

慢性踝关节不稳的髋、膝关节肌群力量及动态姿势控制的研究

陈康,王清亮,张也,唐兰,徐可,马燕红

【摘要】 目的:观察慢性踝关节不稳(CAI)的髋、膝关节肌群力量及动态姿势控制,并探讨其相关性。**方法:**选取CAI患者20例,匹配正常对照20例。评估CAI患者患侧和对照相应侧的髋、膝关节肌群力量及动态姿势控制。应用等速力量测试系统($60^{\circ}/s$)测定髋屈伸、髋内收外展和膝屈伸肌群的峰力矩。采用星形转移试验(SEBT)测定前向、后内方向、后外方向到达距离。以峰力矩/体重衡量髋、膝关节肌群力量,以各方向到达距离/患肢长度评估动态姿势控制能力,并进行两组间对比。对髋、膝关节肌群力量和动态姿势控制能力进行相关性分析。**结果:**CAI组髋屈肌群、髋外展肌群及膝伸肌群的峰力矩/体重比均低于对照组($P<0.05$)。CAI组SEBT前向到达距离/患肢长度、后外向到达距离/患肢长度均低于对照组($P<0.05$)。髋外展肌群、膝伸肌群力量与前向、后外向动态姿势控制能力具有显著相关性($r=0.40\sim 0.48, P<0.05$),髋屈肌群力量与前向动态姿势控制能力具有显著相关性($r=0.38, P<0.05$)。**结论:**CAI存在髋屈肌群和外展肌群、膝伸肌群力量及动态姿势控制缺陷。以髋、膝关节肌群力量为目标的康复训练可能对改善动态姿势控制有积极作用。

【关键词】 慢性踝关节不稳;髋膝关节肌群力量;峰力矩/体重比;动态姿势控制

【中图分类号】 R49;R681 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2022.06.010

踝关节扭伤是最常见的运动损伤之一,约占10%~30%^[1]。扭伤机制中70%~80%为内翻跖屈型,即外侧踝关节扭伤(Lateral Ankle Sprain, LAS)。因扭伤的严重程度、对扭伤认知不足和康复不当等因素,约32%~47%发展成慢性踝关节不稳(Chronic Ankle Instability, CAI)^[2],表现为踝关节反复疼痛、活动受限,患者在日常生活或运动中主观感知不稳,踝关节“打软腿”,给社会经济带来巨大负担^[1,3-4]。CAI的发生机制包括韧带松弛、本体感觉障碍、平衡障碍和肌力不足等。这其中,下肢肌力不足是研究热点,尤其是足踝部肌群力量缺陷^[2,5]。但有研究表明,避免踝关节再次受伤的关键可能在于髋、膝关节^[6]。国外已有研究探索CAI患者髋、膝关节肌群肌力特征^[7-9],在国内却鲜有报道^[11]。由于肌力评估方式(等速或等长),肌肉收缩方式(离心或向心),测试速度(慢速或快速),甚至是CAI病程各异等原因,目前研究结果不一,给临床应用带来困惑^[5]。平衡障碍是CAI的主要表现之一^[2],动态姿势控制是评估平衡功能的良好指标,但其与髋、膝关节肌群力量的相关性尚不明确。本研究目的是观察CAI髋关节、膝关节肌群力量及动态姿势控制能力,并进一步探讨其相关性,为CAI的康复评估和治疗提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年5月~2021年6月在本院就诊的CAI患者作为研究病例。符合2014年国际踝关节协会提出的CAI的筛选标准^[1]。纳入标准:在进行本研究之前12个月,至少出现过一次严重踝关节扭伤,并出现患侧疼痛、肿胀等症状,导致至少1天无法正常活动;初次扭伤后,单侧踝关节出现失控和/或扭伤和/或不稳的感觉,并且在研究纳入前6个月内至少出现2次失控感;坎伯兰踝关节不稳量表(Cumberland Ankle Instability Tool, CALT)得分 <24 分;自我报导的足踝功能问卷评分(Foot and Ankle Ability Measure, FAAM):日常生活问卷(Activity of Daily Living Scale, ADL scale) $\leq 90\%$,运动问卷(Sport Scale) $\leq 80\%$ ^[1];无机械性踝关节不稳证据^[8];对侧踝关节未出现过扭伤、失控或不稳;近1个月内未行任何治疗;完全负重站立时无痛;可配合完成检查。排除标准:下肢曾骨折或手术;3个月内患侧踝关节有严重扭伤;下肢2周内存在新伤、急性炎症或红肿,关节活动度受限,功能活动时疼痛^[2];近2周内有明显下腰痛、下肢放射痛,或既往腰背部手术史;全身性神经肌肉系统失调、前庭功能和视觉异常^[2,8]。对照组为性别、年龄、踝关节活动水平评分(Ankle Activity Score, AAS)与CAI患者相匹配的无踝关节扭伤的正常对照。AAS是Tegner活动评级量表的改编版本,该量表最初是为膝关节韧带损伤开发^[11]。与Tegner活动

