

## 平衡训练联合矫形鞋垫治疗慢性踝关节不稳的疗效观察

杨振 何建华 赵雪 官梦梅

武汉科技大学附属天佑医院康复医学科, 武汉 430000

通信作者: 何建华, Email: 55155900@qq.com

**【摘要】** 目的 观察平衡训练联合矫形鞋垫治疗慢性踝关节不稳的疗效。方法 选取慢性踝关节不稳(CAI)患者 90 例,按随机数字表法将其分为平衡组、鞋垫组、联合组,每组 30 例。研究过程中平衡组脱落 4 例,联合组脱落 3 例,最终纳入平衡组(26 例)、鞋垫组(30 例)、联合组(27 例)。3 组患者均进行常规康复治疗,平衡组在常规康复治疗基础上进行平衡训练,鞋垫组在常规康复治疗基础上给予穿戴全定制鞋垫进行日常活动,联合组在常规康复治疗基础上进行平衡训练及穿戴定制鞋垫活动。治疗前、治疗 4 周后(治疗后),测量 3 组患者的踝关节主动活动度,采用坎伯兰踝关节不稳定评价问卷(CAIT)评定患者的踝关节情况,采用动态足底压力分析对患者患侧足底第 1~5 跖骨头(M1~M5)、足趾区(T1)、内侧足跟(HM)、外侧足跟(HL)共 8 个区域的均化峰值压力(PF/W)和达峰时间(TPF)进行测量。结果 治疗前,3 组患者踝关节主动活动度、CAIT 评分、足底 8 个区域的 PF/W 和 TPF 比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ )。治疗后,3 组患者踝关节活动及 CAIT 评分均有不同程度的改善( $P<0.05$ )。与平衡组及鞋垫组治疗后比较,联合组踝关节活动度[背伸( $17.11\pm 1.58$ )°,趾屈( $29.11\pm 3.49$ )°,内翻( $18.85\pm 3.04$ )°,外翻( $27.44\pm 1.44$ )°]及 CAIT 评分改善较为优异( $P<0.05$ )。与平衡组治疗后比较,联合组 HL 区域的 PF/W 较低( $P<0.05$ )。与鞋垫组治疗后比较,联合组 M2[( $3.25\pm 0.24$ )N/kg]、HM 区域[( $4.83\pm 0.17$ )N/kg]的 PF/W 较高,M5[( $0.92\pm 0.16$ )N/kg]、HL 区域[( $3.21\pm 0.19$ )N/kg]的 PF/W 较低( $P<0.05$ )。与平衡组治疗后比较,鞋垫组 M3 区域[( $74.05\pm 4.21$ )%]的 TPF 较高( $P<0.05$ )。与鞋垫组治疗后比较,联合组 M3 区域[( $68.95\pm 2.13$ )%]的 TPF 较低( $P<0.05$ )。结论 平衡训练联合矫形鞋垫穿戴能有效增加 CAI 患者患侧多个方向的踝关节主动活动度,提高踝关节稳定性,平衡患侧足部受压情况,进而改善患者日常生活能力。较单独平衡训练或穿戴矫形鞋垫的疗效好。

**【关键词】** 平衡训练; 矫形鞋垫; 慢性踝关节不稳; 疗效观察

**基金项目:** 武汉科技大学教学研究项目(2020X50)

**Funding:** Teaching and research Fund of Wuhan University of Science and Technology(2020X50)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2022.07.013

在人体大多数落地运动中,踝关节最先触及地面,承受来自地面的最大冲击力。有研究证实,超过 25% 的运动损伤均与踝关节有关<sup>[1]</sup>。约 40% 的踝关节扭伤患者在后期会发展成为慢性踝关节不稳定(chronic ankle instability, CAI)<sup>[2]</sup>。CAI 是因踝关节多次损伤而引发的踝周肌群肌力、本体感觉、平衡能力及运动控制能力的下降,其通过改变下肢运动链,导致患者出现平衡功能障碍及步态变化,严重影响日常生活<sup>[3-4]</sup>。目前,针对踝关节不稳的干预措施有物理治疗、运动干预、贴扎技术及足踝辅具等<sup>[5]</sup>,但采用平衡训练联合矫形鞋垫穿戴治疗 CAI 患者的报道较为少见。

