

下肢康复训练机器人对缺血性脑卒中偏瘫患者平衡及步行功能的影响*

赵雅宁¹ 郝正玮² 李建民^{1,3} 马素慧¹ 沈海涛¹ 陈长香¹

摘要

目的:观察下肢康复训练机器人对缺血性脑卒中(早期)偏瘫患者平衡功能以及步行功能的影响。

方法:将40例偏瘫患者随机分为对照组(20例)和Lokomat组(20例)。两组均给予常规肢体功能训练,对照组采用常规康复疗法,每周进行3次,每次30min,共治疗10周。Lokomat组给予下肢康复机器人为主的运动训练,辅以常规康复训练,每次30min,3次/周,共10周(2个疗程)。采用Berg平衡量表及单项评分(测定平衡功能)、踝-后足评分量表(AOFAS)及其中的异常步态、前足活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、踝-后足稳定性和足部对线(评价踝关节的功能恢复和异常步态)和步长、步宽、步频、步速(评价患者每天活动时实际步行功能的变化)进行疗效评价。

结果:治疗前,两组在Berg平衡量表,踝-后足功能评分以及异常步态、前足活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、踝-后足稳定性和足部对线,步长、步宽、步速和步频的评测差异均无显著性($P > 0.05$),均具有可比性。治疗后,Berg平衡量表,踝-后足功能评分及异常步态、前足活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、踝-后足稳定性和足部对线,步长、步宽、步速和步频的评测较治疗前均有明显改善($P < 0.05$);与对照组相比,Lokomat组改善均更明显($P < 0.05$);Berg平衡功能单项评分比较:训练后,Lokomat组从坐到站、无支撑站位、无支撑坐位、站到坐、转移、闭眼站立、并脚站立、前后脚成直线以及单脚站等方面评分均高于对照组($P < 0.05$)。

结论:下肢康复训练机器人能改善缺血性脑卒中偏瘫患者的踝背屈功能,对改善其平衡和步行功能具有积极作用。

关键词 下肢康复机器人;缺血性脑卒中;平衡功能;偏瘫步态;步行功能;踝关节

中图分类号:R743.3, R493 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2012)-11-1015-06

The effect of Lokomat lower limb gait training rehabilitation robot on balance function and walking ability in hemiplegic patients after ischemic stroke/ZHAO Yaning, HAO Zhengwei, LI Jianmin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2012, 27(11):1015—1020

Abstract

Objective: To investigate the effect of Lokomat lower limb gait training rehabilitation robot on balance function and walking ability in hemiplegic patients after ischemic stroke.

Method: Forty hemiplegic patients after ischemic stroke were randomly divided into Lokomat group and control group with 20 cases in each group. The Lokomat group received Lokomat rehabilitation therapy besides routine rehabilitation training, while the control group received routine rehabilitation only. All patients were assessed at the beginning of training and after 10 week-training. The Berg balance scale (BBS), AOFAS scale and abnormal gait, forefoot activities (flex and extension), hind foot activities (varus and valgus), ankle hind leg stability, foot part line jitter; gait parameters(step length, stride width, cadence, velocity) were used to evaluate stepping function before training and after 10 week-training.

Result: Before training, there was no significant difference in BBS, AOFAS scale and abnormal gait, forefoot ac-

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.11.007

*基金项目:河北省科技厅支撑课题(20276112D)

1 河北联合大学康复医学院,唐山,063000; 2 河北唐山市人民医院; 3 通讯作者

作者简介:赵雅宁,女,副教授; 收稿日期:2012-07-18

tivities(flex and extension), hind foot activities (varus and valgus), ankle hind leg stability, foot part line jitter, gait parameters between two groups. After treatment, all indexes were perfected greatly. Compared to control group, there were significant differences in Lokomat treatment group ($P < 0.05$).

Conclusion: The Lokomat rehabilitation treatment group can improve balance function and walking ability in hemiplegic patients after stroke.

