌筋膜疼痛触发点; 慢性踝关节不稳; 本体感受器; 综述

DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2023.06.028 **中图法分类号:**R68

文章编号:1009-5519(2023)06-1029-07 **文献标识码:**A

**Research progress on the acupuncture on myofascial trigger points
in the treatment of chronic ankle instability^{*}**

WU Xuelian^{1,2}, ZHANG Zhixin^{1,2}, PENG Yuyue^{1,2}, WU Zonghui^{1,2△}

(1. Institute of Sports Rehabilitation, Southwest University, Chongqing 400799, China;

2. Southwest University Hospital, Chongqing 400799, China)

[Abstract] Proprioceptive impairment is the main cause of postural abnormality and multiple injuries in patients with chronic ankle instability(CAI). Rehabilitation training is the “gold standard” for the treatment of CAI at present, but it has a dose-time-effect relationship. Acupuncture on myofascial trigger points(MTrPs) can directly adjust proprioceptor and improve its perception ability. The paper reviews the research progress of acupuncture on MTrPs in the treatment of CAI, in order to provide new ideas and evidence for the early rehabilitation of patients with CAI.

[Key words] Myofascial trigger points; Chronic ankle instability; Proprioceptor; Review

慢性踝关节不稳(CAI)是由于踝关节周围韧带一次受损后,出现反复再损伤的现象,形成扭伤-不稳-再次扭伤的恶性循环,造成周围组织的多重损害或修复不及时,严重时可导致骨关节炎、体态异常等。康复训练是目前治疗 CAI 的“金标准”,其存在时间-剂量效应,往往需要 8~12 周^[1]。针刺肌筋膜疼痛触发点(MTrPs)是使用一次性针具对骨骼肌内的 MTrPs 进行直接灭活,可弥补康复训练不能直接对本体感受器进行直接干预的问题,有可能更快地获得治疗效果。本文对针刺 MTrPs 治疗 CAI 的研究进展进行了综述。

1 CAI 概述

踝关节扭伤是常见的运动损伤之一,占有运动损伤的 15%~20%^[2]。20%~40%的踝关节扭伤会发展成为 CAI,尤其在损伤后 4 周,CAI 发生率会明

显增加。CAI 持续时间长,并伴随着踝关节不稳、残余损伤症状和感知功能的下降^[3-4],常分为机械性不稳和功能性不稳两大类。CAI 疼痛通常不是首发症状,常通过患者病史、症状和查体确诊,主要临床表现为屈曲时踝关节反复的关节松弛,内翻应力下外侧不稳定。其中,查体诊断 CAI 的灵敏度为 96%,特异度为 84%。已有研究指出,CAI 患者无论在静态或动态情况下均表现出更少的稳定性和更低的准确性,同时还存在下肢力学等改变^[5-7]。踝关节损伤后肌肉、韧带等会随着时间或训练逐渐恢复,但感觉器的恢复却明显滞后,这给踝关节功能的整体回归带来了阻碍。

1.1 CAI 功能障碍

1.1.1 局部功能障碍

1.1.1.1 感觉功能障碍 20 世纪 60 年代,FREE-MAN 首次描述了踝关节损伤后存在感觉运动缺陷:

^{*} 基金项目:重庆市中医药重点建设学科项目(2021-4322190044)。

[△] 通信作者, E-mail: wuzh@swu.edu.cn。

踝关节损伤后外周机械感受器受到损伤,会影响高级皮层中枢准确检测关节在空间中的位置并进行协调反应的能力^[8]。感觉系统主要分为深、浅感觉,而深感觉又被称为本体感觉。本体感受器指的是位于肌肉、肌腱、关节囊和韧带等运动器官处的感觉神经末梢等装置,能够感受肌肉张力和压力的变化,感受关节伸展程度,并将这些感受变化的刺激信号转化为神经冲动传入大脑皮质躯体运动中枢,以调节骨骼肌的运动,使人感受到身体在空间的位置、姿势、运动的变化等,是感觉运动闭环中首要前提。有研究证实,肌肉主动防御反应大小和招募能力是大脑皮质介导的,来自肌肉和肌腱的本体感受信息是影响感觉运动的控制来源,感觉传入反馈是正常运动的一部分。踝关节本体感受器收集踝关节的位置觉、运动觉、力觉和振动觉相关信息,经神经传至脊髓和大脑感觉运动中枢,经中枢整合后,将信息传出,最终踝关节为适应外部环境变化而调整运动和增强稳定性。