收稿日期:2022-01-19

作者单位:上海交通大学附属第六人民医院康复医学科,上海 200233

作者简介:陈康(1989-),男,主治医师,主要从事骨关节疾病的康复。

通讯作者:马燕红,myhmyh2006@sjtu.edu.cn

评级量表相似,AAS有11个级别,评分范围为0~10分,评分越高,说明身体活动水平越高^[12]。2组均以右侧为优势侧,签署知情同意后参加研究。2组间性别构成比、年龄、身高、体重、BMI、AAS比较均无显著性差异。见表1。

表1 2组一般资料比较

项目	CAI组	对照组	χ^2/t	P
性别(男/女,例)	11/9	11/9	0.00	1.00
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	29.1 $\pm$ 4.8	27.9 $\pm$ 5.1	0.77	0.45
身高(cm, $\bar{x}\pm s$)	167.8 $\pm$ 7.5	170.6 $\pm$ 7.6	-1.20	0.24
体重(Kg, $\bar{x}\pm s$)	66.6 $\pm$ 9.0	68.1 $\pm$ 10.6	-0.52	0.60
BMI(Kg/m ² , $\bar{x}\pm s$)	23.6 $\pm$ 2.2	23.2 $\pm$ 2.7	0.32	0.75
扭伤侧(左/右,例)	13/7	—	—	—
初次扭伤至今的时间(月, $\bar{x}\pm s$)	20.6 $\pm$ 5.4	—	—	—
末次扭伤至今的时间(月, $\bar{x}\pm s$)	4.9 $\pm$ 1.5	—	—	—
同侧踝关节扭伤次数(次, $\bar{x}\pm s$)	3.5 $\pm$ 1.2	—	—	—
AAS(分, $\bar{x}\pm s$)	7.1 $\pm$ 2.3	6.5 $\pm$ 2.1	-0.86	0.39
CAIT(分, $\bar{x}\pm s$)	20.7 $\pm$ 4.2	30.0 $\pm$ 0.3	9.88	0.00
FAAM-ADL(% $\bar{x}\pm s$)	84.3 $\pm$ 8.6	99.9 $\pm$ 0.5	8.10	0.00
FAAM-Sports(% $\bar{x}\pm s$)	70.2 $\pm$ 13.2	99.8 $\pm$ 0.8	10.01	0.00

1.2 方法 研究对象入组后:①收集基本信息;②完成CALT、FAAM-ADL、FAAM-Sport及AAS评估;③利用多关节等速力量测试系统A8-2完成患侧(对照组为相应侧)髋屈曲/伸直、髋内收/外展、膝伸直/屈曲肌群等速肌力测试;④采用星形转移试验(Star Excursion Balance Test, SEBT)测定患者的动态姿势控制能力^[13]。研究中等速肌力及动态姿势控制能力评估者对受试者的分组不知晓,所有受试者均在就诊当天或次日由经专业培训的治疗师完成康复评估。

1.2.1 等速肌力测试 所有受试者在测试前24h均未参加剧烈运动。测试前,先进行3~5min功率自行车训练热身和下肢肌肉牵伸^[14]。在每一名受试者进行等速肌力测试前,首先进行重力矫正,测试角速度和模式均设定为60°/s向心模式,在各肌群正式测试前,先进行3次最大收缩测试,使患者熟悉测试过程,休息2min后再行正式测试,进行3次最大程度收缩,测试过程中注意口头指导和鼓励。取3次最大收缩峰力矩的平均值作为该肌群的峰力矩(Nm)。不同肌群测试

间,休息5min。各肌群测试顺序随机^[8]。以峰力矩/体重(Nm/Kg)衡量髋、膝关节肌群力量。髋屈伸肌群和髋内收外展肌群的峰力矩评估,受试者采取仰卧位或侧卧位,测试角度分别为0~120°和0~45°。膝屈伸肌群的峰力矩评估,受试者采取坐位,髋关节屈曲90度,测试角度为0~90°。