Author's address College of Rehabilitation Medicine, Hebei United University, Tangshan, 063000

Key word lower limb gait training rehabilitation robot; ischemic stroke; balance function; hemiplegic gait; walking ability; ankle

步行是多关节和肌群的周期性和协调性运动,要求机体有足够承重能力、平衡能力^[1]。脑卒中患者运动功能障碍患者大多有平衡功能异常,不能协调完成移动重心的过程,严重影响患者步行能力的恢复。大多脑卒中偏瘫患者经过早期康复训练,其平衡和运动功能均能得到一定的改善,但训练过程中难以将步行中的负重、迈步、平衡三要素有机的结合,患者容易形成异常步态^[2]。近年来,应用机器人进行康复治疗这一新方法受到广泛关注。本研究应用 Lokomat 康复训练机器人对下肢运动功能障碍的脑卒中患者进行干预,以平衡功能及步态参数等变化来研究下肢康复训练机器人对患者平衡能力及步行能力的影响。

1 对象与方法

1.1 研究对象

入选对象为 2010 年 12 月—2011 年 12 月,在河北联合大学附属医院神经内科住院患者中选取的 40 例(恢复早期)缺血性脑卒中患者,将研究对象随

机分为对照组(20 例)和 Lokomat 组(20 例)。两组患者一般情况差异无显著性($P > 0.05$)。纳入标准:①诊断符合 1995 年第四届脑血管病学术会议制定的《各类脑血管疾病诊断要点》中脑梗死诊断标准^[3]、经头颅 CT 或者 MRI 检查确诊、梗死部位为单侧基底核区;②年龄在 30—70 岁、首次发病、病程在 1 个月内、生命体征平稳、无其他神经系统疾病、意识清楚、能听从指令;③在服用降压药的情况下血压维持在 150/90mmHg 之间;④一侧肢体偏瘫;⑤中国脑卒中患者神经功能评分 0—15 分。

排除标准:①患有其他影响步行能力的神经肌肉和骨关节疾病,患有严重的心、急慢性心瓣膜病,心肌病及其他器质心脏病;②患者不愿意参加实验者,脑出血和颅脑外伤造成的偏瘫者;③精神症状、听力障碍、理解障碍、严重的认知障碍者;④近期心绞痛频繁发作及不稳定型心绞痛。治疗前,两组患者在年龄、性别、偏瘫侧、病变部位、病程和脑卒中神经功能评分等方面差异无显著性($P > 0.05$),具有可比性。见表 1。

表 1 两组患者的一般资料 (x±s)

组别	例数	平均年龄 (岁)	性别(例)		偏瘫侧(例)		基底核区(例)		发病时间 (d)	脑卒中神经功能评分
			男	女	左	右	左	右		
Lokomat 组	20	51.8 ± 10.14	17	3	7	13	12	8	21.93 ± 1.33	13.38 ± 1.24
对照组	20	57.6 ± 8.22	15	5	5	15	13	7	21.13 ± 1.26	12.08 ± 0.90

1.2 治疗方法

两组均给予常规肢体功能训练,对照组采用常规康复疗法,每周进行 3 次,每次 30min,共治疗 10 周。Lokomat 组给予下肢康复机器人为主的运动训练,每次 30min/次,3 次/周,共 10 周(2 个疗程),同时辅助给予常规康复治疗。

1.2.1 常规康复疗法:主要采用 Bobath 技术为主要的传统康复治疗,包括被动活动关节、躯干肌控制训

练、髋关节控制训练、膝关节控制训练、踝背屈诱发训练;坐位平衡、站位平衡及步态训练等以上训练,每周进行 3 次,每次 30min,共治疗 10 周。

1.2.2 Lokomat 训练方法:Lokomat 训练在常规康复疗法的基础上给予下肢康复机器人(瑞士 Hocoma 公司与瑞士苏黎世 Balgrist 大学附属医院脊髓损伤中心联合开发的 Lokomat 系统 5.0)为主要的运动训练。训练前要对患者腿部的长度进行测量、绑带的尺寸

和机器人装置的调节。准备工作还包括:调节减重,减重的调整要根据患者的双腿在进行步行训练时膝关节不出现弯曲为宜,初始减量一般为患者体重的60%;一般患者的系数范围在0.2—0.7范围内,系统会进行自行设置;引导力的设置通常为30%或更少,这样可以有效的影响患者的步态模式;步速的调节,一般步速在1.5—1.7km/h。根据患者的恢复情况逐步减少减重的重量和增加跑步台的速度。运动处方30min/次,3次/周,共10周(2个疗程),整个训练过程有1—2个治疗师来协助完成。