通常情况下,CAI 患者的足部本体感觉及运动控制能力均存在障碍,影响其动态平衡能力。平衡训练能在静态和动态两种情况下实现个性化的本体感觉及运动感觉训练,疗效可靠。矫形鞋垫能够保持 CAI 患者踝关节的动态稳定、减少损伤次数也已得到相关研究的证实<sup>[6]</sup>。本文将平衡训练和矫形鞋垫联合应用于 CAI 患者,探讨其疗效,以期进一步减轻 CAI 患者的临床症状。

### 对象与方法

#### 一、研究对象

纳入标准:①年龄 18~60 岁;②患肢至少 1 次以上重复性扭伤,或曾有踝关节不稳定感或无力感;③坎伯兰踝关节不稳定评价问卷(Cumberland ankle instability tool, CAIT)得分 $\leq 27$ 分,未接受过康复训练<sup>[7]</sup>;④下肢无严重损伤且踝关节无骨折;⑤前抽屈试验、距骨倾斜试验阴性,未发现明显的结构性不稳定;⑥患者均签署治疗知情同意书。

排除标准:①合并踝关节韧带 II°及以上损伤者;②合并骨折、关节脱位者;③合并踝关节严重骨性关节炎、创伤性关节炎、剥脱性软骨炎、感染及软组织受损,或核心区及下肢其他部位的疾病;④合并风湿性疾病、代谢性疾病、严重心肺疾病者;⑤不能配合治疗。

选取 2019 年 7 月至 2022 年 1 月于武汉科技大学附属天佑医院康复医学科就诊的 CAI 患者 90 例,采用随机数字表法将其分为平衡组、鞋垫组、联合组,每组 30 例。研究过程中平衡组脱落 4 例,联合组脱落 3 例,最终纳入平衡组(26 例)、鞋垫组(30 例)、联合组(27 例)。3 组患者性别、年龄、病程、身高、体重、受伤侧别等一般资料比较,差异无统计学意义( $P>0.05$ ),具有可比性,详见表 1。本研究获武汉科技大学附属天佑医院医学伦理委员会审核批准(批准号 20190510)。

表 1 3 组患者一般资料

组别	例数	性别(例)		年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	病程(月, $\bar{x} \pm s$ )	BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ , $\bar{x} \pm s$ )	受伤侧别(例)	
		男	女				左	右
平衡组	26	17	9	42.54 $\pm$ 7.81	3.12 $\pm$ 1.68	23.24 $\pm$ 1.68	13	13
鞋垫组	30	12	18	44.13 $\pm$ 7.41	3.03 $\pm$ 1.21	22.13 $\pm$ 1.53	11	19
联合组	27	15	12	43.78 $\pm$ 10.44	2.41 $\pm$ 1.50	23.48 $\pm$ 1.22	15	12

## 二、治疗方法

3 组患者均进行常规康复治疗,平衡组在常规康复治疗基础上进行平衡训练,鞋垫组在常规康复治疗基础上给予穿戴定制鞋垫进行日常活动,联合组在常规康复治疗基础上进行平衡训练及穿戴定制鞋垫活动。具体治疗方法如下。

1. 常规康复治疗:包括踝关节松动训练和肌力训练。患侧踝关节活动度训练,包括踝关节主动背屈、跖屈、内翻、外翻等,每日 20 min。肌力训练包括对患侧踝关节肌肉进行渐进抗阻的力量训练,借助弹力带,踝关节活动的方向行抗阻训练,每次 10 s,每个方向做 2 组,每组 30 次,组间休息 2 min,每日 20 min。上述训练每日 1 次,每周 6 次,2 周为 1 个疗程,共 2 个疗程。