大量研究指出,CAI 患者感觉功能会出现障碍。CAI 患者损伤侧踝关节在 5、250 Hz 频率下相关感觉神经纤维的感觉阈值增加,步行中更依赖视觉代偿,且运动觉和位置觉出现缺陷,足底足皮肤和振动触觉减少^[9-10]。这些研究证实,CAI 损伤后关节囊和肌肉内的本体感觉器如肌梭无法同步恢复,导致本体感受器无法有效、准确地收集和传递或接受信息,因此,向下对足底部受到不均的力学,产生不适当的压力,向上对膝部、髌部乃至腰部产生不良影响,最终造成对整个肢体的生物力学不良,而生物力学不良反过来又会加重肢体的负荷,形成恶性循环。

1.1.1.2 运动功能障碍 CAI 不只是感觉功能失调,更多地表现为运动姿势控制的缺陷。POSTLE 等^[11]观察到健康成人在不平地面行走、奔跑和起跳时均可检测到踝关节外侧肌群有 80~100 ms 的预激期,而 CAI 患者踝周围肌群的预激活能力下降至 75 ms。骨骼肌中主要的本体感受器是肌梭,当肌肉受到外部或内部压力使肌肉收缩张力增大时,肌梭受到刺激信号而被激活,将神经冲动经传至中枢神经系统,最终使效应肌肉进行运动输出。本体感受器校准的丢失会导致脊髓和脑水平的错误信息,从而导致运动输出表现异常。大量研究指出,CAI 患者踝关节不光出现肌力和耐力不足外,其膝关节和髌关节(如臀部肌肉、膝伸肌群)的肌力也会下降,尤其是髌外展肌表现最为明显,而且踝关节外翻、第一跖趾关节背屈和踝关节跖屈关节活动度受限,会导致整个肢体出现力学障碍,出现明显的姿势缺陷^[12-15]。

踝关节的稳定性主要依赖骨性结构、关节囊及与

韧带连接和肌肉群。在正常情况下,腓骨肌群具有外翻足部及跖屈踝关节的功能,腓骨长肌提供后足外翻 35% 的力量,腓骨短肌提供后足外翻 28% 的力量。因此,腓骨肌群对踝关节运动中突然的、加速的运动的反应能力决定了动态稳定性,可预防踝关节外侧损伤。CAI 患者腓骨肌群在各类任务中表现为力量下降、潜伏期增加、激活能力异常、募集能力降低等^[16-17]。2022 年,HYODO 等^[18]研究发现,CAI 患者患侧腓骨长肌活动在拇趾最大伸、外展踝关节跖屈时显著增加,同时在踝关节背屈时,患侧腓骨长肌和胫骨前肌活动显著增加。2021 年,KAZEMI 等^[19]通过超声检查发现,CAI 患者腓骨长肌的肌肉纤维长度变短且腓骨肌的外侧边界更不清晰。TRETRILUXANA 等^[20]通过表面肌电图发现,CAI 患者在跳跃着陆任务中,准备足接触时,腓骨长肌肌电图振幅降低,且肌肉激活模式也出现异常。与此同时,无论是双足站立还是单足站立时,CAI 患者足底压力中心分布也表现出了异常,左/右动摇轨迹长尤为严重^[21]。2021 年,MOLINA-RUEDA 等^[22]研究指出,CAI 患者静态情况下的稳定性极限试验表现出较差的重心移动能力。KOSIK 等^[23]研究发现,CAI 患者在垂直跳跃任务后会出现更快速、更频繁的主动姿势控制以恢复平衡。KIM 等^[24]研究发现,在早期和晚期的站立阶段,CAI 患者踝关节前剪切力更大。