1.3 评价方法

1.3.1 Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS):由评价者要求并观察患者做出包括坐到站、无支撑站立、无支撑坐位、站到坐、转移、闭眼站立、并脚站立、手臂前伸、弯腰拾物、转头向后看、原地转圈、双脚交替踏凳、前后脚直线站立和单腿站立共14个项目的活动,分别定义为B1、B2、B3……B14。每个项目的评分由0—4分,0分代表无法完成动作,4分代表可正常完成动作^[4]。总分56分,第2、3、6、7、13、14项(共6项)为静态平衡,将余下8项测试为动态平衡。

1.3.2 踝-后足评分(AOFAS)^[20]:评测踝关节的功能恢复,评价项目有疼痛、功能,自主活动和支撑情况、最大步行距离、地面步行、异常步态、前足活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、踝-后足稳定性和足部对线。100—90分为优、89—75分为良、74—50分为一般、小于50分为差^[5]。其中异常步态、前足活动(屈/伸)、后足活动(内翻加外翻)、踝-后足稳定性和足部对线是评价偏瘫步态的方法。

1.3.3 步速、步长、步宽、步频评测:采用美国K421 GAITRite USB步态分析系统计算机软件计算步态参数。每位测试者通过步态分析仪测量包括最舒适步速、步长、步宽、步频,患者在与计算相连的3.8m×0.6m的压力感应垫上以其最舒适步速连续行走3次,能反映患者每天活动时实际步行功能的变化。

1.4 统计学分析

所有资料均用SPSS 13.0统计软件进行处理。计量资料用均数±标准差表示,治疗前后数据比较用*t*检验。

2 结果

2.1 Berg平衡量表总分值比较

治疗前,两组患者的平衡能力无显著性差异($P>0.05$)。治疗后,两组患者的BBS评分均有不同程度提高($P<0.05$),Lokomat组患者治疗后BBS评分均高于对照组($P<0.05$)。见表2。

2.2 Berg平衡功能单项评分比较

治疗前,静态平衡和动态平衡评分差异均无显著性意义($P>0.05$)。治疗后,静态平衡和动态平衡评分均有不同程度的提高($P<0.05$),Lokomat组患者治疗后部分评分均高于对照组($P<0.05$)。见表3—4。

2.3 踝-后足评分比较

治疗前,两组患者的踝关节活动能力无显著性差异($P>0.05$)。治疗后,两组患者的踝-后足评分及异常步态、前足活动、后足活动、踝-后足稳定性和足部对线均有不同程度提高($P<0.05$),Lokomat组患者治疗后踝-后足评分及异常步态、前足活动、后足活动、踝-后足稳定性和足部对线评分高于对

表2 两组患者治疗前后Berg平衡量表的评分比较 ($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	治疗前	10周后
Lokomat组	20	11.35±11.08 ^①	47.85±2.85 ^{②③}
对照组	20	13.95±9.50	43.40±2.01 ^②

与对照组治疗前比较:① $P>0.05$;与组内治疗前比较:② $P<0.01$;与对照组比较:③ $P<0.05$

表3 两组患者Berg平衡静态评分比较 ($\bar{x}\pm s$,分)

	Lokomat组(n=20)	对照组(n=20)
无支撑站		
治疗前	1.65±1.50 ^①	1.00±0.73
治疗10周后	3.85±0.37 ^{②③}	2.10±1.29 ^②
无支撑坐		
治疗前	2.80±1.64 ^①	2.45±1.50
治疗10周后	4.00±0.00 ^{②③}	1.00±0.00 ^②
闭眼站		
治疗前	1.05±1.39 ^①	0.10±0.03
治疗10周后	3.75±0.44 ^{②③}	0.15±0.37 ^②
并脚站		
治疗前	0.90±1.33 ^①	0.60±1.47
治疗10周后	3.65±0.67 ^{②③}	1.80±1.20 ^②
前后脚成直线		
治疗前	0.65±1.04 ^①	0.40±0.99
治疗10周后	3.35±0.93 ^{②③}	1.40±1.05 ^②
单脚站		
治疗前	0.25±0.55 ^①	0.10±0.31
治疗10周后	2.75±0.85 ^{②③}	1.00±0.56 ^②