1.2.2 动态姿势控制能力测试 SEBT是评估CAI动态姿势控制能力的常用指标,具有中等到好的信度^[15]。受试者患侧支撑,站立于星状图中央,双手叉腰,健侧腿分别向3个方向尽可能伸远。3个方向分别为前向(anterior, Ant)、后内(posteromedial, PM)和后外(posterolateral PL)方向,测试各方向到达距离(reach distance, RD)^[9,13]。以各方向到达距离/患肢长度(cm/cm)(RD/LL, reach distance/limb length)评估动态姿势控制能力。

1.3 统计学方法 所有数据采用SPSS 26.0统计软件进行分析。计量资料符合正态分布以 $\bar{x}\pm s$ 表示,计数资料以频数表示,组间比较采用独立样本 t 检验或 χ^2 检验。组间比较存在差异的肌群力量和动态姿势能力参数的相关性探讨,采用Pearson相关性分析。相关性被解释为(小: $r=0.1\sim 0.29$ 、中等: $0.3\sim 0.49$ 、大: $0.5\sim 0.69$ 、非常大: >0.7)^[9]。以 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 髋、膝肌群力量等速肌力测试(60°/s) CAI组髋屈曲、髋外展、膝伸直肌群峰力矩/体重比值均小于对照组($P<0.05$)。其余各肌群组间比较差异无统计学意义。见表2。

2.2 动态姿势控制能力 SEBT结果显示,CAI组Ant-RD/LL和PL-RD/LL均小于对照组($P<0.05$),而2组间PM-RD/LL比较差异无统计学意义。见表3。

2.3 髋、膝肌群力量和动态姿势控制能力的相关性 对髋屈曲、髋外展及膝伸直肌群峰力矩/体重比与Ant-RD/LL和PL-RD/LL进行相关性分析,结果显示除髋屈曲峰力矩/体重比与PL-RD/LL无相关性,其余指标间均呈中等程度正相关($P<0.05$)。见表4。

表2 2组髋、膝关节肌群力量比较

组别	n	髋屈曲	髋后伸	髋内收	髋外展	膝伸直	膝屈曲
CAI组	20	103.53 $\pm$ 11.89	149.73 $\pm$ 10.63	161.32 $\pm$ 11.73	105.47 $\pm$ 8.49	163.04 $\pm$ 11.07	123.38 $\pm$ 10.06
对照组	20	114.49 $\pm$ 7.19	155.12 $\pm$ 14.06	164.36 $\pm$ 12.80	125.37 $\pm$ 13.77	182.35 $\pm$ 18.62	125.22 $\pm$ 12.96
t		-3.53	-1.37	-0.78	-5.50	-3.99	-0.50
P		<0.05	0.18	0.44	<0.01	<0.01	0.62

表 3 2 组动态姿势控制能力比较 cm/cm, $\bar{x} \pm s$

组别	<i>n</i>	Ant-RD/LL	PM-RD/LL	PL-RD/LL
CAI 组	20	0.61±0.05	0.88±0.07	0.69±0.08
对照组	20	0.79±0.12	0.91±0.09	0.91±0.11
<i>t</i>		-6.29	-1.23	-6.74
<i>P</i>		<0.01	0.23	<0.01

表 4 髌、膝肌群力量和动态姿势控制能力的相关性

指标	Ant-RD/LL		PL-RD/LL	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
髌屈曲	0.38	0.02	0.28	0.08
髌外展	0.40	0.01	0.48	<0.01
膝伸直	0.46	<0.01	0.46	<0.01

3 讨论

正常步态需下肢各关节及肌群的协调活动,下肢运动链中任一关节的运动学或动力学改变均可能致下肢运动损伤的发生发展^[16]。既往大量研究关注 CAI 踝背伸/跖屈和外翻/内翻力量的改变,一项荟萃分析显示踝外翻/内翻力量缺陷是 CAI 的典型特征,尤其是踝外翻力量的不足,而有关 CAI 髌、膝关节肌群力量的研究仍不足^[5]。研究却显示,CAI 患者进行髌、膝部肌力训练,可显著改善其姿势控制和功能评分^[13,17-18]。基于此,本研究探讨 CAI 髌、膝关节肌群力量特征,将利于 CAI 的康复。等速肌力测试(60°/s)结果显示,CAI 组髌屈曲、髌外展、膝伸直肌群峰力矩/体重比值均显著小于正常对照组,本研究中 CAI 近端神经肌肉功能障碍可能支持如下理论,外周骨关节损伤可通过中枢进行运动调控,最终导致广泛的下肢神经肌肉障碍^[19]。

