

慢性踝关节不稳的康复功能评定研究进展*

文子良^{1,2} 郑兵^{2,3} 朱江^{2,3} 吴宗辉^{1,2,3,4}

慢性踝关节不稳(chronic ankle instability, CAI)是指踝关节周围韧带受损后导致踝关节不稳定,而引起单侧或双侧踝关节习惯性扭伤^[1]。大约40%的踝关节损伤患者会发展成为CAI^[2],这些损伤会给患者带来疼痛、持续性肿胀、踝关节退行性变、复发性损伤和功能受限等问题^[3],尤其对运动员的运动表现和运动成绩有着重要影响^[4]。目前对于CAI患者的治疗主要为康复治疗与手术治疗,其中康复治疗因无创安全、治疗效果好等原因成为治疗CAI的首要方法^[5]。

康复功能评定是康复治疗的基础。在临床期间医师对急性期踝关节损伤的关注度较高,在一定程度忽视了CAI对患者带来的长期困扰,对CAI缺乏系统性的康复功能评定。基于《国际功能、残疾与健康分类》(international classification of functioning, disability and health, ICF)的理论架构和分类体系^[6],对CAI患者的康复评定应从身体功能、身体结构、活动与参与三个方面进行,全面把握患者的功能状态。

目前,对于CAI的系统康复功能评定鲜有报道。本文在查阅大量国内外相关文献的基础上,对CAI的康复功能评定进行了综述。

1 身体功能评定

1.1 感觉功能评定

基于踝关节的解剖结构和主要功能,CAI患者的感觉功能评定主要包括疼痛和本体感觉的评定。

1.1.1 疼痛评定:目前疼痛评定的方法较多,其中通用的评定方法有压力测痛法、口述分级评分法、疼痛行为记录评定^[7],但在临床上患者报告结局(patient-reported outcomes, PROs)是对CAI患者疼痛进行评定的有效工具。视觉模拟评分(visual analogue scale, VAS)、数字评分量表(numerical rating scale, NRS)与功能性疼痛问卷为常用的PROs评定方法^[8]。足与踝预后量表(the foot and ankle outcome score, FAOS)和足踝关节活动量表(foot and ankle activity measure, FAAM)对踝关节疼痛都进行了相关评定,是常用的PROs功能性评价量表,但对于实验结果以及在临床应用过程中还应考虑方法学的影响^[9]。Bernstein等^[8]还通过收集数

据计算足踝患者Spearman相关系数,寻求数字疼痛评定量表(numeric pain rating scale, NPRS)与患者报告结局测量信息系统(patient-reported outcomes measurement information system, PROMIS)在手术前后的关系,发现PROMIS-PI(疼痛干预)在临床上比NPRS能更好地区分较低程度的疼痛,可评估患者术前疼痛程度及其对功能和健康的影响。此外,由Hiller提出的坎伯兰踝关节不稳定量表(the Cumberland ankle instability tool, CAIT)可用于评估踝关节的疼痛和不稳定性,且发现CAIT与VAS具有很强的相关性^[10-11]。

CAI患者的疼痛主要发生在日常体力活动中,Adal等^[12]利用CAIT量表对1147例CAI患者进行疼痛评定,发现在所有参与者中,12.4%报告日常活动期间疼痛,47.7%报告中度或剧烈体力活动期间疼痛,39.9%报告无疼痛,因此与单独的疼痛评定相比,对CAI患者在体力活动水平时的疼痛进行评定,能更好的反映患者的疼痛程度。

踝关节的疼痛除伤害性机制外,神经病理性机制也是造成疼痛的原因之一。Sidon等^[13]对533例CAI患者进行疼痛检测时,发现有12.4%的患者属于神经病理性疼痛,因此神经病理性疼痛对CAI患者的疼痛评定十分重要,将有助于对CAI患者病情的诊断、治疗以及对疼痛的有效控制。临床上可用疼痛检测问卷(pain detect questionnaire)检测患者是否存在神经病理性疼痛^[13]。

综上,虽然常用的PROs功能性评价量表对CAI患者的疼痛能进行较好的评定,但还应将患者在体力活动中的疼痛、是否属于神经病理性疼痛等纳入综合评定。

1.1.2 本体感觉评定:本体感觉是一种特殊的感受方式,是踝关节在维持人体站立、行走和跑步等功能性活动中保持平衡的关键。阈值测量法、视觉模型法和关节角度重置法是对本体感觉进行评定的通用方法,但有研究指出在对本体感觉的测试中,阈值测量法和关节角度重置法不能反映本体感觉在日常和体育活动中的作用,而视觉模型法可对其进行较好的评定^[14]。

