

脑卒中患者常用下肢辅助设备干预下步态分析的对比研究

朱琳¹ 刘洋¹ 刘元旻¹ 刘惠林^{1,2}

摘要

目的:探究不同下肢辅助步行设备对脑卒中患者步行能力的影响。

方法:选取脑卒中后步行功能障碍患者50例,选取GaitWatch三维步态分析与评估系统在患者独立无干预步行(independent walking without intervention, IW)、运动贴布辅助步行(Kinesio taping-assisted walking, KTW)、弹力绷带辅助步行(elastic bandage-assisted walking, EBW)及踝足矫形器辅助步行(ankle-foot orthosis assisted walking, AFOW)状态下,分别进行步态分析,最终对比各组间数据差异。

结果:在步行时空参数方面,4组间无明显差异性($P>0.05$);在步行周期方面,EBW相比于IW及KTW在健侧支撑相百分比减小及健侧摆动相百分比增大($P<0.05$);AFOW相比于IW及KTW在患侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大、健侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大和双足支撑相百分比减小,相比于EBW在患侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大和双足支撑相百分比减小($P<0.05$);在步行关节角度方面,KTW相比于IW、EBW及AFOW在患侧踝关节背屈最大角度增大,相比于IW在患侧踝关节跖屈最大角度增大($P<0.05$);EBW相比于AFOW在患侧踝关节背屈最大角度增大,相比于IW在患侧踝关节最大背屈及跖屈角度增大($P<0.05$);AFOW相比于其他三组在健侧髋关节屈曲及伸展最大角度、患侧膝关节屈曲及患侧踝关节跖屈最大角度增大,相比于IW在患侧踝关节背屈最大角度增大($P<0.05$)。

结论:短时间内佩戴不同下肢辅助步行设备,踝足矫形器可作为首选辅助患者完成相关训练任务,运动贴布可在患者肌张力较高时应用,弹力绷带可在治疗条件有限时辅助使用。

关键词 运动贴布;弹力绷带;踝足矫形器;步态分析;脑卒中

中图分类号:R493,R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2022)-07-0901-06

A comparative study of gait analysis in stroke patients with commonly used assistive devices/ZHU Lin, LIU Yang, LIU Yuanmin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2022, 37(7):901—906

Abstract

Objective: To explore effects of different lower limb assisted walking equipment on walking ability of stroke patients.

Method: Fifty patients with walking dysfunction after stroke were selected. GaitWatch 3D gait analysis and evaluation system was selected to conduct gait analysis under the conditions of independent walking without intervention(IW), Kinesio taping-assisted walking(KTW), elastic bandage-assisted walking(EBW) or ankle-foot orthosis assisted walking(AFOW), respectively and finally the data were compared among every group.

Result: There was no significant difference in walking speed among the four groups ($P>0.05$). In terms of walking cycle, compared with IW and KTW, the percentage of support phase on the healthy side decreased, while the percentage swing phase on the healthy side increased in EBW ($P<0.05$). Compared with IW and KTW, AFOW decreased the percentage of support phase, and increased the percentage of swing phase on

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2022.07.006

1 中国康复研究中心北京博爱医院PT3科,北京市,100068; 2 通讯作者

第一作者简介:朱琳,女,主管治疗师; 收稿日期:2022-02-10

both the affected and healthy sides, and decreased the percentage of bipedal support phase. AFOW decreased the percentage of support phase and increased the percentage of swing phase on the affected side, and increased the bipedal support phase compare to EBW ($P < 0.05$). In terms of walking joint Angle, KTW increased the maximum Angle of dorsiflexion of ankle joint on the affected side when compared with IW, EBW and AFOW, and increased the maximum Angle of plantar flexion of ankle joint on the affected side when compared with IW ($P < 0.05$). EBW increased the maximum Angle of dorsiflexion of ankle joint on the affected side when compared with AFOW, and increased the maximum and plantar-flexion Angle of ankle joint on the affected side when compared with IW ($P < 0.05$). AFOW increased the maximum Angle of hip flexion and extension on the healthy side, the maximum Angle of knee flexion on the affected side and the maximum Angle of ankle plantar flexion on the affected side when compared with the other three groups, and increased the maximum Angle of ankle dorsiflexion on the affected side compared with IW ($P < 0.05$).