与对照组治疗前比较:① $P>0.05$;与组内治疗前比较:② $P<0.01$;与对照组比较:③ $P<0.05$

照组,具有显著性意义($P < 0.05$)。见表5—6。

2.4 步态参数比较

治疗前,两组患者的步长、步宽、步频和步速无显著性差异($P > 0.05$)。治疗后,两组患者的步长、

步宽、步频和步速均有不同程度提高($P < 0.05$),Lokomat 组患者治疗后步长、步频和步速评分均高于对照组,具有显著性意义($P < 0.05$)。见表7。

表4 两组患者Berg平衡动态评分比较 ($\bar{x} \pm s$,分)		
组别	Lokomat组(n=20)	对照组(n=20)
坐到站		
治疗前	1.40 ± 1.39 ^①	0.50 ± 0.51
治疗10周后	3.85 ± 0.37 ^{②③}	2.10 ± 1.21 ^②
站到坐		
治疗前	1.30 ± 1.45 ^①	1.15 ± 1.23
治疗10周后	3.90 ± 0.31 ^{②③}	1.95 ± 1.23 ^②
转移		
治疗前	1.00 ± 1.21 ^①	0.80 ± 0.70
治疗10周后	3.90 ± 0.31 ^{②③}	1.85 ± 0.81 ^②
手前伸		
治疗前	0.60 ± 1.10 ^①	0.45 ± 1.10
治疗10周后	2.75 ± 0.91 ^②	1.45 ± 0.94 ^②
弯腰拾物		
治疗前	0.50 ± 1.00 ^①	0.40 ± 0.99
治疗10周后	3.05 ± 7.59 ^②	1.45 ± 0.94 ^②
转头向后		
治疗前	0.55 ± 0.83 ^①	0.65 ± 0.93
治疗10周后	3.30 ± 0.86 ^②	1.60 ± 0.88 ^②
原地转圈		
治疗前	0.45 ± 0.69 ^①	0.35 ± 0.93
治疗10周后	2.35 ± 0.81 ^②	1.30 ± 0.98 ^②
双脚交替		
治疗前	0.70 ± 1.03 ^①	0.40 ± 0.99
治疗10周后	1.40 ± 0.50 ^②	1.15 ± 0.30 ^②

与对照组治疗前比较:① $P > 0.05$;与组内治疗前比较:② $P < 0.01$;与对照组比较:③ $P < 0.05$

表5 两组患者治疗前后踝-后足评分的比较 ($\bar{x} \pm s$,分)			
组别	例数	治疗前	10周后
Lokomat组	20	33.85 ± 17.43 ^①	91.20 ± 9.39 ^{②③}
对照组	20	31.10 ± 14.74	78.55 ± 5.49 ^②

与对照组治疗前比较:① $P > 0.05$;与组内治疗前比较:② $P < 0.01$;与对照组比较:③ $P < 0.05$

表6 两组患者治疗前后异常步态、前足活动、后足活动、踝-后足稳定性和足部对线评分比较 ($\bar{x} \pm s$,分)		
组别	Lokomat组(n=20)	对照组(n=20)
异常步态		
治疗前	1.20 ± 1.88 ^①	2.40 ± 2.01
治疗10周后	7.60 ± 1.23 ^{②③}	3.80 ± 3.30 ^②
前足活动		
治疗前	1.60 ± 2.01 ^①	2.00 ± 2.05
治疗10周后	7.40 ± 1.47 ^{②③}	4.20 ± 0.89 ^②
后足活动		
治疗前	1.20 ± 1.51 ^①	1.80 ± 1.51
治疗10周后	5.70 ± 0.92 ^{②③}	3.75 ± 1.33 ^②
踝-后足稳定性		
治疗前	2.60 ± 1.96 ^①	2.20 ± 2.04
治疗10周后	8.00 ± 0.00 ^{②③}	2.80 ± 3.91 ^②
足部对线		
治疗前	2.50 ± 2.56 ^①	2.00 ± 2.51 ^②
治疗10周后	9.75 ± 1.12 ^{②③}	6.50 ± 2.35 ^②