1.1.2 脑区功能障碍 CAI 患者会出现大脑皮质功能障碍。高级中枢第三感觉区即中央前回,既是本体感觉(运动觉)的感觉区,又是运动感觉区。2022 年,SHEN 等^[25]指出,CAI 患者感觉运动网络内的局部固有神经元活性增强且更连贯,内部的信息交换更强,而疼痛/情绪调节相关区域的局部固有神经元活性较低,且遥远的半球间区域之间的信息交换更弱。2021 年,LEE 等^[26]研究发现,经平衡训练后,CAI 患者脑电波等相关指标均显著升高。2020 年,TERADA 等^[27]研究发现,CAI 患者进行单腿站立任务时,皮层沉默在主动运动阈值达到 100% 时明显延长,且在主动运动阈值达到 120% 时,标准化运动诱发电位明显降低。MA 等^[28]通过经颅直流电刺激促进脑运动皮质和感觉皮质的兴奋性,结果发现,28 例患者关节位置觉再现、Y-平衡测试和不同时间点的感觉组织测验均有显著改善。这与 HARKEY 等^[29]研究中皮质运动兴奋性与足踝功能改善有中度相关性的结果保持了一致。2017 年,KOSIK 等^[30]研究指出,CAI 患者腓骨长肌的皮质运动图的体积和映射域显著缩小。总之,CAI 患者会出现不同程度的大脑皮质功能障碍如皮质脊髓兴奋性减弱、大脑皮质静息运动阈值

增加等。

CAI 患者从踝关节局部到大脑皮质功能均有不同程度的改变,证实了感觉运动系统出现异常。一方面,局部的感觉感知量减少且失真,皮质整合信息能力下降;另一方面,感觉运动系统经历一种新的“学习”,而这种新的“学习”是基于错误感觉信息,导致神经可塑性改变。NEEDLE 等^[31]研究认为,神经系统和周围肌肉的力学特性之间的校准损失被认为是神经机械解耦,CAI 患者肌肉伸展长度和速度的准确本体感觉信号不再适当地上升到中枢神经系统,最终导致传入流量减少,使整个感觉运动系统源头出现失真,如果及时给予纠正,则会影响受累肌肉与关节正常信息感知,导致感觉运动系统异常,受累肌肉与关节的运动功能受限或减小。神经可塑性的进展表明,运动输出直接受到感觉输入的影响,感觉传入信息故障最终会导致运动功能障碍输出^[32]。因此,动作的完美呈现是以感觉运动系统为基础,及时、准确的感觉输入是精准运动呈现的前提。由于肌梭等感觉器被称为感觉信息对中枢神经系统的“最终共同输入”,准确感觉信息的丢失将剥夺更高的中心提供适当反馈和前馈运动控制的能力。

1.2 CAI 的治疗 CAI 的治疗目前仍以康复功能训练为主,从单纯的静态平衡训练发展至有针对性的本体感觉、前庭觉和视觉控制等动态姿势稳定性训练为主^[33]。2022 年,AHERN 等^[34]研究认为,以不稳定平板和臀部加强为重点的康复计划,是改善动态姿势控制的最好康复计划。2022 年,HOU 等^[35]研究指出,有监督的平衡训练能有效改善 CAI 患者体位控制和肌力。2022 年,尹貽锐等^[36]荟萃分析发现,关节松动术对 CAI 患者踝关节活动度、平衡功能有较好的改善作用。2021 年,UZLASIR 等^[37]指出,频闪平衡训练方案可提高 CAI 运动员的皮质活动水平。目前,CAI 的治疗机制多是建立在训练时间和重复运动次数上的累积作用,强调重复强化的运动训练、重建感觉运动神经通路的传导作用。同时,特定的感觉刺激如 Kinesio^[38]、手法治疗^[39]等治疗辅助也可改善肌肉运动的知觉,促进运动功能的改善。

2 MTrPs 概述

MTrPs 是 1942 年由美国 TRAVELL 教授通过大量的临床实践后提出的,其本质是位于骨骼肌上能够激惹疼痛的一种区域性堆集并具有异常肌电信号的挛缩肌纤维,通常发生在最大或次最大向心性收缩及不习惯的离心收缩之后^[39]。