除通用的评定方法外,临床上对CAI患者本体感觉中的关节位置觉(joint position sense, JPS)、运动觉(kinesthesia)

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.06.023

*基金项目:国家科技部重点研发项目(2020YFC2006100);重庆市体育科研项目(C202125)

1 西南大学体育学院,重庆市,400715; 2 西南大学运动康复研究所; 3 西南大学医院; 4 通讯作者

第一作者简介:文子良,男,硕士研究生; 收稿日期:2021-07-02

和肌肉力觉(muscle force sense, MFS)常用等速肌力测试评估系统进行定量评定^[14-15],其中踝关节位置觉的具体测量方法有4种:被动定位被动复位、被动定位主动复位、主动定位主动复位、半被动定位半被动复位^[16]。在使用等速肌力测试评估系统对患者的本体感觉进行测量时,Sousa等^[17]发现功能性踝关节不稳患者(functional ankle instability, FAI)在30%最大等长收缩负荷时存在力觉缺陷,并且比机械性踝关节不稳(mechanical ankle instability, MAI)患者表现出更大的本体感觉缺陷。此外, Kim等^[15]发现在角度模拟试验(angle reproduction, AR)中的足底弯曲度、力量匹配试验(force matching, FM)中外翻方向上角度的绝对误差以及肌肉反应试验(muscle reaction, MR)中的腓骨长肌反应时间比其他变量更敏感,将有助于评定踝关节本体感觉。

1.2 运动功能评定

1.2.1 肌力评定:踝关节周围的肌肉群是维持其稳定性的重要结构,肌力的下降直接影响踝关节的稳定性。对于CAI患者的肌力评定可采用徒手肌力评定、等速肌力评定、表面肌电技术(surface electromyography, sEMG)等方法。徒手肌力评定操作简便,对硬件要求较低,但对检查者的经验和患者的配合程度要求较高,受患者主观感受影响较大且无法量化,其重复性较差,敏感性不高,较难客观、准确地反映患者的肌力水平^[18]。等速肌力测试具有较好的测量信度,可对踝关节在跖屈、背屈、内翻、外翻不同活动方向,向心、离心、等长不同收缩方式以及不同运动角速度进行肌力测试,被认为是评定肌力的金标准^[19],但是其设备昂贵、在实际过程中不易操作。踝关节的功能测试可在等速肌力测试后,用于评估等速肌力测试的性能能力以及踝关节的功能表现,其中单跟抬高试验是反映CAI患者中肌力不足最可靠的试验^[20]。Feger等^[21]利用sEMG测试受试者的下肢肌力活动,发现CAI患者的下肢肌肉肌电图活动明显减少。Donnelly等^[22]对受试者的腓骨长肌、腓骨短肌进行表面肌电图振幅测量后,发现与健康对照组相比,CAI患者在足部测量位置所产生的力更小。因此sEMG可通过肌电信号的转变对CAI患者的肌力进行评价,常用时域分析和频域分析进行量化分析。

此外,有研究表明踝关节的肌力下降并不局限于踝关节周围的肌群, Kim等^[23]对CAI患者进行跳跃着陆试验发现,为保持踝关节稳定,CAI患者膝关节和髌关节的伸肌群被激活,以补偿踝关节肌力下降,达到缓冲地面反作用力的效果。Khalaj等^[24]通过meta分析得出CAI患者与健康对照组相比,存在膝关节伸肌无力,髌关节的下髌屈肌、外展肌和外旋肌肌力较低的情况。因此,对膝关节和髌关节的肌力也应考虑进行综合评定。

1.2.2 关节活动度评定:CAI患者时常表现出踝关节活动受限,为确定关节的状况与活动异常的原因,需对CAI患者的

关节活动度(range of motion, ROM)进行评定。可用通用量角器、照相测量法、电磁跟踪系统、Kinect体感交互技术对踝关节的ROM进行评定,但考虑到临床的操作性、技术的成熟性等问题,临床上常采用通用量角器进行评定^[25-26]。此外, Keogh等^[27]对有关智能手机和应用程序测量关节活动范围的文献进行偏倚风险评估,得出可以使用智能手机中的应用程序代替量角器来测量关节活动度,这一方法适用于CAI患者对ROM的自评。