与对照组治疗前比较:① $P > 0.05$;与组内治疗前比较:② $P < 0.01$;与对照组比较:③ $P < 0.05$

表7 两组患者治疗前后步长、步宽、步频和步速的比较										($\bar{x} \pm s$)
组别	例数	步长(cm)		步宽(cm)		步频(步/min)		步速(m/s)		
		治疗前	治疗10周后	治疗前	治疗10周后	治疗前	治疗10周后	治疗前	治疗10周后	
Lokomat组	20	39.07 ± 13.48 ^①	59.22 ± 4.67 ^{②③}	14.55 ± 4.83 ^①	13.14 ± 3.52 ^{②③}	51.79 ± 17.19 ^①	98.02 ± 7.97 ^{②③}	60.42 ± 21.80 ^①	84.86 ± 9.88 ^{②③}	
对照组	20	38.75 ± 11.46	44.75 ± 12.29 ^②	12.54 ± 4.83	12.73 ± 3.87 ^②	55.01 ± 20.08	77.85 ± 17.19 ^②	57.36 ± 4.88	58.42 ± 16.79 ^②	
与对照组治疗前比较:① $P > 0.05$;与组内治疗前比较:② $P < 0.01$;与对照组比较:③ $P < 0.05$										

3 讨论

平衡是指身体所处的一种姿态及在运动或受到外力作用时能自动调节并维持姿势的一种能力^[6]。从力学的观点看,影响平衡的因素包括重心的高低、支撑面的大小和支撑面的稳定性。就个体而言,人体平衡的维持取决于正常的肌张力、适当的感覺输入、大脑的整合作用、交互神经的支配或抑制骨骼肌系统^[7]。卒中后,患者的运动或感觉传导通路发生障碍,导致肌张力、肌力异常,运动控制障碍,最终产生平衡功能障碍^[8]。脑卒中偏瘫患者行走时身体摆动加大,重心偏离支撑面;双下肢对称性受到破坏,

患肢负重能力下降,健肢的负担加大同时重心转移的难度增加。以往有很多研究通过评价平衡能力,作为不同治疗方法改善患者下肢功能异常的指标之一。本文中,对照组康复训练以Bobath技术为主,研究已证实该技术着重患者站立位平衡训练和下肢运动控制训练。近年来,国内相继开展的强化下肢负重训练、平衡仪训练等康复手段,均可有效促进脑卒中患者平衡功能改善。例如Kelly P等研究并观察了下肢康复训练机器人对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响,结果显示,下肢康复训练机器人有助于提高偏瘫患者下肢的平衡功能^[9]。本研究中我们应用

BBS量表,该量表除可较敏感的反应患者的平衡障碍外,同时可区分患者静态和动态的平衡能力。本研究结果显示机器人康复训练组患者BBS总分以及静态平衡中无支撑站位、无支撑坐位、闭眼站立、并脚站立、前后脚成直线及单脚站等评分均高于对照组;动态平衡中从坐到站、站到坐、转移等方面评分均高于对照组,说明康复机器人对改善患者平衡是具有意义。Lokomat系统有起到调节平衡杆的作用,在患者上肢运动功能无明显障碍的情况,可以调整平衡杆的宽度使其模仿正常人的步行模式并交替协调摆臂行走,既可以帮助稳定身体又可以减少双足与地面的扭转运动,因而这在整体上能起到改善平衡的作用;人体平衡功能不是基于一个固定的平衡反射模式,而是基于灵活的、功能性的运动技能,通过训练可以得到改善。Lokomat康复训练机器人具有减重系统、步态矫正器系统和智能控制系统,在该系统软件控制下,依据患者偏瘫的实际情况,在减重状态下,患者步行时髋关节和膝关节都在一个完整的外骨骼式结构的带动下以预设的运动模式进行训练,刺激下肢关节肌肉肌腱的本体感受器,促进本体感觉的恢复;传统康复手法早期训练以被动关节活动度训练、桥式运动等被动训练为主,患者负重对本体感觉的刺激较小,这也是本研究中患者静态和动态平衡指标进一步改善的原因。本结果中,手前伸、弯腰拾物、转头向后、原地转圈以及双脚交替指标相对变动较小,其可能原因为患者早期患侧负重较差,在向患侧转移时由于害怕跌倒,不能很好完成。