2.1 MTrPs 发生机理 电诊断技术、组织病理学方法和超声影像学等均已证实 MTrPs 及相邻区域存在

损伤的运动终板、乙酰胆碱释放过量,以及局部肌肉痉挛、缺血、疼痛等。1993 年,HUBBARD 等^[40]研究发现,MTrPs 的 1~2 mm 病灶中有持续自发的肌电活动,其中一种是持续性低电位,振幅为 10~80 mV;另一种是开始为负值的双相高电位,振幅为 100~600 mV。有学者认为高电位可能是一种肌梭异常放电。2004 年,GERWIN 等^[41]扩展了 MTrPs 理论,认为活性 MTrPs 有外周和中枢致敏的作用。对 MTrPs 进行针刺治疗时,患者会出现局部糖胺聚糖水平升高、可触到的紧绷带、收缩结和局部抽搐反应。2009 年,GE 等^[42]研究发现,MTrPs H-反射波幅发生改变,MTrPs 传递信息速度比非 MTrPs 快 4 倍,伤害性感觉更容易被传递,肌肉更容易疲劳。对 MTrPs 周围的组织进行活检时可发现骨骼肌内包含收缩性结节、肌肉纤维严重变形和肌纤维直径变化。同时组织学研究也证实,MTrPs 区域存在多个敏感的位点,而这些位点正是敏感的感受器或敏感的神经末梢所在之处或丰富分布之处。因此,在 MTrPs 状态下,肌梭感受器是处于一个病变的状态,其局部神经活动增强,可导致肌节重叠、肌肉内局部僵硬^[43-44]。这种不均匀性会影响肌肉长度-张力关系,刺激肌梭等感受器影响传入信号的保真度,从源头上影响感觉运动神经系统。

总之,出现 MTrPs 时,不仅局部骨骼肌肉出现结构性变化,肌肉长度-张力关系也会发生改变,导致其感觉受体无法识别、收集、传导正确的信息。MTrPs 会激活不连贯的肌肉激活模式,使肌肉收缩时的肌肉纤维过载,并可能导致异常感觉的传播。而且,出现 MTrPs 时会导致内部的局部糖胺聚糖、乙酰胆碱等理化因子异常,从而加重肌肉的痉挛,导致肌丝滑行障碍等。因此,MTrPs 从结构到生理形成恶性循环使肌肉内的肌梭感受体向上无法准确感知和传导信号源,向下无法精准接受运动指令。

2.2 MTrPs 的治疗机理 目前,灭活 MTrPs 多采用直接针刺法。针刺 MTrPs 可促进局部血液循环,对肌肉、筋膜等骨骼附着处的神经末梢及其周围炎性脂肪结缔组织起到间接的松解作用和轻微的伤害性刺激,从而阻断或干扰异常的感觉信号向中枢的传递,有助于 MTrPs 处痉挛的条索状结节松解,使肌肉恢复原有的弹性,有效减少自发电活动和紧张肌带的僵硬,同时改善肌丝滑行能力,改善肌肉的活动范围、运动控制和疼痛。针刺 MTrPs 时,患者肌肉组织各种理化因子水平发生显著性变化,神经血管反应物质增多,且炎症递质和致痛因子水平明显升高。同时,针刺 MTrPs 可引发强烈脊髓反射而出现抽搐现象。

脊髓作为初始感受区,当信号持续输出进入脊髓后角时,会造成脊髓后角的感觉中枢发生易化。这种易化是增加某些神经元的敏感性或放大预激的效果,可使疼痛阈值降低和敏感增强。产生肌肉收缩时,静脉和淋巴回流可产生泵效应,有助于肿胀和水肿的减轻。另外,针刺 MTrPs 改变了肌肉的长度-张力关系,改善了肌梭感受器的状态。因此,灭活 MTrPs 不仅可改善肌梭等本体感受体的环境,而且是改善感觉运动系统的首要条件。

2.3 MTrPs 与阿是穴的异同 MTrPs 与阿是穴的异同颇有争议。一部分学者认为,MTrPs 是中医穴位中的阿是穴,是以痛点为治疗点,采用不同的操作手法,以缓解疼痛、改善功能紊乱为主。而另一部分学者认为,MTrPs 与中医的穴位不一致^[45]。有研究指出,MTrPs 的牵涉痛与经络走行一致,92%的 MTrPs 与针灸穴位在解剖上相对应,其中 79.5%的穴位所主治的局部疼痛与其对应的 MTrPs 相似^[46]。MTrPs 与阿是穴在解剖定位、针感、形态学等方面存在不一致,阿是穴强调痛点即为腧穴,是疾病在体表的反应点,而 MTrPs 强调三大标准(痛点结节、牵涉痛、抽搐反应),其现代医学辅助下(超声、核磁共振、肌电图等)被证实存在。在治疗部位方面,MTrPs 多局限于肌肉、肌腱组织,阿是穴则有可能是皮肤、肌肉、肌腱、神经、血管等部位。在针感方面,针刺 MTrPs 会出现局部抽搐反应(肌肉跳动),这种抽搐反应常带有强烈的胀、酸、麻、重等针感,而穴位包括患者对针刺的感觉及医者的手下感,针刺者可在得气时感到针下沉紧等感觉,而被刺者能体会到酸、麻、胀等各种不同的感受^[46-47]。因此,作者认为阿是穴更加宽泛、简便,而 MTrPs 则更加精准。