1.2.3 平衡功能评定:机体平衡是一个复杂、系统、受多因素影响的功能,踝调节机制是维持身体平衡的重要环节之一。对于CAI患者的平衡功能可采用实验法、量表法、平衡测试仪进行评定。

实验法可分为静态平衡能力测试与动态平衡能力测试,但踝关节的损伤大多发生在运动状态下,因此动态平衡能力测试比静态平衡能力测试能更直观的评定CAI患者平衡能力水平^[28]。动态平衡能力测试的方法主要包括:闭目原地踏步法、平衡木行走时间测试法、侧向跳跃测试(side-hop test)、跳“8”字测试(figure-of-8 hop test)、星形移动平衡测试(star excursion balance test, SEBT)等^[1]。与实验法的单任务试验相比, Berg平衡量表(berg balance scale, BBS)、社区平衡与移动量表(community balance and mobility scale, CBM)、平衡信心量表(activities-specific balance confidence scale, ABC)等能更好反映患者微妙的平衡缺陷^[29-31]。但Berg平衡量表对患者平衡能力的测量具有一定的上限效应^[30],而CBM量表可对患者的动态平衡与活动能力进行评定,并与Berg平衡量表相比,具有良好的结构效度,没有上限或下限效应^[29]。此外,还可用平衡测试仪进行评定, Fusco等^[32]将计算机动态平衡仪与Y-平衡测试比较,发现计算机动态平衡测试拥有良好的信度和效度,目前常用的平衡测试仪主要有: Good balance平衡测试仪、Biodex平衡测试训练仪、MJS平衡测试训练仪和NeuroCom Balance Manager平衡测试训练仪等,是对单侧CAI患者进行平衡缺陷检测准确且可靠的装置^[1]。

与实验法、量表法相比,平衡测试仪通过测得的定量数据能够准确、客观的评定CAI患者的平衡功能状态,但是考虑到经济性、操作性与可行性问题,临床上应灵活选择。

1.2.4 步态功能评定:在正常的步态周期里,踝关节功能起着至关重要的作用,在步行过程中,踝关节的感觉功能、肌力、关节活动度等均能影响其功能表现。步行速度减慢、步频减低、步幅缩短、脚底支撑面积变宽等都是CAI患者步态的重要特征^[33]。临床上常采用目测法对患者的步态进行评定,这种方法虽简单便捷、易操作,但是人体在步行过程中是一个整体且受步行速度的影响,观察者不能从三维方向对各个运动节段进行观察,获取的信息有限^[34]。

因此可采用三维步态分析的方法对CAI患者的运动学、动力学、表面肌电的步态特征进行客观、定量、全面、准确的评定^[35]。Fraser等^[36]利用三维动作捕捉系统对80例受试者进行步态测试分析,发现CAI患者的后足内翻发生率较健康对照组显著增高。Koldenhoven等^[37]对CAI患者和健康对照组的下肢步态运动学、动力学和表面肌电图的差异进行分析发现,CAI组在初始阶段和摆动阶段踝关节内翻发生的几率更大,并且踝关节内翻风险随着速度的增加而增加。高丕明等^[38]利用三维动作捕捉系统和Visual 3D软件观察受试者在支撑期的地面反作用力与踝关节力矩变化,发现CAI患者在步行过程中,支撑末期向上、向前的地面反作用力降低,踝关节跖屈、外展力矩不足。

由此可见,三维步态分析实现了运动学分析与动力学分析的统一,通过对患者运动学、动力学、表面肌电的步态特征进行测量得出客观定量的数据,以此反映CAI的严重程度与患者运动能力变化。

1.2.5 足底压力评定:足底压力可反映CAI患者踝关节的静态和动态稳定性,临床上可用足底压力测试对患者在不同运动状态下的关节状态及姿势稳定性进行评定,常用到压力中心(center of pressure, COP)、边界时间(time to boundary, TTB)两个指标^[39]。COP偏移速度 $\geq 1.56\text{cm/s}$ 、前后向TTB标准差 $\leq 3.78\text{s}$ 、内外侧向TTB标准差 $\leq 1.56\text{s}$ 三项指标的临界值在诊断CAI患者的姿势控制稳定性时具有重要意义^[40]。目前主要使用压力垫与受力平台这两种设备进行检测。Koldenhoven等^[41]在跑步机上对受试者的足底压力测量发现,CAI组在整个站立阶段COP表现出较大的偏移,并且前掌外侧的峰值压力和压力时间积分显著增加,在站立后期至摆动早期,臀中肌激活幅度增加。由此可见足底压力测试通过测得的足底压力分布与数据,可对CAI患者在运动状态下的关节状态与姿势稳定性进行准确的评定,而且与影像学检查相比,足底压力测试的站立位比影像学检查的平卧位更能体现踝关节的功能水平,其测试过程也更加简单快捷^[40]。