2. 定制矫形鞋垫:本研究所用矫形鞋垫材料为荷兰产双密度 100% 乙烯醋酸乙烯酯。鞋垫制作选用荷兰产 LFT 型足部评估及数控加工系统。首先采用 LFT 足部评估系统对患者进行立姿休息位和中立位 3D 足底扫描评估,依据 3D 扫描成像在配套软件中生成矫形鞋垫模型,并结合患者身高、体重、双下肢长度差异、下肢关节活动度等参数制作个性化矫形鞋垫。指导患者日间穿戴该矫形鞋垫进行日常生活活动。第 1 周内穿戴矫形鞋垫如出现足部不适可取下休息,第 2 日继续穿戴,1 周后如仍有不适,则需调整鞋垫。鞋垫穿戴 2 周为 1 个疗程,共 2 个疗程。

3. 平衡训练:选用意大利产 Pro-Kin 平衡测试与训练系统进行训练。患者首先在治疗师的指导下,进行睁眼静态平衡测试。然后依据评定结果,运用仪器内置的站立位平衡训练方案进行个性化康复训练,包括:①患侧单足静态平衡功能训练——患者在治疗师的协助下,站立于固定的电子平衡板上,患者负重下的重心转移活动将以动态描记的形式,实时反馈于面前的显示器上。患者通过在一定范围内的重心移动来完成仪器预设的各种训练,如前、后、左、右 4 个方向的重心移动或重心保持训练,各个方向的稳定极限训练等;②双足动态平衡功能训练——患者在治疗师的协助下,站立于活动的电子平衡板上,受试者在保持动态平衡的前提下活动双踝关节,来移动面前显示器中的重心标记点,使其根据计算机预设的活动路线移动,具体预设训练方式有背屈-跖屈运动训练、内-外翻运动训练以及各种复杂关节活动下的本体感觉训练。平衡训练坚持以下原则:从有手支撑下的训练到无手支撑下平衡训练,由双腿负重训练到单腿负重训练,由静态平衡训练到动态平衡训练。每次治疗 30 min,每日 1 次,每周 6 次,2 周为 1 个疗程,共 2 个疗程。

## 三、评定方法

治疗前、治疗 4 周后(治疗后),测量 3 组患者的踝关节主动活动度,采用坎伯兰踝关节不稳定评价问卷(Cumberland ankle instability tool,CAIT)评定患者的踝关节情况,采用动态足底压力分析对患者患侧足底第 1~5 跖骨头(M1~M5)、足趾区

(toes 1,T1)、内侧足跟(medial hindfoot, HM)、外侧足跟(lateral hindfoot, HL)共 8 个区域的均化峰值压力(peak force/weight, PF/W)和达峰时间(time to peak force, TPF)进行测量。

1. 踝关节主动活动度:利用关节活动测量尺,测量受试者踝关节主动背伸、跖屈、内翻、外翻的最大角度。重复测量 3 次,取平均值。踝关节活动度在正常范围内越大,表示踝关节功能越好<sup>[8]</sup>。

2. CAIT:CAIT 问卷包含 9 项问题,用于评价患者在行走、奔跑、上下楼梯及跳跃等不同类型日常活动中踝关节处的主观感觉。评分 0~30 分,以 27.5 分为分界点,28 分及以上提示受检踝关节未发生过扭伤,不存在踝关节不稳定,27 分及以下提示受检踝关节存在踝关节不稳定可能<sup>[9]</sup>。

3. 动态足底压力分析:选用比利时产足底压力分析系统及配套软件进行评定,所有患者以日常步态自然行走通过足底压力测试平台,压力平台收集记录足底各区域的压力数据,收集频率为每秒 50 帧。记录患者患侧足底第 1~5 跖骨头(M1~M5)、T1、HM、HL 共 8 个区域内的 PF/W 和 TPF。PF/W 为不同区域下的峰值压力与体重之比,TPF 是指从足跟着陆开始到特定区域达到 PF/W 的时间与总着陆时间的比值<sup>[10]</sup>。

## 四、统计学方法

采用 SPSS 26.0 版统计学软件进行数据处理。计量资料满足正态分布及方差齐性,以( $\bar{x} \pm s$ )形式表示,组间比较采用单变量方差分析法,进一步两两比较采用 Bonferroni 检验,计数资料比较采用  $\chi^2$  检验, $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 结 果