Conclusion: Different lower limb assisted walking equipment can be worn for a short time, ankle-foot orthosis can be used as the first choice to assist patients to complete relevant training tasks, Kinesio Taping can be applied when patients have high muscle tension, and elastic bandage can be used when treatment conditions are limited.

Author's address Department of Physiotherapy, Beijing Bo'ai Hospital, China Rehabilitation Research Centre, Beijing, 100068

Key word Kinesio taping; elastic bandage; ankle-foot orthosis; gait analysis; stroke

2019年全球脑卒中患者高达1.015亿人,是全球第二大死亡原因,其中50%以上的患者因偏侧肢体功能障碍导致长期慢性运动功能障碍^[1]。患者可出现偏侧肢体关节活动度下降、肌力减退、肌张力异常等症状^[2],进而引起肢体异常运动模式的出现,在步行上可表现为典型的“偏瘫步态”,即患侧足下垂内翻,代偿性骨盆上提,髋关节外展、外旋的划圈步态^[3]。为改善这种异常模式,康复治疗师常在应用传统神经康复技术疗法的同时,配合应用下肢辅助步行设备,以帮助患者完成早期站立、步行任务。本文选取了目前临床最为常用的辅助步行设备进行研究,包括运动贴布、弹力绷带及踝足矫形器。既往研究已证实佩戴相关不同辅助步行设备4—12周后,患者步行能力及步态可明显改善^[4-7],但目前尚未有佩戴这些辅助步行设备后即刻的对比研究,因此,本文通过患者佩戴不同辅助步行设备后,从步行时空参数、步行周期及步行关节角度层面完成步态分析,以期通过对比研究,探索不同辅助步行设备对患者步行能力的影响,以帮助治疗师对患者不同功能障碍更准确地选择辅助步行设备并完成相关训练。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2020年10月—2021年10月于中国康复研

究中心神经康复科住院的患者,共50例。

纳入标准:①符合中国各类主要脑血管病诊断要点2019版《指南》^[8]对各类脑卒中患者的诊断标准,且头颅CT或MRI检查证实为脑卒中初次发作,病程<1年。②年龄45—60岁。③意识、情感及语言功能正常,精神状态尚可,简易智力状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE)≥27分,可配合试验研究全过程。④下肢Brunnstrom分期≥IV期,功能性步行量表(functional ambulation category scale, FAC)功能分级≥3级,可独立完成床、椅、轮椅间转移并在少量辅助或监护下可独立步行20m以上。⑤患者知晓研究全过程,并自愿同意签署知情同意书。

排除标准:①合并严重的心、肝、肺、肾等重要器官的功能障碍。②有精神疾病史,意识或言语功能障碍,无法配合治疗。③卒中部位位于脑干或小脑处。④伴有影响行走的其他疾病,如骨关节病、骨折、骨质疏松等。⑤皮肤敏感,对运动贴布有过敏反应。⑥患者不愿签署知情同意书。

剔除和脱落标准:患者在试验过程中自感无法完成相关试验测试或以任何原因提出中止试验。

本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会审批,批件号2021-144-1。被试者个人一般信息见表1。

1.2 研究方法

表1 被试者一般资料

项目	数值
性别(男/女)(例)	36/14
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	52.36 $\pm$ 4.82
脑卒中类型(脑梗死/脑出血/动脉瘤破裂/脑栓塞)(例)	24/20/4/2
偏瘫侧(左/右)(例)	21/29
平均病程($\bar{x} \pm s$, 月)	3.22 $\pm$ 0.74
Brunnstrom分期(IV/V/VI)(例)	15/31/4
FAC功能分级(3/4/5)(例)	18/27/5