2 身体结构评定

CAI患者的身体结构评定主要包括体格检查和影像学检查。

体格检查主要检查CAI患者踝关节结构性的松弛,临床上常用前抽屉试验、距骨倾斜试验、外踝位置测量等方法^[42]。前抽屉试验、距骨倾斜试验分别用于检查MAI患者的距腓前韧带(anterior talofibular ligament, ATFL)和跟腓韧带(calcaneofibular ligament, CFL)的完整性^[43-44],在使用两种试验检查CAI患者韧带的完整性时,推荐使用前抽屉试验,但在评估ATFL长度时应优先考虑距骨倾斜试验^[45]。外踝位置测量(distal fibular position, DFP)仅能作为参考辅助诊断

而不具备真正的诊断效度^[42]。另外,还有研究指出CAI患病率还与足弓高度指数(arch height index, AHI)有一定关系,发现高足弓运动人群易发生骨性损伤,而低足弓运动人群的软组织损伤率较高^[46],因此在对CAI患者进行体格检查时应将足弓高度纳入综合考虑。

影像学检查主要包括X线检查MRI、CT和超声成像(ultrasound, US)检查等。X线用于检查胫腓下联合,踝关节内外侧副韧带的完整性,临床上多用应力X线技术对踝关节腓骨和韧带进行照射,但踝关节的肌肉保护作用会降低应力X线技术对CAI患者诊断的准确性,产生假阴性的影响^[47]。MRI通常用来评定软骨或软组织损伤,但是使用MRI对CAI患者进行临床诊断时,其敏感性较高,但特异性较低,因此不宜将其作为诊断踝关节外侧不稳的常规工具^[48]。CT可对踝关节的结构进行断层扫描,对其周围的韧带和肌腱进行评定,在踝关节结构成像和形态学参数测量方面比X线效果更好^[42]。US在评定CAI患者的ATFL损伤时具有较高的特异性和敏感性,能实时显示ATFL损伤情况,让检查者区分CAI患者踝关节不稳定性的等级,并准确定位损伤部位^[49]。US具有成本低、速度快、适用范围广、无创、不引起辐射等优点,但是检查结果的准确性在一定程度上受到操作者经验的影响^[50]。

3 活动与参与评定

3.1 活动评定

CAI患者的活动评定可对其日常生活活动能力(activity of daily living, ADL)进行评定,具体分为基础性日常生活活动(basic activity of daily living, BADL)评定和工具性日常生活活动(instrumental activity of daily living, IADL)评定^[51]。CAI患者BADL可用改良Barthel指数(modified barthel index, MBI)量表进行评定,该量表具有评定简单、可信度高、灵敏度好等特点^[52]。功能独立性评定量表(functional independence measure, FIM)虽然也能对患者的BADL进行评定并拥有较好的可信度,但是受制于版权许可,该量表的临床应用有限^[53]。在临床上使用两种量表评定患者时,如单独评定患者BADL宜首选MBI,如除需了解BADL情况外尚需要了解认知功能时可选用FIM。功能活动问卷(the functional activities questionnaire, FAQ)、快速残疾评定量表(rapid disability rating scale, RDRS)可对患者的IADL进行评定,较适用于老年人群,其中在单独评定患者IADL时首选FAQ^[54]。

此外,其他综合性问卷的部分内容也涉及对患者活动能力的评定。功能综合评定量表(functional comprehensive assessment, FCA)是在吸收FIM先进经验的基础上,设计的一种适合中国国情,便于临床操作,具有良好信度、效度的综合评定量表,能较好的反映患者的ADL能力^[55]。世界卫生组织

织基于ICF的理念推出世界卫生组织残疾评定量表2.0(WHO disability assessment schedule 2.0, WHODAS 2.0)与Barthel指数和FIM等其他量表相比,增加了“活动与参与”和“环境因素”领域的评定,适用于慢性病患者的整体功能评价,但评定时间长,不易理解,需要经过专业培训^[56]。