### 一、3 组患者治疗前、后踝关节活动度及 CAIT 评分比较

治疗前,3 组患者踝关节活动度及 CAIT 评分比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。治疗后,平衡组及联合组踝关节背伸、跖屈、内翻、外翻及 CAIT 评分均较组内治疗前改善( $P < 0.05$ )。鞋垫组治疗后踝关节跖屈、内翻及 CAIT 评分较治疗前改善( $P < 0.05$ )。与平衡组治疗后比较,鞋垫组踝关节背伸、跖屈、内翻、外翻角度较小,联合组跖屈角度较大( $P < 0.05$ )。与鞋垫组治疗后比较,联合组踝关节背伸、跖屈、内翻、外翻及 CAIT 评分均改善优异( $P < 0.05$ )。详见表 2。

### 二、3 组患者治疗前、后动态足底压力 PF/W 比较

治疗前,3 组患者动态足底压力 PF/W 比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。与组内治疗前比较,联合组治疗后 M2、M5、HM、HL 区域的 PF/W 变化显著( $P < 0.05$ )。与平衡组治疗后比较,联合组 HL 区域的 PF/W 较低( $P < 0.05$ )。与鞋垫组治疗后比较,联合组 M2、HM 区域的 PF/W 较高, M5、HL 区域的 PF/W 较低( $P < 0.05$ )。详见表 3。

### 三、3 组患者治疗前、后动态足底压力 TPF 比较

治疗前,3 组患者动态足底压力 TPF 比较,差异无统计学意

表 2 3 组患者治疗前、后踝关节活动度及 CAIT 评分比较 ( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	背伸(°)	趾屈(°)	内翻(°)	外翻(°)	CAIT 评分(分)
平衡组						
治疗前	26	13.08±2.02	18.46±2.98	12.81±4.51	15.85±3.54	14.81±2.38
治疗后	26	16.54±1.53 <sup>a</sup>	26.08±2.73 <sup>a</sup>	18.88±4.04 <sup>a</sup>	19.42±2.70 <sup>a</sup>	22.27±1.68 <sup>a</sup>
鞋垫组						
治疗前	30	13.03±2.99	20.17±3.93	12.40±4.21	16.17±3.22	15.20±1.75
治疗后	30	13.10±3.02 <sup>b</sup>	22.70±2.48 <sup>ab</sup>	15.53±2.56 <sup>ab</sup>	16.90±2.14 <sup>b</sup>	22.37±2.27 <sup>a</sup>
联合组						
治疗前	27	12.59±2.27	20.22±3.60	13.22±3.86	14.59±2.47	15.33±2.75
治疗后	27	17.11±1.58 <sup>ac</sup>	29.11±3.49 <sup>abc</sup>	18.85±3.04 <sup>ac</sup>	20.78±1.65 <sup>ac</sup>	27.44±1.44 <sup>abc</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与平衡组治疗后同指标比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与鞋垫组治疗后同指标比较,<sup>c</sup> $P<0.05$

表 3 3 组患者治疗前、后动态足底压力 PF/W 比较 (N/kg,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	M1	M2	M3	M4	M5	T1	HM	HL
平衡组									
治疗前	26	1.14±0.25	3.02±0.23	3.06±0.29	1.35±0.18	1.14±0.26	1.43±0.28	4.54±0.31	3.65±0.26
治疗后	26	1.19±0.28	3.14±0.21	3.13±0.47	1.44±0.17	1.12±0.30	1.49±0.19	4.64±0.26	3.53±0.23
鞋垫组									
治疗前	30	1.11±0.36	3.05±0.29	3.04±0.23	1.42±0.20	1.20±0.34	1.40±0.31	4.54±0.25	3.63±0.24
治疗后	30	1.25±0.31	3.02±0.26	3.01±0.43	1.52±0.26	1.31±0.25	1.51±0.20	4.56±0.27	3.47±0.17
联合组									
治疗前	27	1.24±0.29	3.12±0.28	3.04±0.31	1.38±0.25	1.26±0.18	1.46±0.32	4.53±0.23	3.64±0.43
治疗后	27	1.27±0.06	3.25±0.24 <sup>ac</sup>	3.12±0.36	1.47±0.33	0.92±0.16 <sup>ac</sup>	1.47±0.26	4.83±0.17 <sup>ac</sup>	3.21±0.19 <sup>abc</sup>