对所有入组受试者分别进行不同辅助干预状态下的步态分析,包括独立无干预步行、运动贴布辅助步行、弹力绷带辅助步行及踝足矫形器辅助步行。步态分析方法采用选用GaitWatch三维步态分析与评估系统(广州市章和电器设备有限公司),受试者需要佩戴好7个无线传感器:腰部传感器、L1(左髋关节传感器)、L2(左膝关节传感器)、L3(左脚部传感器)、R1(右髋关节传感器)、R2(右膝关节传感器)、R3(右脚部传感器)(图1)。受试者在佩戴好相应传感器后在空旷空间内独自穿鞋行走12m,测量其步速、步幅,步行中患侧髋关节屈曲、伸展角度及膝关节屈曲、伸展角度等相关步行数据以完成相应步态分析试验。

①独立无干预步行(independent walking without intervention, IW)。每位受试者首先完成该种状态下的步态分析,在测试过程中,试验人员不得给与受试者任何肢体或口头辅助,仅在受试者周边保护其行走的安全,确保受试者可独立完成步行试验。

②运动贴布辅助步行(Kinesio taping-assisted walking, KTW)。选用运动贴布(ROCK tape品牌)辅助受试者完成独立步行试验,治疗前应充分消毒贴布区域,避免贴布胶面触水或其他物质,试验人员应1—2次内完成粘贴动作,保证有效粘贴。具体贴法如下:

激活胫骨前肌:患者取仰卧位,患侧足踝中立位,踝关节尽量跖屈到最大的角度,采取I型贴法,胫骨外侧1/3为锚点,35%的拉力沿小腿前外侧方向向足背延展止于足背。贴扎完成后踝关节恢复自然放松的体位,可见运动贴布有褶皱形成,即表示贴扎效果佳。

抑制小腿三头肌痉挛:患者取俯卧位,患侧踝足充分背屈置于床边,采取Y型贴法,足底为锚点,将

后踝包住,于跟腱处分开,25%的拉力沿腓肠肌方向延展止于股骨内、外侧髁(图2)。

③弹力绷带辅助步行(elastic bandage-assisted walking, EBW)。选用普通医用弹力绷带对受试者进行“踝足8字缠绕固定”辅助患者完成独立步行试验。具体固定方法如下:患者取端坐位,患侧踝足中立位,于足背侧开始,绕经足内侧、足底、外侧再返回背侧,反复缠绕2—3圈。然后从背侧经内踝斜过小腿后侧,绕经外侧至前足背侧,压过前边绕的二分之一绷带,原地缠绕一圈,再按8字缠绕的路径重复绷扎,自始至终在足矫正位绷扎固定(图3)。

④踝足矫形器辅助步行(ankle-foot orthosis assisted walking, AFOW)。选取ORTOP-AFO踝足矫形器(日本川村义肢会社)辅助患者完成独立步行试验(图4)。

每组测试进行3次,取其平均值为该组测量的最终结果。组间休息30min,并在正式测试前,给与10min适应性训练时间。为避免试验顺序及疲劳等因素产生误差,每位被试者将以随机的排列顺序完成上述4组检查。

1.3 统计学分析

图1 GaitWatch佩戴方法



图3 踝足“8字绷带”固定法



图2 运动贴布贴扎方法



图4 踝足矫形器佩戴方法



本研究采用 SPSS 22.0 统计软件进行数据分析。计量资料服从正态分布,以平均值±标准差表示,计数资料采用频数进行描述性分析。IW、KTW、EBW 及 AFOW 状态下步态分析结果选用 Dunnett-*t* 检验方法完成组间比较。显著性水平 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 步行时空参数步态分析结果

4 组试验组间对比可见,被试者在步频、步态周期、步幅、步速及患侧步长均无显著性差异, $P>0.05$ (表 2)。

2.2 步行周期步态分析结果

4 组试验组间对比可见,EBW 相比于 IW 及 KTW 在健侧支撑相百分比减小及健侧摆动相百分比增大, $P<0.05$; AFOW 相比于 IW 及 KTW 在患侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大、健侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大和双足支撑相百分比减小,相比于 EBW 在患侧支撑相百分比减小及摆动相百分比增大和双足支撑相百分比减小, $P<0.05$ (表 3)。