上述量表是适用CAI患者ADL能力评定的通用量表,而在对CAI患者的功能评价量表中,足踝功能障碍指数(foot and ankle disability index, FADI)、FAAM、FAOS等量表,在评价内容中对CAI患者的ADL和体育活动都进行了相关评定。其中FADI量表包括FADI和FADI运动指数两部分,能可靠地反映CAI患者在康复后患肢功能的改善^[57];FAAM量表能准确、有效地描述患者自身感受,对患者足踝肌肉疾病功能变化能进行较好的评定,同时有研究指出对于评定不稳导致的功能障碍程度推荐采用FAAM和FADI^[42, 58]。FAOS量表所含内容相对比较全面,但由于涉及问题较多,患者根据自己的主观感受很难做到准确无误地填写,影响了结果的准确性^[57]。

3.2 参与评定

基于ICF体系,对患者参与能力的评定应从职业、社会交往、休闲娱乐、生存质量等方面进行^[59-60]。但在实际评定过程中更注重CAI对患者机体健康状态的影响,而在一定程度上忽视了患者的社会属性及背景因素,如患者当下从事的职业、社会交往以及休闲娱乐等,并通过查阅文献发现,目前学者对CAI患者参与能力的评定也更侧重于健康相关的生存质量(health-related quality of life, HRQOL)。因此,为了评估治疗效果、更好地监测患者状态,在评定CAI患者HRQOL时,需从生理、心理和社会多维度对患者进行评定,将踝关节的功能下降作为影响患者HRQOL下降的先决条件^[61]。健康调查简表(SF-36、SF-12)、体力活动残疾量表(disablement in the physically active scale, DPA)、恐惧回避信念问卷(fear-avoidance beliefs questionnaire, FABQ)、运动恐惧症坦帕量表-11(Tampa scale of kinesiophobia-11, TSK-11)、生存质量评估问卷(the assessment of quality of life questionnaire, AQoL-6D)、整体功能问卷(global rating of function, GRF)等是对多种疾病HRQOL进行评定的通用工具,可对CAI患者的HRQOL从上述三个维度进行评定,但评定时有一定的功能缺陷^[61-62]。SF-36、SF-12量表对患者HRQOL的评定具有较好的信度,但是对心理测量的特性具有天花板效应,不适合运动或其他高强度运动人群^[39, 63]。DPA、FABQ和TSK-11量表可评定CAI对患者HRQOL整体的功能影响,但量表中的残疾评分尚待检验^[62]。

除上述通用量表外,针对CAI的功能评价量表也涵盖了对患者HRQOL的相关评定。Kosik等^[64]利用踝关节骨关节炎量表(ankle osteoarthritis scale, AOS)对CAI患者踝关节

的健康状况进行评定,得出该量表具有良好的信度和效度,可有效反映踝关节的健康状况。FAAM量表能对踝关节特定区域进行健康评定,用于量化CAI患者身体表现,而且FAAM量表中的日常生活活动量表(FAAM-ADL)和运动子量表(FAAM Sport)对于量化踝关节特定区域的健康状态具有较高的信度和效度^[62, 65]。

综上,在评定CAI患者参与能力时,目前多使用量表对患者的HRQOL进行评定,而忽视了CAI对患者的职业、社会交往、休闲娱乐等因素的影响。其中通用量表对患者的HRQOL主要从生理、心理、和社会多个维度进行整体评定,功能评价量表主要针对踝关节特定区域进行健康评定。因此,在使用通用量表评定CAI患者HRQOL的基础上,结合踝关节功能评价量表,并充分考虑患者的社会属性及背景因素等(如职业、社会交往、休闲娱乐),对其参与能力进行个性化的综合评定,避免出现项目遗漏,影响评定效果。

4 小结

本研究主要从患者身体功能、身体结构、活动与参与三个层面进行评定。通过文献研究发现,目前对CAI患者身体结构和功能的评定较多,主要是利用各种功能评定量表,比较注重患者在临床上的功能表现,而对患者回归社会后的活动与参与评定涉及较少,在一定程度上忽视了CAI对患者后期生活的整体影响,尤其是结合患者职业进行的活动与参与评定更少,从而难以提供一个全面的评定结果。康复的最终目标是使患者回归社会、回归生活,因此对CAI患者康复功能的评定应基于ICF理论,在后续的研究中加强对患者活动与参与的评定,同时在评定过程中还应重视CAI对患者职业、社会交往、休闲娱乐等方面的影响。