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与平衡组治疗后同指标比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与鞋垫组治疗后同指标比较,<sup>c</sup> $P<0.05$

义( $P>0.05$ )。与组内治疗前比较,平衡组治疗后 M3 区域的 TPF 下降,联合组治疗后 M3、M4 区域的 TPF 下降( $P<0.05$ )。与平衡组治疗后比较,鞋垫组 M3 区域的 TPF 较高( $P<0.05$ )。与鞋垫组治疗后比较,联合组 M3 区域的 TPF 较低( $P<0.05$ )。详见表 4。

## 讨 论

临床上,CAI 常分为机械性踝关节不稳和功能性踝关节不稳。机械性踝关节不稳常伴随踝关节周围稳定结构的损伤,从而造成的踝关节被动活动度过大,可通过影像学检查进行判别。功能性踝关节不稳主要是踝关节患者主观感觉、反复发作的不稳定,不存在生理结构上的损伤<sup>[11]</sup>。有学者认为,同一例患者既可以存在机械性踝关节不稳,又可以存在功能性踝关节不稳<sup>[7]</sup>。故本研究在选取 CAI 患者时,未刻意区分功能性踝关节不稳和机械性踝关节不稳。有研究认为,CAI 的治疗既要注重患者本体感觉、运动控制能力、踝周肌群肌力,也要避免日常

活动中踝关节的再次损伤,所以需综合治疗<sup>[12-13]</sup>。本研究将平衡训练与矫形鞋垫穿戴联合应用,以综合治疗的方式改善患者的临床症状,结果表明平衡训练联合矫形鞋垫穿戴能有效增加 CAI 患者患侧多个方向的踝关节主动活动度,提高踝关节稳定性,与单一的平衡训练或穿戴矫形鞋垫比较,综合治疗的效果更好。

CAI 患者的平衡功能障碍主要体现在患侧单足静态平衡障碍和动态平衡障碍<sup>[14]</sup>。姿势控制训练及本体感觉训练对 CAI 患者的平衡能力有改善作用<sup>[15-16]</sup>。本研究采用的平衡训练,患者能在稳定平面上进行单足的运动控制训练,也可在不稳定平面上进行动态平衡训练,还可运用各类游戏、针对本体感觉障碍进行个性化的训练,在平衡训练上有一定的优势。穿戴矫形鞋垫,可在日常生活中辅助矫正患者的足底受力不均情况,保证踝关节稳定。研究表明,CAI 患者在步行过程中,患侧足底负荷倾向于足中部外侧和足跟外侧,健侧足底压力负荷偏向于足跟外侧,双侧踝关节可能有不同程度的内翻趋势,会导致步行

表 4 3 组患者治疗前、后动态足底压力 TPF 比较 (% ,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	M1	M2	M3	M4	M5	T1	HM	HL
平衡组									
治疗前	26	69.60±3.75	76.27±5.25	73.76±5.97	67.07±3.80	57.63±5.57	77.54±3.20	18.64±3.93	17.22±4.44
治疗后	26	72.64±5.64	75.92±3.49	70.02±2.56 <sup>a</sup>	65.94±7.43	59.29±3.14	76.01±4.45	18.21±2.16	18.00±4.18
鞋垫组									
治疗前	30	70.64±4.39	75.16±3.77	74.64±5.99	67.50±5.41	58.11±4.97	77.36±2.99	18.21±3.62	17.45±3.35
治疗后	30	69.98±3.90	74.41±4.29	74.05±4.21 <sup>b</sup>	66.70±4.76	57.76±4.91	77.69±3.94	18.40±3.61	19.59±6.80
联合组									
治疗前	27	70.90±3.90	75.25±4.71	74.31±4.38	68.69±4.64	56.89±4.49	76.35±2.52	17.60±3.70	18.96±3.19
治疗后	27	68.72±6.84	76.51±5.53	68.95±2.13 <sup>ac</sup>	63.72±4.61 <sup>a</sup>	56.40±3.04	77.80±2.66	17.67±5.02	17.57±2.74