3 针刺 MTrPs 在 CAI 中的应用研究现状

肌梭又被称为感觉复合体。它是感觉器,识别并收集信息,经神经传导动作电位到中枢神经系统,它是效应器,接受中枢信息输入,产生动作效应,通过 γ -运动神经元检测静态和动态肌肉长度的变化。当 γ -运动神经元兴奋,肌肉的出现缩短,以保持与外渗肌纤维的适当校准,以确保有关肌肉长度的准确信息,而 α -运动神经元支配对应的肌肉, α 和 γ -运动神经元之间的这种相互关系提供了连续的反馈和正常和必要的音调,以支持健康系统的关节稳定性^[48]。此外,腱梭与肌梭结构相似,仅感受肌肉接受力的大小。因此,感觉感受器是感觉运动系统的前站,它的基本功能是提供来自外部或内部的信息给这个系统,说明自己所处的状态和外部或内部环境的情况。

MTrPs 与 CAI 症状有着非常多的一致性,两者

都具有脊髓反射兴奋性改变、中枢致敏化、肌肉激活模式改变、强度降低、反应时间增加等共同特征。根据 Simons 研究发现,MTrPs 可以在急性或反复持续性肌肉过劳之后被激活,表现为骨骼肌功能障碍^[49]。有研究也指出灭活 CAI 踝关节周围肌群 MTrPs 可对踝关节功能与姿势起到明显的作用。2021 年,LÓPEZ-GONZÁLEZ 等^[50]发现用针刺腓骨长肌和胫骨前肌 MTrPs,期预激活值显著增加,1 个月后维持不变;而足部压力中心位移和前后方向和中侧方向的摇摆变异性显著降低,提高了反馈/前馈策略。2020 年,MULLINS 等^[51]研究发现对 CAI 患者针刺一次腓骨长肌 MTrPs 后,患者在睁眼和闭眼两种状态下,星状平衡和单腿站立的姿势控制方面显示出了即时的短期改善($P < 0.008$)。2015 年,SALOM-MORENO 等^[52]的随机试验中发现针刺 CAI 腓骨外侧肌 MTrPs 后,1 个月后患者在踝部足踝功能评分取得了较好的效果;CAI 容易出现下肢生物力学的改变,相应肌肉出现超负荷,容易出现 MTrPs,反过来 MTrPs 影响肌肉的长度-张力关系,加重 CAI 的症状,利用针刺技术直接灭活 MTrPs,已被证实在 CAI 患者有积极的作用。由此,2021 年,MULLINS 等^[53]提出了干针平衡理论,认为利用针刺 MTrPs 对下肢本体感觉的改善是通过改变肌肉的长度-张力关系,利用针刺轻微的急性不适,影响局部肌肉内肌梭的状态,改变肌梭等的兴奋性,从而改善肌丝滑行影响感觉信息的输入和运动信号的输出(图 1)。