参考文献

- [1] 章丽莉, 杨玉珊, 郑洁皎. 慢性踝关节不稳姿势稳定性的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(8): 908—912.
- [2] Miklovic TM, Donovan L, Protzuk OA, et al. Acute lateral ankle sprain to chronic ankle instability: a pathway of dysfunction[J]. The Physician and Sports Medicine, 2018, 46(1): 116—122.
- [3] Delahunt E, Bleakley CM, Bossard DS, et al. Clinical assessment of acute lateral ankle sprain injuries (ROAST): 2019 consensus statement and recommendations of the international ankle consortium[J]. British Journal of Sports Medicine, 2018, 52(20): 1304—1310.
- [4] Chiu YL, Tsai YJ, Lin CH, et al. Evaluation of a smart-phone-based assessment system in subjects with chronic ankle instability[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2017, 139: 191—195.
- [5] Rodriguez-Merchan EC. Chronic ankle instability: diagnosis and treatment[J]. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2012, 132(2): 211—219.

- [6] Madden RH, Bundy A. The ICF has made a difference to functioning and disability measurement and statistics[J]. *Disabil Rehabil*, 2019,41(12):1450—1462.
- [7] 张立波,吕雪靖,胡理.疼痛发展认知神经科学:研究现状与未来趋势[J]. *中国科学:生命科学*, 2021,51(6):730—742.
- [8] Bernstein DN, Kelly M, Houck JR, et al. PROMIS pain interference is superior vs numeric pain rating scale for pain assessment in foot and ankle patients[J]. *Foot Ankle Int*, 2019,40(2):139—144.
- [9] Siersevelt IN, Zwiers R, Schats W, et al. Measurement properties of the most commonly used foot- and ankle-specific questionnaires; the FFI, FAOS and FAAM. a systematic review[J]. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 2018,26(7):2059—2073.
- [10] Hadadi M, Ebrahimi TI, Ebrahim MM, et al. Cross-cultural adaptation, reliability, and validity of the persian version of the cumberland ankle instability tool[J]. *Disabil Rehabil*, 2017,39(16):1644—1649.
- [11] 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.
- [12] Adal SA, Mackey M, Pourkazemi F, et al. The relationship between pain and associated characteristics of chronic ankle instability: a retrospective study[J]. *Journal of Sport and Health Science*, 2020,9(1):96—101.
- [13] Sidon E, Rogero R, McDonald E, et al. Prevalence of neuropathic pain symptoms in foot and ankle patients[J]. *Foot & Ankle International*, 2019,40(6):629-633.
- [14] Han J, Waddington G, Adams R, et al. Assessing proprioception: a critical review of methods[J]. *J Sport Health Sci*, 2016,5(1):80—90.
- [15] Kim CY, Choi JD. Comparison between ankle proprioception measurements and postural sway test for evaluating ankle instability in subjects with functional ankle instability[J]. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 2016,29(1):97—107.
- [16] 张秋霞,花秀琴,施永健.踝关节本体感觉的测量方法研究与应用[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2011,15(35):6619—6623.
- [17] Sousa A, Leite J, Costa B, et al. Bilateral proprioceptive evaluation in individuals with unilateral chronic ankle instability[J]. *J Athl Train*, 2017,52(4):360—367.
- [18] 夏晴,王立新,范利华.肢体肌肉功能评定研究进展[J]. *法医学杂志*, 2011,27(4):290—294.