LAS 常发生于踝跖屈/内翻位置,踝背屈肌和外翻肌群的离心收缩有助于阻止扭伤发生^[8,20],当踝策略不足以维持平衡时,人体会利用髌策略保证身体稳定^[10]。本研究显示 CAI 患者髌屈肌群和外展肌群力量缺陷,这可能与反复动员髌策略致使髌部肌肉疲劳有关^[21],理论上,髌策略下,跨步需良好的髌屈肌力量,而髌外展可有效增加支持面积,这都有利于避免踝关节的再发扭伤^[21]。与 Negahban 等^[8]的研究结果类似,他们的研究显示,与正常对照相比,CAI 患侧存在髌屈曲肌群离心收缩力量不足。Friel 等^[22]的研究显示,与健侧相比,CAI 患侧髌外展肌群等长收缩力量不足,但此研究未设置健康对照。而 Gribble 等^[7]的研究显示,与正常对照比较,CAI 患侧不存在髌屈伸肌群向心收缩力量不足,可能原因是该研究所纳入的 CAI,未限定初次扭伤需在入组前 1 年以上,该研究同时显示 CAI 患侧膝屈伸肌群力量均有不足,这与我们的研究一致,推测可能原因是 CAI 本体感觉减退,足踝部感觉无法及时传递至膝关节。尽管本研究未显示髌内

收、髌后伸和膝屈肌群存在组间差异,但不可忽略差异在个体仍有存在,个性化康复方案的制定,需全面评估髌膝各方向肌群力量。

在 CAI 的研究中,常选用健患侧对比^[7,8,22],而本研究中仅选取正常对照对比,这被既往研究支持,Negahban 等^[8]的研究显示 CAI 患者中健患侧髌、膝、踝关节肌群均存在力量缺陷,且两侧无差异。

姿势控制能力是人体维持、达到或恢复平衡状态的内在能力。文献中关于 CAI 动态姿势控制的报道结论不一^[23-25],本研究显示,CAI 在前向和后外向的姿势控制能力均弱于正常对照,明确 CAI 存在动态姿势控制缺陷,这与 Khalaj 等^[9]、Doherty 等^[25]的研究结果类似。国内郑绍敏等^[2]的研究显示 CAI 踝部力量与姿势控制能力具有显著相关性,本研究初步分析 CAI 近端髌、膝关节肌群力量与动态姿势控制能力的相关性。类似于 Khalaj 等^[9]的研究,因样本量有限,未单独对 CAI 组和正常对照组进行相关性分析。结果显示髌外展和膝伸肌群力量与前向和后外向姿势控制能力具有中等程度相关性,这表明,髌、膝关节周围肌群力量不足可能是造成这一人群平衡障碍的重要原因。近年的研究也为此提供证据,强化髌、膝周围肌群力量可改善 CAI 的平衡障碍^[17-18]。

本研究还存在一些局限性。①首先,研究样本量参考既往研究^[7,8],但样本量仍偏小;②本研究为横断面研究,故尚不能明确髌、膝肌群力量和动态姿势控制缺陷与 CAI 的因果关系;③踝关节背伸受限常见于 CAI,对 SEBT 结果有较大影响,尤其是 Ant-RD^[26-27],未来分析需考虑踝关节活动度影响。

综上所述,相比正常对照,CAI 存在髌屈肌群和外展肌群、膝伸肌群力量及动态姿势控制缺陷。以髌、膝关节肌群力量为目标的康复训练可能对改善动态姿势控制有积极作用。CAI 康复需关注髌、膝关节肌群力量及动态姿势控制能力的评估和干预。

【参考文献】

[1] Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium[J]. Br J Sports Med, 2014, 48(13): 1014-1018.

[2] 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.

[3] Gribble PA, Bleakley CM, Caulfield BM, et al. 2016 consensus statement of the International Ankle Consortium: prevalence, impact and long-term consequences of lateral ankle sprains[J]. Br J Sports Med, 2016, 50(24): 1493-1495.