2.3 步行关节角度步态分析结果

4 组试验组间对比可见,KTW 相比于 IW、EBW 及 AFOW 在患侧踝关节背屈最大角度增大,相比于 IW 在患侧踝关节跖屈最大角度增大, $P<0.05$; EBW 相比于 AFOW 在患侧踝关节背屈最大角度增大,相比于 IW 在患侧踝关节最大背屈及跖屈角度增大, $P<0.05$; AFOW 相比于其他三组在健侧髋关节屈曲及伸展最大角度、患侧膝关节屈曲及患侧踝关节跖屈最大角度增大,相比于 IW 在患侧踝关节背屈最大角度增大, $P<0.05$ (表 4)。

表 2 步行时空参数步态特征数据 ($\bar{x}\pm s, n=50$)				
项目	IW	KTW	EBW	AFOW
步频(steps/min)	54.37±6.32	55.95±6.58	56.07±6.61	57.45±6.82
步态周期(s)	2.12±0.43	2.09±0.41	2.06±0.41	1.95±0.37
步幅(cm)	75.26±10.08	73.66±9.83	73.84±9.23	72.47±8.85
步速(cm/s)	32.87±5.66	34.07±5.83	34.49±5.89	35.37±6.32
患侧步长(cm)	29.53±5.37	29.02±5.54	31.32±5.75	30.01±6.81
注:IW:独立无干预步行;KTW:运动贴布辅助步行;EBW:弹力绷带辅助步行;AFOW:踝足矫形器辅助步行				

表 3 步行周期步态特征数据 ($\bar{x}\pm s, \%, n=50$)				
步行周期	IW	KTW	EBW	AFOW
患侧支撑相	70.28±10.56	69.56±10.23	68.89±10.85	65.73±10.53 ^{①②③}
患侧摆动相	29.72±7.23	30.44±7.18	31.11±5.82	34.27±7.89 ^{①②③}
健侧支撑相	73.22±12.86	69.13±11.56	65.87±10.98 ^{①②}	64.32±9.93 ^{①②}
健侧摆动相	26.78±5.56	31.87±5.79	34.13±8.06 ^{①②}	35.68±5.90 ^{①②}
双足支撑相	28.34±4.83	27.86±4.70	26.55±4.35	24.32±4.01 ^{①②③}
注:IW:独立无干预步行;KTW:运动贴布辅助步行;EBW:弹力绷带辅助步行;AFOW:踝足矫形器辅助步行。①相比于 IW, $P<0.05$; ②相比于 KTW, $P<0.05$; ③相比于 EBW, $P<0.05$ 。				

表 4 步行关节角度步态特征数据 ($\bar{x}\pm s, ^\circ, n=50$)				
关节角度	IW	KTW	EBW	AFOW
髋屈曲最大				
患侧	29.46±4.83	30.23±4.62	30.15±4.44	30.31±4.21
健侧	43.28±5.96	42.12±5.30	46.34±5.13	48.52±5.20 ^{①②③}
髋伸展最大				
患侧	6.52±2.71	6.81±2.53	6.51±2.61	6.72±2.43
健侧	16.63±3.52	16.98±3.61	17.72±3.58	19.03±3.72 ^{①②③}
膝屈曲最大				
患侧	38.85±4.44	40.22±4.54	39.65±4.32	44.76±4.73 ^{①②③}
健侧	56.62±6.68	58.23±6.20	55.83±6.61	57.24±6.47
膝伸展最大				
患侧	2.23±0.69	1.82±0.51	2.19±0.53	2.38±0.56
健侧	-	-	-	-
踝背屈最大				
患侧	6.21±1.20	13.42±1.89 ^{①③④}	11.76±2.11 ^{①④}	9.92±1.84 ^①
健侧	18.85±3.32	19.92±3.12	19.56±2.87	19.73±3.11
踝跖屈最大				
患侧	16.64±2.27	20.22±2.62 ^①	19.73±2.33 ^①	23.07±3.05 ^{①②③}
健侧	31.88±3.75	30.35±3.67	33.12±4.01	32.55±3.42
注:IW:独立无干预步行;KTW:运动贴布辅助步行;EBW:弹力绷带辅助步行;AFOW:踝足矫形器辅助步行。①为相比于 IW, $P<0.05$; ②相比于 KTW, $P<0.05$; ③相比于 EBW, $P<0.05$; ④相比于 AFOW, $P<0.05$ 。				