脑卒中偏瘫患者步行功能恢复的重点在于异常步态的改善。较之正常步态,脑卒中后由于共同运动、肌张力增高、肌力减弱、下肢感觉障碍等因素造成患者出现摆动期足下垂、内翻、髋关节外展外旋之划圈步态^[10]。目前,临床上应用的康复处方如运动康复治疗、抽屉式阶梯训练、早期踝及足趾背屈训练等对卒中步态的改善有一定作用。研究显示脑卒中早期采用本研究中对照组应用的Brunnstrom、Bobath等技术可使患者肌力增加,预防挛缩,抑制异常模式的出现并逐渐建立随意的、协调的和分离的正常运动模式^[11]。但由于患侧肢体功能丧失或低下,患者常利用健侧的随意运动来实现功能性目标,即使治疗师用正确的运动模式引导或协助患者进行主动运

动,这种机体代偿带来的功能损伤仍会持续存在,并进一步影响患者步态的恢复。此外,如果在没有足够的承重能力、平衡能力和抑制异常运动模式能力的情况下早期进行步态训练,可使下肢肌张力增加和由于这种异常运动模式导致的足下垂、内翻等病理性步态加重^[12]。Lokomat康复训练机器人对步态改善的优势:早期减重状态下以接近正常步态进行训练,患者重心基本处于身体中心线,身体对位对线良好,骨盆和躯干运动稳定;根据患者体重及下肢实际承重能力给予减重,逐步使患者完成不完全负重到完全负重的过程,使患者负重、迈步、平衡三要素相结合;早期生理步态模式行走过程中,股四头肌向心性和离心性收缩交互训练,抑制下肢肌张力的增高、刺激胫骨前肌及下肢屈肌群,提高肌肉的兴奋性,改善肌肉的协调性,预防足内翻及痉挛步态的形成;训练中通过步态矫正器系统根据患者康复情况,不断修正和调节患者髋关节活动度、髋关节(屈伸)偏移范围、膝关节活动度和膝关节(屈伸)偏移范围等参数,使运动指数更加准确^[13-15]。本研究结果显示机器人组反映步行功能的基本时空参数的步长、步频、步速、步宽,以及反映步态指标的前后活动、后足活动、踝—后足稳定性和足部对线的评分变化明显优于对照组。步长是影响偏瘫患者自由或最大步行速度的最重要因素,而步速可视为步行能力的综合指标,其与平衡功能、活动能力、下肢的运动功能等均呈高度相关^[16]。说明早期应用机器人步态训练在改善偏瘫患者下肢功能有良好的治疗效果。脑卒中偏瘫步态是由于踝关节背屈障碍,步行摆动期不能克服足下垂形成的。其中踝关节是人体步行姿势及稳定性的一个微调枢纽,踝关节背屈能否出现对下肢运动功能、步态有着极其重要的意义^[17]。有临床研究发现,脑卒中偏瘫侧踝关节功能恢复及健侧踝关节功能代偿均能在一定程度上改善患者平衡及下肢功能^[18]。由于异常的肌张力及痉挛模式易出现步态的异常,在支持相障碍中踝关节对整体的步态姿态影响最大,如足内翻通常在支持相持续存在,可导致患者踝关节不稳^[19]。本研究结果显示,Lokomat组踝—后足评分较对照组分数要高,是具有显著性意义的($P < 0.05$)。说明了下肢康复训练机器人对改善踝关节的功能是有意义的。一方面是由于其配

备的足部升降器,在摆动相时踝关节进行主动背屈的动作。另一方面可以抑制足趾的跖屈破坏下肢伸肌的共同运动模式,使足趾伸展,不断地进行重复训练,刺激诱发出所需要的背屈肌肉反应,从而提高踝关节的背屈能力。另外利用康复机器人对踝关节进行量化训练,同时也诱发了踝关节分离运动,促使了踝关节主动背屈运动的形成,可改善踝关节功能。