- [19] 宋桂芸,赵建宇,恽晓平,等.踝关节等速肌力测试在下肢关节损伤中的应用进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2019,25(12):1384—1388.
- [20] Park YH, Park SH, Kim SH, et al. Relationship between isokinetic muscle strength and functional tests in chronic ankle instability[J]. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 2019,58(6):1187—1191.
- [21] Feger MAM, Donovan LM, Hart JMP, et al. Lower extremity muscle activation during functional exercises in patients with and without chronic ankle instability[J]. *PM & R*, 2014,6(7):602—611.
- [22] Donnelly L, Donovan L, Hart JM, et al. Eversion strength and surface electromyography measures with and without chronic ankle instability measured in 2 positions[J]. *Foot Ankle Int*, 2017,38(7):769—778.
- [23] Kim H, Son SJ, Seeley MK, et al. Altered movement strategies during jump landing/cutting in patients with chronic ankle instability[J]. *Scand J Med Sci Sports*, 2019,29(8):1130—1140.
- [24] 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.
- [25] 罗谢添,李健,杨玉洁,等.角度测量软件测量图像关节运动活动度研究[J]. *中国司法鉴定*, 2020(1):54—57.
- [26] 瞿畅,沈芳,于陈陈,等.基于Kinect深度图像的腕部及手指活动度测量方法[J]. *中国生物医学工程学报*, 2016,35(5):626—630.
- [27] Keogh JWL, Cox A, Anderson S, et al. Reliability and validity of clinically accessible smartphone applications to measure joint range of motion: a systematic review[J]. *PLoS One*, 2019,14(5):e215806.
- [28] Jaffri AH, Newman TM, Smith BI, et al. Dynamic leap and balance test: ability to discriminate balance deficits in individuals with chronic ankle instability[J]. *J Sport Rehabil*, 2020,29(3):263—270.
- [29] Gordt K, Mikolaizak AS, Nerz C, et al. German version of the community balance and mobility scale: translation and evaluation of measurement properties[J]. *Z Gerontol Geriatr*, 2019,52(1):28—36.
- [30] Meseguer-Henarejos A, Rubio-Aparicio M, López-Pina J, et al. Characteristics that affect score reliability in the berg balance scale: a meta-analytic reliability generalization study[J]. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2019,55(5):570.
- [31] Alsalaheen BA, Whitney SL, Marchetti GF, et al. Performance of high school adolescents on functional gait and balance measures[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2014,26(2):191—199.
- [32] Fusco A, Giancotti GF, Fuchs PX, et al. Dynamic balance evaluation: reliability and validity of a computerized wobble board[J]. *J Strength Cond Res*, 2020,34(6):1709—1715.
- [33] Gigi R, Haim A, Luger E, et al. Deviations in gait metrics in patients with chronic ankle instability: a case control study[J]. *J Foot Ankle Res*, 2015,8(1):1.
- [34] 王桂茂,严隽陶.应用三维运动解析技术定量观测步态变化[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 2007(35):7081—7083.
- [35] Kostuj T, Stief F, Hartmann KA, et al. Using the Oxford foot model to determine the association between objective measures of foot function and results of the AOFAS ankle-hindfoot scale and the foot function index: a prospective gait analysis study in Germany[J]. *BMJ Open*, 2018,8(4):e19872.
- [36] Fraser JJ, Hart JM, Saliba SF, et al. Multisegmented an-