注:与组内治疗前比较,<sup>a</sup> $P<0.05$ ;与平衡组治疗后同指标比较,<sup>b</sup> $P<0.05$ ;与鞋垫组治疗后同指标比较,<sup>c</sup> $P<0.05$

支撑相末期地面反作用力较小<sup>[17]</sup>。定制矫形鞋垫在保证足弓支撑的前提下,可以适当增加足部外侧的支撑,使步行时足底压力向内侧平均,这既能增加足部蹬地期的动力,也可避免受力不均导致踝关节扭伤。本研究结果显示,联合组患者踝关节主动活动度及 CAIT 评分均优于平衡组及联合组,足底压力分布较平衡组及联合组更加平均,提示在常规康复训练的基础上进行姿势控制训练,可以有效维持日常活动中的踝关节稳定、矫正患者步态。

足底压力具有客观性、可定量性等特点,可以满足静态和动态等多种测试要求。CAI 患者因患侧踝关节不稳,足底压力多向外侧倾斜<sup>[18]</sup>。与正常人群步行时相比,患者患侧足部各区域常见的压力变化表现为 M1、M2、HM 区域 PF/W 比值较低, M5、HL 区域 PF/W 比值偏高, M3、M4 区域 TPF 较长<sup>[19]</sup>。本研究对 CAI 患者治疗前后的足底各分区 PF/W 进行对比后,发现 3 组患者 M1、M2、HM 区域的 PF/W 比值均较治疗前明显增加,且联合组增加幅度较平衡组和鞋垫组更加明显,说明通过治疗,CAI 患者步行时足部压力向内侧转移,分布更加均匀,踝关节稳定性有一定的提高,而联合组提高更加明显。3 组患者 M3、M4 区域的 TPF 比值均较治疗前有一定程度的降低,联合组降低幅度优于平衡组及鞋垫组。在 CAI 的步行周期中,支撑相末期踝关节因踝关节稳定性不足常呈趾屈位,为了保持平衡以及提供给健侧摆动足够的支撑,患侧承重期将会被延长,体现为 TPF 比值的增加<sup>[20]</sup>。通过治疗后,患者 TPF 较前缩短,体现为患者患侧承重期时间缩短,患侧踝关节稳定性较前增加。

综上所述,平衡训练和矫形鞋垫侧重点不同,联合使用能有效改善 CAI 患者患侧的踝关节稳定性,提高日常生活能力,有一定的临床应用价值。此外,本研究亦存在不足:①未对患者健侧数据进行统计分析;②因临床病例较少,研究跨度时间较长,研究结果可能存在一定的偏倚;③因现实条件限制,本研究样本量较少,且未对患者进行较长时间的疗效观察和远期随访。以上不足以期后续研究补充完善。