偏瘫患者步行功能的恢复是一连续的过程,应用机器人步行训练,在偏瘫早期根据患者具体情况采用最适减重程度,最大减重60%以上,随着患者病情的好转,下肢肌力的恢复,减重范围逐渐减少,直至完全负重行走。此过程中,患者真正体会正常运动模式的感觉;避免了传统训练过程因负重、用力过程中诱发异常运动模式或使痉挛加强,同时防止代偿动作出现。此外,整个训练过程机器人智能系统能对患者进行直接结果反馈,促进患者坚持治疗的积极性,对患者步行功能的恢复有很大帮助。

参考文献

- [1] 金挺剑,叶祥明,林坚,等.强化患侧下肢负重训练对脑卒中患者平衡与功能性步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2009,24(11):995—998.
- [2] 徐光青,兰月,黄东锋,等.运动想象对脑卒中患者偏瘫步态和步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2010,25(10):942—952.
- [3] 李长顺,崔贵祥,冯金平,等.下肢功率自行车运动对脑卒中偏瘫患者步行能力的影响[J].中国康复理论与实践,2008,12(2):121—123.
- [4] 瓮长水,王军,王刚,等.Berg平衡量表在脑卒中患者中的构想效度[J].中国康复医学杂志,2007,22(11):974—976.
- [5] 武勇,王岩,王金辉,等.全踝关节置换治疗创伤性踝关节炎[J].中华创伤骨科杂志,2010,12(8):719—722.
- [6] 张盘德,刘翠华,皮周凯,等.应用平衡功能检测训练系统改善脑卒中患者平衡功能的疗效观察[J].中华物理医学与康复杂志,2005,27(9):530—533.
- [7] 黄小静,窦祖林,丘卫红,等.动态姿态平衡仪训练对脑卒中偏瘫患者平衡功能的影响[J].中国康复医学杂志,2011,26(11):1029—1038.
- [8] 罗艳,曹铁流,丁渊,等.Pro-kin平衡功能训练仪对脑卒中患者平衡功能的改善作用[J].中国老年学杂志,2011,12(31):4909—4910.
- [9] Westlake KP, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke[J]. J Neuroeng Rehabil, 2009, 6:18—20.
- [10] 王煜.步态分析在脑卒中后偏瘫患者异常步态研究中的应用[J].吉林中医药,2010,30(2):124—125.
- [11] 李海峰,徐远红,王俊华,等.早期踝及足趾背屈训练对脑卒中偏瘫患者异常步态的影响[J].中国康复医学杂志,2011,26(1):16—17.
- [12] 罗霄鹏,袁光辉,陈欢,等.减重步行训练对早期脑梗死偏瘫患者运动功能和ADL的影响[J].中国康复,2010,25(1):42—43.
- [13] Hesse S, Mehrholz J, Werner C. Robot-assisted upper and lower limb rehabilitation after stroke: walking and arm/hand function[J]. Dtsch Arztebl Int, 2008, 105(18):330—336.
- [14] 郭素梅,李建民,吴庆文,等.Lokomat全自动机器人步态训练与评定系统的应用[J].中国医疗设备,2011,26(3):94—96.
- [15] Borggraefe I, Kiwull L, Schaefer JS, et al. Sustainability of motor performance after robotic-assisted treadmill therapy in children: an open, non-randomized baseline-treatment study[J]. Eur J Phys Rehabil Med, 2010, 46(2):125—131.
- [16] 李华,姚红华,刘利辉,等.肌力训练对偏瘫步态的影响及下肢功能评定与步态分析间的相关性[J].中华物理医学与康复杂志,2003,25(1):34—36.
- [17] 罗红梅,孙立波.脑卒中患者踝背屈手法康复训练加低频电刺激疗法的临床观察[J].中国老年学杂志,2009,9(29):2390—2391.
- [18] 王桂荣,苏莉,丁萍,等.脑卒中偏瘫患者的踝关节背屈训练[J].吉林医学,2010,31(23):3945—3946.
- [19] 郑华,单磊.踝关节等速被动训练对脑卒中偏瘫患者平衡及下肢功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2010,32(11):862—864.
- [20] Kitaoka H, Alexander I, Adelaar R, et al. Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux and lesser toes[J]. Foot Ankle Clin, 1994, 15(7):349—353.