3 讨论

脑卒中后,步行能力的恢复是患者提高生活质量和功能独立性的重要因素^[9]。在站立和行走过程中,下肢髋、膝、踝关节通过确保充分的关节活动及选择性的肌肉收缩,在保持和矫正肢体平衡方面起着重要的作用^[10-11]。脑卒中患者由于腓肠肌过度紧张,胫骨前肌麻痹或无力,常导致其患侧踝关节跖屈僵硬、背屈无力,出现“足下垂”的表现,既往研究表明足及脚踝本体感觉和功能活动缺陷与跌倒最为相关^[12]。因此,有针对性的康复训练及下肢步行辅助设备的选择是十分必要的。

本研究发现,患者在佩戴不同下肢步行辅助设备后在步行时空参数方面并无显著性差异,包括步频、步态周期、步幅、步速及患侧步长。既往研究对

此观点意见并不一致,Rojhani-Shirazi Z等^[13]发现短时间KTW、Bac等^[14]发现短时间佩戴AFOW对步行时空参数无明显改善,而Lee^[15]、Park^[16]、Sheng^[17]等则持相反意见。究其原因可能与收录的被试者发病持续时间有关,无改善的研究被试者多发病超过1年,步态已通过长时间锻炼处于某一稳定状态;同时上述研究多为小样本量试验,受试者人数12—28人不等,可能存在一定误差,唯一一项较大样本量研究为60人,但其步行时空参数的测定是在跑步机上完成,仍与其他研究存在较大试验设计差异。步行时空参数的提高受患者躯干核心肌群保持和控制平衡的能力,髋、膝、踝关节有效支撑与摆动的能力,健侧及患侧肢体相互配合的能力等全身多个因素影响,短时间内单一步行辅助设备的应用不足以改善全身整体功能水平,因而患者步行时空参数可能不会发生显著改善。

脑卒中患者可以将超过80%的体重分配到健侧,而患侧负重时间明显缩短,从而降低了他们的平衡能力,限制患者的步行活动能力,增加其跌倒风险^[18]。本研究发现脑卒中患者无辅助或佩戴辅助设备步行时,相比于正常标准数值均存在健侧与患侧支撑相延长、摆动相减少及双足支撑相延长的异常步行周期;然而患者在佩戴EBW后,可在健侧减少支撑时间,增加摆动时间,在佩戴AFOW后可在健侧及患侧均一定程度改善这种异常步行周期。究其原因,可能与佩戴步行辅助设备后患者患侧负重能力增加有关。患者步行动作由健侧及患侧相互配合,交替向前迈步完成,患侧负重能力增加,可帮助患者在健侧迈步时重心更多偏向患侧,从而增加了健侧迈步腾空时间^[19];而患侧迈步周期的延长需要在重心转移,双侧配合的基础上,更强调患侧髂腰肌收缩完成屈髋及踝足跖屈蹬离地面等患侧“自驱动力”增加的能力^[20]。本研究后续对步行关节角度方面的研究也同样发现,患者佩戴AFOW后在健侧髋关节屈曲及伸展最大角度、患侧膝关节屈曲及患侧踝关节跖屈最大角度相比于其他3组具有明显优越性,与其步行周期结果相匹配。同时,Gatti等^[21]研究发现佩戴AFOW,可增加脑卒中后偏瘫患者双侧重心转移及患侧迈步能力,与本研究发现相一致。值得注意的是,佩戴KTW后,患者步行周期相比于IW