## 参 考 文 献

- [1] Doherty C, Delahunt E, Caulfield B, et al. The incidence and prevalence of ankle sprain injury: a systematic review and meta-analysis of prospective epidemiological studies [J]. *Sports Med*, 2014, 44(1): 123-140. DOI: 10.1007/s40279-013-0102-5.
- [2] 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. DOI: 10.4085/1062-6050-49.1.14.
- [3] Miklovic TM, Donovan L, Protzuk OA, et al. Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction [J]. *Phys Sportsmed*, 2018, 46(1): 116-122. DOI: 10.1080/00913847.2018.1409604.
- [4] Cao Y, Hong Y, Xu Y, et al. Surgical management of chronic lateral ankle instability: a meta-analysis [J]. *J Orthop Surg Res*, 2018, 13(1): 159. DOI: 10.1186/s13018-018-0870-6.
- [5] 董伊隆, 钱约男, 林凌志, 等. 多模式功能训练治疗功能性踝关节不稳的疗效观察 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41(4): 296-298. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.04.013.
- [6] Dingenen B, Peeraer L, Deschamps K, et al. Muscle-activation onset times with shoes and foot orthoses in participants with chronic ankle instability [J]. *J Athl Train*, 2015, 50(7): 688-696. DOI: 10.4085/1062-6050-50.2.02.
- [7] Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, et al. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability [J]. *Med Sci Sport Exer*, 2010, 42(11): 2106-2121. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181de7a8a.
- [8] Thompson C, Schabrun S, Romero R, et al. Factors contributing to chronic ankle instability: a protocol for a systematic review of systematic reviews [J]. *Syst Rev*, 2016, 5: 94. DOI: 10.1186/s13643-016-0275-8.
- [9] Hiller CE, Refshauge KM, Bundy AC, et al. The Cumberland ankle instability tool: a report of validity and reliability testing [J]. *Arch Phys Med Rehab*, 2006, 87(9): 1235-1241. DOI: 10.1016/j.apmr.2006.05.022.
- [10] Mineta S, Inami T, Mariano R, et al. High lateral plantar pressure is related to an increased tibialis anterior/fibularis longus activity ratio in patients with recurrent lateral ankle sprain [J]. *Open Access J Sports Med*, 2017, 8: 123-131. DOI: 10.2147/OAJSM.S131596.
- [11] 梁炳寅, 李坤, 王子彬, 等. 本体感觉功能与慢性踝关节不稳相关性的初步研究 [J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2016, 38(11): 850-852. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.11.014.
- [12] Kim KJ, Jun HJ, Heo M. Effects of Nintendo Wii Fit Plus training on ankle strength with functional ankle instability [J]. *J Phys Ther Sci*, 2015, 27(11): 3381-3385. DOI: 10.1589/jpts.27.3381.
- [13] Kurt EE, Büyükturan Ö, Erdem HR, et al. Short-term effects of kinesio tape on joint position sense, isokinetic measurements, and clinical parameters in patellofemoral pain syndrome [J]. *J Phys Ther Sci*, 2016, 28(7): 2034-2040. DOI: 10.1589/jpts.28.2034.
- [14] Groeters S, Groen BE, Van CR, et al. Double-leg stance and dynamic balance in individuals with functional ankle instability [J]. *Gait Posture*, 2013, 38(4): 968-973. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.05.005.
- [15] Ross SE, Linens SW, Wright CJ, et al. Balance assessments for predicting functional ankle instability and stable ankles [J]. *Gait Posture*, 2011, 34(4): 539-542. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2011.07.011.
- [16] 赵丽, 李翠, 顾博雅, 等. 功能性踝关节不稳者动态平衡能力及等速肌力特征研究 [J]. *中国医药导报*, 2012, 9(35): 44-46, 49. DOI: 1673-7210(2012)12(b)-0044-04.
- [17] 陆沈吉, 吴智刚, 蔡萍, 等. 足底压力动态检测对慢性踝关节不稳患者的评估与临床应用 [J]. *中国康复*, 2020, 35(12): 641-644. DOI: 10.3870/zgkf.2020.12.006.
- [18] 李灿杨, 张宏宁. 原发性踝关节骨性关节炎与慢性踝关节不稳的足底压力特征分析 [J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2019, 40(19): 2434-2436. DOI: 10.3969/j.issn.1002-1256.2019.19.023.
- [19] 侯宗辰, 敖英芳, 胡跃林, 等. 慢性踝关节不稳患者足底压力特征及相关因素分析 [J]. *北京大学学报(医学版)*, 2021, 53(2): 279-285. DOI: 10.19723/j.issn.1671-167X.2021.02.008.
- [20] Koldenhoven RM, Feger MA, Fraser JJ, et al. Surface electromyography and plantar pressure during walking in young adults with chronic ankle instability [J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2016, 24(4): 1060-1070. DOI: 10.1007/s00167-016-4015-3.

(修回日期: 2022-05-13)

(本文编辑: 凌 琛)