- kle-foot kinematics during gait initiation in ankle sprains and chronic ankle instability[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2019,68:80—88.
- [37] Koldenhoven RM, Hart J, Saliba S, et al. Gait kinematics & kinetics at three walking speeds in individuals with chronic ankle instability and ankle sprain copers[J]. Gait Posture, 2019,74:169—175.
- [38] 高丕明, 罗小兵, 虞亚明, 等. 慢性踝关节不稳患者三维步态动力学特征[J]. 中国运动医学杂志, 2019,38(3):182—186.
- [39] 于越, 刘冬森, 阮槟, 等. 平衡训练对慢性踝关节不稳疗效的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2019,25(12):1374—1383.
- [40] 侯宗辰, 江东, 胡跃林. 足底压力分析在慢性踝关节不稳诊疗中的研究进展[J]. 中国微创外科杂志, 2019,19(2):186—189.
- [41] 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.
- [42] 施晓剑, 韩甲, 刘宇, 等. 慢性踝关节不稳的病理机制和评估诊断研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2019,38(9):816—824.
- [43] Lee KT, Park YU, Jegal H, et al. New method of diagnosis for chronic ankle instability: comparison of manual anterior drawer test, stress radiography and stress ultrasound[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2014,22(7):1701—1707.
- [44] Rosen AB, Ko J, Brown CN. Diagnostic accuracy of instrumented and manual talar tilt tests in chronic ankle instability populations[J]. Scand J Med Sci Sports, 2015,25(2):e214—e221.
- [45] Sillevius R, Shamus E, van Duijn A. Evaluation of antero-talofibular and calcaneofibular ligament stress tests utilizing musculoskeletal ultrasound imaging[J]. Physiother Theory Pract, 2022,38(10):1488—1498.
- [46] Powell DW, Long B, Milner CE, et al. Frontal plane multi-segment foot kinematics in high- and low-arched females during dynamic loading tasks[J]. Hum Mov Sci, 2011,30(1):105—114.
- [47] Kim TY, Hwang YG, Ahn J, et al. Evaluation of stress radiographs taken before and after spinal anesthesia in patients with chronic ankle instability[J]. J Foot Ankle Surg, 2020,59(1):53—58.
- [48] Jolman S, Robbins J, Lewis L, et al. Comparison of magnetic resonance imaging and stress radiographs in the evaluation of chronic lateral ankle instability[J]. Foot Ankle Int, 2017,38(4):397—404.
- [49] Radwan A, Bakowski J, Dew S, et al. Effectiveness of ultrasonography in diagnosing chronic lateral ankle instability: a systematic review[J]. Int J Sports Phys Ther, 2016,11(2):164—174.
- [50] Guillodo Y, Varache S, Saraux A. Value of ultrasonography for detecting ligament damage in athletes with chronic ankle instability compared to computed arthrotomography[J]. Foot Ankle Spec, 2010,3(6):331—334.
- [51] Ocagli H, Cella N, Stivanello L, et al. The Barthel index as an indicator of hospital outcomes: a retrospective cross-sectional study with healthcare data from older people[J]. J Adv Nurs, 2021,77(4):1751—1761.
- [52] Galli T, Mirata P, Foglia E, et al. A comparison between WHODAS 2.0 and modified barthel index: which tool is more suitable for assessing the disability and the recovery rate in orthopedic rehabilitation?[J]. Clinicoecon Outcomes Res, 2018,10:301—307.
- [53] 吴炜, 倪波业, 施加加. 扩展Barthel指数在脑卒中患者中的信度与效度[J]. 中国康复理论与实践, 2021,27(3):261—268.
- [54] 桑德春, 朴春花. 老年人生活能力评定及康复[J]. 中国康复理论与实践, 2006(11):972—974.
- [55] 范文可, 胡永善, 吴毅, 等. 功能综合评定量表效度的研究[J]. 中国康复医学杂志, 2003(6):5—9.
- [56] 徐悦莹, 郑洁皎, 夏汶, 等. 基于世界卫生组织残疾评定量表2.0慢性病患者整体功能的评估研究[J]. 中国康复理论与实践, 2019,25(9):993—999.
- [57] 毛晓锐, 张秋霞. 慢性踝关节不稳判定方法研究进展[J]. 中国运动医学杂志, 2014,33(8):835—840.
- [58] Li Y, Tsang RC, Liu D, et al. Applicability of cutoff scores of Chinese cumberland ankle instability tool and foot and ankle ability measure as inclusion criteria for study of chronic ankle instability in Chinese individuals[J]. Phys Ther Sport, 2021,48:116—120.
- [59] Bolte S, Mahdi S, de Vries PJ, et al. The gestalt of functioning in autism spectrum disorder: results of the international conference to develop final consensus international classification of functioning, disability and health core sets[J]. Autism, 2019,23(2):449—467.
- [60] 张奕雯, Lancy Huang, 邱卓英, 等. 基于世界卫生组织国际分类家族构建言语嗓音功能障碍的诊断、评估和康复体系[J]. 中国康复理论与实践, 2020,26(1):37—44.
- [61] Al MM, MacDonald DA, Vicenzino B, et al. Quality of life, function and disability in individuals with chronic ankle symptoms: a cross-sectional online survey[J]. J Foot Ankle Res, 2020,13(1):67.
- [62] Houston MN, Hoch JM, Gabriner ML, et al. Clinical and laboratory measures associated with health-related quality of life in individuals with chronic ankle instability[J]. Phys Ther Sport, 2015,16(2):169—175.
- [63] Hertel J, Corbett RO. An updated model of chronic ankle instability[J]. J Athl Train, 2019,54(6):572—588.
- [64] Kosik KB, Terada M, McCann R, et al. Decreased perceived ankle and knee joint health in individuals with perceived chronic ankle instability[J]. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2020,28(1):177—183.
- [65] Houston MN, Van Lunen BL, Hoch MC. Health-related quality of life in individuals with chronic ankle instability[J]. J Athl Train, 2014,49(6):758—763.
- [66] 燕铁斌, 章马兰, 于佳妮, 等. 国际功能、残疾和健康分类(ICF)专家共识[J]. 中国康复医学杂志, 2021,36(1):4—9.