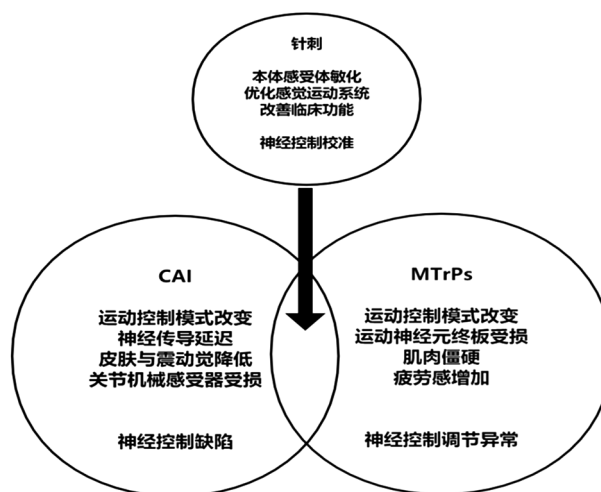


图 1 Mullins 等干针平衡理论

4 小结与展望

综上所述,针刺 MTrPs 在 CAI 患者姿势控制能力方面表现出了积极的作用。灭活 MTrPs 提高了 CAI 患者的运动表现,可作为早期预防 CAI 的一种有效手段之一。针刺 MTrPs 可对感觉器受体的环境进行直接调控,从源头上保证感觉信息的精准度,可及

时提高踝关节的感觉知能力,从而为后续功能的恢复打下了基础。这为后续的研究提供了一个新的探索与实践方向。虽然针刺 MTrPs 对 CAI 患者表现出了积极作用,但本文中更多提出的是即刻与短期效应,其长期效应仍需要进一步的大样本、高质量的临床试验证实。

参考文献

- [1] KIM K M, ESTUDILLO-MARTÍNEZ M D, CASTELLOTE-CABALLERO Y, et al. Short-term effects of balance training with stroboscopic vision for patients with chronic ankle instability: A single-blinded randomized controlled trial [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(10):5364.
- [2] ANANDACOOMARASAMY A, BARNESLEY L. Long term outcomes of inversion ankle injuries[J]. *Br J Sports Med*, 2005, 39(3):e14.
- [3] LIN C I, HOUTENBOS S, LU Y H, et al. The epidemiology of chronic ankle instability with perceived ankle instability- a systematic review [J]. *J Foot Ankle Res*, 2021, 14(1):41.
- [4] MATOS M, PERREAULT E J, LUDVIG D. Frontal plane ankle stiffness increases with weight-bearing [J]. *J Biomech*, 2021, 124: 110565.
- [5] ALSHAHRANI M S, REDDY R S. Relationship between kinesiophobia and ankle joint position sense and postural control in individuals with chronic ankle instability: A cross-sectional study[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(5):2792.
- [6] KLEIPOOL R P, STUFKENS S A S, DAHMEN J, et al. Difference in orientation of the talar articular facets between healthy ankle joints and ankle joints with chronic instability [J]. *J Orthop Res*, 2021, 40(3):695-702.
- [7] KOSIK K B, HOCH M, ALLISON R L, et al. Talar cartilage deformation and spatiotemporal gait patterns in individuals with and without chronic ankle instability[J]. *J Athl Train*, 2021, 57(6):564-570.
- [8] 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.
- [9] JONES C, KYLE B K, PHILLIP G, et al. Diminished plantar cutaneous sensation in patients with chronic ankle instability: a critically appraised topic[J]. *Int J Athl Ther Training*, 2020, (3):117-120.
- [10] YIN L, WANG L. Acute effect of kinesiology taping on postural stability in individuals with unilateral chronic ankle instability [J]. *Front Physiol*, 2020, 11:192.
- [11] POSTLE K, PAK D, SMITH T O. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults: A systematic literature and meta-analysis[J]. *Man Ther*, 2012, 17(4): 285-291.
- [12] LU J, WU Z, ADAMS R, et al. Sex differences in the relationship of hip strength and functional performance to chronic ankle instability scores[J]. *J Orthop Surg Res*, 2022, 17(1): 173.
- [13] KHALAJ N, VICENZINO B, SMITH M D. 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.
- [14] LEE J H, JUNG H W, JUNG T S, et al. Reliability and usefulness of the single leg heel raise balance test in patients with chronic ankle instability[J]. *Sci Rep*, 2021, 11(1):20369.
- [15] KHALAJ N, VICENZINO B, HEALES L J, et al. Is chronic ankle instability associated with impaired muscle strength? Ankle, knee and hip muscle strength in individuals with chronic ankle instability: a systematic review with meta-analysis[J]. *Br J Sports Med*, 2020, 54(14): 839-847.
- [16] WATABE T, TAKABAYASHI T, TOKUNAGA Y, et al. Copers adopt an altered movement pattern compared to individuals with chronic ankle instability and control groups in unexpected single-leg landing and cutting task[J]. *J Electromyogr Kinesiol*, 2021, 37(4):359-364.
- [17] TASHIRO T, MAEDA N, SASADAI J, et al. Tensiomyographic neuromuscular response of the peroneus longus and tibialis anterior with chronic ankle instability[J]. *Healthcare*, 2021, 9