[4] 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.
- [5] Khalaj N, Vicenzino B, Heales LJ, 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.
- [6] Georgia Uo. Key to avoiding ankle re-injury may be in the hips and knees suggests UGA study[J]. Biomedical Market Newsletter, 2011, 16(1): 77-81.
- [7] Gribble PA, Robinson RH. An examination of ankle, knee, and hip torque production in individuals with chronic ankle instability[J]. J Strength Cond Res, 2009, 23(2): 395-400.
- [8] Negahban H, Moradi-Bousari A, Naghibi S, et al. The eccentric torque production capacity of the ankle, knee, and hip muscle groups in patients with unilateral chronic ankle instability[J]. Asian J Sports Med, 2013, 4(2): 144-152.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] Negahban H, Mostafaei N, Sohani SM, et al. Reliability and validity of the Tegner and Marx activity rating scales in Iranian patients with anterior cruciate ligament injury[J]. Disabil Rehabil, 2011, 33(23-24): 2305-2310.
- [12] Halasi T, Kynsburg A, Tallay A, et al. Development of a new activity score for the evaluation of ankle instability[J]. Am J Sports Med, 2004, 32(4): 899-908.
- [13] Luan L, Adams R, Witchalls J, et al. Does Strength Training for Chronic Ankle Instability Improve Balance and Patient-Reported Outcomes and by Clinically Detectable Amounts A Systematic Review and Meta-Analysis[J]. Phys Ther, 2021, 101(7): 46-59.
- [14] McCann RS, Bolding BA, Terada M, et al. Isometric Hip Strength and Dynamic Stability of Individuals With Chronic Ankle Instability[J]. J Athl Train, 2018, 53(7): 672-678.
- [15] Shi X, Han J, Witchalls J, et al. Does treatment duration of manual therapy influence functional outcomes for individuals with chronic ankle instability: A systematic review with meta-analysis[J]. Musculoskelet Sci Pract, 2019, 40: 87-95.
- [16] Chuter VH, Janse de Jonge XA. Proximal and distal contributions to lower extremity injury: a review of the literature[J]. Gait Posture, 2012, 36(1): 7-15.
- [17] 周阳. 髋、膝相关肌肉强化对功能性踝关节不稳康复的影响[D]. 杭州: 浙江中医药大学, 2018.
- [18] Smith BI, Curtis D, Docherty CL. Effects of Hip Strengthening on Neuromuscular Control, Hip Strength, and Self-Reported Functional Deficits in Individuals With Chronic Ankle Instability[J]. J Sport Rehabil, 2018, 27(4): 364-370.
- [19] Ward S, Pearce AJ, Pietrosimone B, et al. Neuromuscular deficits after peripheral joint injury: a neurophysiological hypothesis[J]. Muscle Nerve, 2015, 51(3): 327-332.
- [20] 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.
- [21] Gribble PA, Hertel J, Denegar CR. Chronic ankle instability and fatigue create proximal joint alterations during performance of the Star Excursion Balance Test[J]. Int J Sports Med, 2007, 28(3): 236-242.
- [22] Friel K, McLean N, Myers C, et al. Ipsilateral hip abductor weakness after inversion ankle sprain[J]. J Athl Train, 2006, 41(1): 74-78.
- [23] Dejong AF, Koldenhoven RM, Hertel J. Proximal Adaptations in Chronic Ankle Instability: Systematic Review and Meta-analysis[J]. Med Sci Sports Exerc, 2020, 52(7): 1563-1575.
- [24] McCann RS, Crossett ID, Terada M, et al. Hip strength and star excursion balance test deficits of patients with chronic ankle instability[J]. J Sci Med Sport, 2017, 20(11): 992-996.
- [25] Doherty C, Bleakley C, Hertel J, et al. Dynamic balance deficits in individuals with chronic ankle instability compared to ankle sprain copers 1 year after a first-time lateral ankle sprain injury[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2016, 24(4): 1086-1095.
- [26] Gabriner ML, Houston MN, Kirby JL, et al. Contributing factors to star excursion balance test performance in individuals with chronic ankle instability[J]. Gait Posture, 2015, 41(4): 912-916.
- [27] Terada M, Harkey MS, Wells AM, et al. The influence of ankle dorsiflexion and self-reported patient outcomes on dynamic postural control in participants with chronic ankle instability[J]. Gait Posture, 2014, 40(1): 193-197.

本刊办刊方向:

立足现实 关注前沿 贴近读者 追求卓越