并无明显改善,与他人研究结果并不一致^[15-16],这可能与运动贴布贴法不同有关,本研究选取的胫骨前肌兴奋配合小腿三头肌抑制贴法更多强调纠正踝足背屈能力且为目前临床最为常用的简单贴法,与他人研究相比并未额外增加采用踝足环绕固定贴法,因而可能导致患者短时间内步行周期改善不明显。

运动贴扎作为一种新兴的康复治疗辅助措施,可通过不同贴法及拉力的设置,选择性地易化激活主动肌,抑制过度紧张的拮抗肌,从而改善肢体运动功能水平。目前已广泛应用于临床实践中。本研究发现,运动贴布通过易化激活胫骨前肌,抑制小腿三头肌过度收缩,相比于其他几组可显著提高患者患侧踝足背屈能力。Chang HY等^[22]的研究证明运动贴布具有力学矫正和神经肌肉的刺激作用,可以促进关节的稳定性,改善肢体的平衡功能,其他学者发现短时间内使用KTW,可有效控制肌肉张力^[5]、改善关节活动范围^[23]及步态^[24]。

本研究的不足之处在于:受客观条件限制,本研究并未能记录到髋、膝、踝关节内旋及外旋关节活动角度,因而不能直观的评价患者下肢“划圈”及踝足内翻情况,同时并未能完成足底压力信息的采集,因而不能直观的评价患者健、患侧负重情况,应在后续研究给与完善。

综上所述,短时间内佩戴不同下肢辅助步行设备,虽难以在步行时空参数方面发生显著改变,但在步行周期及步行关节角度方面相比于无辅助独立步行可在一定程度上发生改善。同时,踝足矫形器在改善患者患侧负重能力、提高双侧重心转移能力及踝足蹬离地面能力等方面具有明显优越性,可有效应用于脑卒中早期肌力较差的患者,并在日常生活中可长期佩戴,持续牵拉踝足使其保持中立位,可在一定程度上预防或延缓踝足内翻及跟腱短缩的发生,因而康复治疗师可首选踝足矫形器辅助患者完成相关训练。运动贴布在改善患者患侧踝足背屈能力具有一定优越性,治疗师可选取不同的贴法及拉力大小,有针对性地刺激或放松相应肌群,因而在患者肌张力较高时,可考虑选用运动贴布辅助训练。弹力绷带在一定程度也可改善患者患侧踝足背屈及跖屈能力,尽管其短时间内干预效果相比于其他设备并无明显优越性,但其操作相对简单,使用成本较