- (6):707.
- [18] HYODO Y,JIROUMARU T,KIDA N,et al. Elucidation of abductor digiti minimi activity in chronic ankle instability[J]. J Phys Ther Sci, 2022,34(3):242-246.
- [19] KAZEMI K,SAADI F,JAVANSHIR K,et al. Reliability of musculoskeletal ultrasonography for peri-ankle muscles in subjects with unilateral chronic ankle instability[J]. J Bodyw Mov Ther,2021,27:565-572.
- [20] TRETRILUXANA J,NANBANCHA A,SIN-SURIN K,et al. Neuromuscular control of the ankle during pre-landing in athletes with chronic ankle instability: Insights from statistical parametric mapping and muscle co-contraction analysis[J]. Phys Ther Sport,2021,47:46-52.
- [21] HOU Z C,AO Y F,HU Y L,et al. Characteristics and related factors of plantar pressure in the chronic ankle instability individuals[J]. J Peking Univ Health Sci,2021,53(2):279-285.
- [22] MOLINA-RUEDA F,CUESTA-GÓMEZ A,CARRATALÁ-TEJADA M,et al. Ankle muscle activation during the limits of stability test in subjects with chronic ankle instability[J]. Phys Ther Sport,2021,47:134-139.
- [23] KOSIK K B,LUCAS K,HOCH M C,et al. Acceleration and jerk after a jump stabilization task in individuals with and without chronic ankle instability[J]. J Appl Biomech, 2021, 37(4):359-364.
- [24] KIM H,PALMIERI-SMITH R,KIPP K. Muscle force contributions to ankle joint contact forces during an unanticipated cutting task in people with chronic ankle instability[J]. J Biomech,2021,124:110566.
- [25] SHEN Y,WANG W,WANG Y,et al. Not only in sensorimotor network:local and distant cerebral inherent activity of chronic ankle instability-a resting-state fmri study[J]. Front Neurosci,2022,16(7):835538.
- [26] LEE H,HAN S,PAGE G,et al. Effects of balance training with stroboscopic glasses on postural control in chronic ankle instability patients[J]. Scand J Med Sci Sports, 2022, 32(3):576-587.
- [27] TERADA M,KOSIK K B,MCCANN R S,et al. Corticospinal activity during a single-leg stance in people with chronic ankle instability[J]. J Sport Health Sci,2020,1(1):58-66.
- [28] MA Y,YIN K,ZHUANG W,et al. Effects of combining high-definition transcranial direct current stimulation with short-foot exercise on chronic ankle instability: A pilot randomized and double-blinded study[J]. Brain Sci, 2020, 10(10):749.
- [29] HARKEY M,MCLEOD M M,TERADA M,et al. Quadratic association between corticomotor and spinal-reflexive excitability and self-reported disability in participants with chronic ankle instability[J]. J Sport Rehabil, 2016, 25(2): 137-145.
- [30] KOSIK K B,TERADA M,DRINKARD C P,et al. Potential corticomotor plasticity in those with and without chronic ankle instability[J]. Med Sci Sports Exerc,2017,49(1):141-149.
- [31] NEEDLE A R,BAUMEISTER J,KAMINSKI T W,et al. Neuromechanical coupling in the regulation of muscle tone and joint stiffness[J]. Scand J Med Sci Sports,2014,24(5):737-748.
- [32] NEEDLE A R,LEPLEY A S,GROOMS D R. Central nervous system adaptation after ligamentous injury: A summary of theories, evidence, and clinical interpretation [J]. Sports Med,2017,47(7):1271-1288.
- [33] 施忠民,陈城,马燕红,等. 中国慢性踝关节外侧不稳定术后康复专家共识[J]. 中华骨与关节外科杂志,2019,12(10):747-753.
- [34] AHERN L,NICHOLSON O,O'SULLIVAN D,et al. The effect of functional rehabilitation on performance of the star excursion balance test among recreational athletes with chronic ankle instability:A systematic review[J]. Arch Rehabil Res Clin Transl,2021,3(3):100133.
- [35] HOU Z C,HUANG H S,AO Y F,et al. The effectiveness and sustainability of supervised balance training in chronic ankle instability with grade III ligament injury:a one-year prospective study[J]. J Foot Ankle Res,2022,15(1):9.