低且能重复使用,在治疗条件有限的条件下治疗师仍可考虑弹力绷带辅助训练。

参考文献

- [1] Donkor ES. Stroke in the 21st century: a snapshot of the burden, epidemiology, and quality of life[J]. *Stroke Res Treat*, 2018, 2018, 3238165.
- [2] Gorst T, Rogers A, Morrison SC, et al. The prevalence, distribution, and functional importance of lower limb somatosensory impairments in chronic stroke survivors: A cross sectional observational study [J]. *Disabil Rehabil*, 2019, 41, 2443—2450.
- [3] 中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组, 卫生部卒中筛查与防治工程委员会办公室. 中国卒中康复治疗指南(2011 完全版)[J]. *中国康复理论与实践*, 2012, 18(4): 301—318.
- [4] Shahabi S, Shabaninejad H, Kamali M, et al. The effects of ankle-foot orthoses on walking speed in patients with stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Rehabil*, 2020, 34, 145—159.
- [5] Koseoglu BF, Dogan A, Tatli HU, et al. Can kinesio tape be used as an ankle training method in the rehabilitation of the stroke patients? [J]. *Complement Ther Clin Pract*, 2017, 27, 46—51.
- [6] 刘元旻, 恽晓萍, 丁玎, 等. 运动贴布对不同恢复阶段卒中患者下肢功能的影响[J]. *中国康复理论与实践*, 2021, 27(6): 712—718.
- [7] Kim WI, Park YH, Sung YB, et al. Effects of kinesio taping for ankle joint and ankle-foot orthosis on muscle stimulation and gait ability in patients with stroke suffering foot drop [J]. *Adv Sci Technol*, 2015, 116, 261—265.
- [8] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710—715.
- [9] Pundik S, Holcomb J, McCabe J, et al. Enhanced life-role participation in response to comprehensive gait training in chronic stroke survivors[J]. *Disabil Rehabil*, 2012, 34(26): 2264—2271.
- [10] Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people[J]. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 2005, 60(12): 1546—1552.
- [11] Spink MJ, Fotoohabadi MR, Wee E, et al. Foot and ankle strength, range of motion, posture, and deformity are associated with balance and functional ability in older adults [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2011, 92(1): 68—75.
- [12] Gorst T, Rogers A, Morrison SC, et al. The prevalence, distribution, and functional importance of lower limb somatosensory impairments in chronic stroke survivors: A cross sectional observational study [J]. *Disabil Rehabil*, 2019, 41(20): 2443—2450.
- [13] Rojhani-Shirazi Z, Amirian S, Meftahi N. Effects of ankle kinesio taping on postural control in stroke patients[J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2015, 24(11): 2565—2571.
- [14] Bae DY, Shin JH, Kim JS. Effects of dorsiflexor functional electrical stimulation compared to an ankle/foot orthosis on stroke-related genu recurvatum gait[J]. *J Phys Ther Sci*, 2019, 31(11): 865—868.
- [15] Lee D, Bae Y. Short-term effect of kinesio taping of lower-leg proprioceptive neuromuscular facilitation pattern on gait parameter and dynamic balance in chronic stroke with foot drop[J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(3): 271.
- [16] Park D, Bae Y. Proprioceptive neuromuscular facilitation kinesio taping improves range of motion of ankle dorsiflexion and balance ability in chronic stroke patients [J]. *Healthcare (Basel)*, 2021, 9(11): 1426.
- [17] Sheng Y, Kan S, Wen Z, et al. Effect of kinesio taping on the walking ability of patients with foot drop after stroke[J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019, 15, 2019: 2459852.
- [18] Adegoke BO, Olaniyi O, Akosile CO. Weight bearing asymmetry and functional ambulation performance in stroke survivors [J]. *Glob J Health Sci*, 2012, 29, 4(2): 87—94.
- [19] Hesse S, Luecke D, Jahnke MT, et al. Gait function in spastic hemiparetic patients walking barefoot, with firm shoes, and with ankle-foot orthosis [J]. *Int J Rehabil Res*, 1996, 19: 133—141.
- [20] Karthikbabu S, Verheyden G. Relationship between trunk control, core muscle strength and balance confidence in community dwelling patients with chronic stroke [J]. *Top Stroke Rehabil*, 2021, 28, 88—95.
- [21] Gatti MA, Freixes O, Fernández SA, et al. Effects of ankle foot orthosis in stiff knee gait in adults with hemiplegia [J]. *J Biomech*, 2012, 45: 2658—2661.
- [22] Chang HY, Wang CH, Chou KY, et al. Could forearm Kinesio taping improve strength, force sense, and pain in baseball pitchers with medial epicondylitis? [J]. *Clin J Sport Med*, 2012, 22(4): 327—333.
- [23] Hu Y, Zhong D, Xiao Q, et al. Kinesio taping for balance function after stroke: A systematic review and meta-analysis [J]. *Evid Based Complement Alternat Med*, 2019, 2019: 8470235.
- [24] Horasart A, Klomjai W, Bovonsunthonchai S. Immediate effect of kinesio tape on gait symmetry in patients with stroke: A preliminary study [J]. *Human Mov*, 2020, 21, 73—81.