- [36] 尹贻锬,王佳林,伍朝明,等. 关节松动治疗慢性踝关节不稳功能恢复的荟萃分析[J]. 中国组织工程研究,2022,26(33):5407-5412.
- [37] UZLASIR S, ÖZDIRAZ K Y, DAĞ O, et al. The effects of stroboscopic balance training on cortical activities in athletes with chronic ankle instability [J]. *Phys Ther Sport*, 2021, 50: 50-58.
- [38] ATAULLAH M G, KAPOOR G, ALGHADIR A H, et al. Effects of kinesio taping on hip abductor muscle strength and electromyography activity in athletes with chronic ankle instability: A randomized controlled trial[J]. *J Rehabil Med*, 2021, 53(6):2801.
- [39] KAMANI N C, POOJARI S, PRABU R G. The influence of fascial manipulation on function, ankle dorsiflexion range of motion and postural sway in individuals with chronic ankle instability[J]. *J Bodyw Mov Ther*, 2021, 27:216-221.
- [40] HUBBARD D R, BERKOFF G M. Myofascial trigger points show spontaneous needle emg activity[J]. *Spine*, 1993, 18(13):1803-1807.
- [41] GERWIN R D, DOMMERHOLT J, SHAH J P. An expansion of Simons' integrated hypothesis of trigger point formation[J]. *Curr Pain Headache Rep*, 2004, 8(6):468-475.
- [42] GE H Y, SERRAO M, ANDERSEN O K, et al. Increased H-reflex response induced by intramuscular electrical stimulation of latent myofascial trigger points[J]. *Acupunct Med*, 2009, 27(4):150-154.
- [43] 郑兵,朱江,吴雪莲,等. 针刺肌筋膜触发点在疼痛治疗中的研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2022, 37(1):117-120.
- [44] WU X, ZHU J, ZHENG B, et al. Effectiveness of low-level gallium aluminium arsenide laser therapy for temporomandibular disorder with myofascial pain: A systemic review and meta-analysis[J]. *Medicine*, 2021, 100(52):e28015.
- [45] 郭少卿,徐基民,马彦韬,等. 基于肌筋膜触发点的研究探讨针灸穴位和经络本质[J]. 中国针灸, 2021, 41(6):633-640.
- [46] 马彦韬,黄强民,李丽辉,等. 以起源和发展的视角对比中西医针刺的异同[J]. 亚太传统医药, 2018, 14(8):107-110.
- [47] 马彦韬,黄强民,李丽辉,等. 对于干针和针灸之争的思考[J]. 上海针灸杂志, 2018, 37(9):1076-1083.
- [48] RIEMANN B L, LEPHART S M. The sensorimotor system, part II: The role of proprioception in motor control and functional joint stability[J]. *J Athl Train*, 2002, 37(1):80-84.
- [49] SIMONS D G, MENSE S. Diagnose und therapie myofaszialer triggerpunkte[J]. *Der Schmerz*, 2003, 17(6):419-424.
- [50] LÓPEZ-GONZÁLEZ L, FALLA D, LÁZARO-NAVAS I, et al. Effects of dry needling on neuromuscular control of ankle stabilizer muscles and center of pressure displacement in basketball players with chronic ankle instability: A single-blinded randomized controlled trial[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2021, 18(4):2092.
- [51] MULLINS J F, HOCH M C, KOSIK K B, et al. Effect of dry needling on spinal reflex excitability and postural control in individuals with chronic ankle instability [J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2021, 44(1):25-34.
- [52] SALOM-MORENO J, AYUSO-CASADO B, TAMARAL-COSTA B, et al. Trigger point dry needling and proprioceptive exercises for the management of chronic ankle instability: A randomized clinical trial[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2015, 2015:790209.
- [53] MULLINS J F, NITZ A J, HOCH M C. Dry needling equilibration theory: A mechanistic explanation for enhancing sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability[J]. *Physiother Theory Pract*, 2021, 37(6):672-681.

(收稿日期:2022-08-27 修回日期:2022-12-28)