一种下肢康复机器人对脑卒中亚急性期偏瘫患者步行功能的影响

丁文娟¹ 郑蒙蒙¹ 梁成盼¹ 黄 澎^{1,2}

摘要

目的:观察G-EO System[®]下肢康复机器人对脑卒中亚急性期偏瘫患者步行功能的影响。

方法:将40例偏瘫患者随机分为对照组(20例),G-EO组(20例)。两组均给予常规的康复功能训练,每天100min,每周5d,共8周。G-EO组除了常规的功能训练外,增加G-EO System[®]下肢机器人为主的步行训练,每天30min,每周5d,共8周。治疗4周后及治疗8周后,采用下肢Fugl-Meyer(FMA)运动功能量表、功能性步行量表(FAC)、Berg平衡量表(BBS)对下肢步行功能的疗效进行评价。

结果:治疗前两组患者在FMA运动功能量表,功能性步行量表FAC,Berg平衡量表的评分无显著差异($P>0.05$)。治疗后两组患者FMA,FAC,BBS的评估较治疗前均有明显改善($P<0.05$);8周后,G-EO组的FAC,BBS评分均高于对照组($P<0.05$)。

结论:G-EO System[®]下肢康复机器人对于脑卒中亚急性期偏瘫患者的步行功能和提高步行的稳定性有积极作用。

关键词 下肢康复机器人;脑卒中;步行功能

中图分类号:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2014)-10-0929-04

The effect of G-EO Gait-therapy System on walking ability in patients with subacute stroke hemiplegic/
DING Wenjuan,ZHENG Mengmeng,LIANG Chengpan, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine,
2014, 29(10): 929—932

Abstract

Objective: To investigate the effect of G-EO Gait-therapy System on walking ability in hemiplegic patients after subacute stroke.

Method: Forty hemiplegic patients were randomly divided into G-EO group and control group with 20 cases in each group. The patients from these two groups received conventional training of 100min/d, 5d/week for 8 weeks. The G-EO group received Gait-therapy System rehabilitation therapy 30min/d, 5d/week for 8 weeks besides conventional rehabilitation training. Fugl-Meyer assessment scale of lower limb, FAC scale, Berg balance scale (BBS) were used to evaluate the patients' lower extremity motor function before training, after 4 week-training and 8 week-training.

Result: Before training, there was no significant difference in FMA of lower limb, FAC scale and BBS scale between control group and G-EO group ($P>0.05$). After training, both groups had significant improvement ($P<0.05$). Compared to control group, the improvement of walking ability in G-EO group was more significant ($P<0.05$).

Conclusion: The G-EO Gait-therapy System can improve walking ability of subacute stroke patients.

Author's address Wuxi Tongren (International) Rehabilitation Hospital, Wuxi,214151

Key word rehabilitation robot; stroke; walking ability

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2014.10.006

1 无锡同仁(国际)康复医院,江苏无锡,214151; 2 通讯作者

作者简介:丁文娟,女,康复治疗师; 收稿日期:2014-03-28

步行功能障碍是脑卒中患者的主要功能障碍之一,能否恢复安全独立步行是评价偏瘫患者运动功能的重要指标^[1]。常规的康复治疗手段通过早期躯干控制,强化下肢负重、站立平衡,逐步过渡到动态的步态训练。然而,正确的步态形成需要稳定的躯干控制,上肢协调摆动,双下肢肌肉协调收缩等条件。在步行训练初期,患者很难具有这些条件,治疗师也往往不能充分顾及到步态周期中所有参与关节的力线,这样会易化中枢神经系统错误的反馈,形成及固化异常的步态。

从早期的减重平板训练(body weight-supported treadmill training, BWSTT),通过悬吊减少身体对髓和下肢的负荷,辅以1—2名治疗师控制患者骨盆和患侧下肢完成跑台上的步行训练开始,逐步发展为用智能化的下肢机器人对患者进行早期步行训练,后者近些年来已成为国内外的的发展趋势。不断重复类似步态的运动,能使患者在机器人辅助下完成完整的接近自然状态的步行周期,从而更好地实现对称性和生理性模式的行走^[2]。本研究主要采用意大利Reha Technology公司生产的G-EO System[®]

下肢康复机器人对脑卒中亚急性期偏瘫患者进行干预,观察患者治疗前后平衡及整体运动功能的变化。

1 对象与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准:①均为首次发病,诊断符合第四届全国脑血管疾病学术会议制定的诊断标准^[3],并经CT或MRI证实;②年龄在30—75岁,病程2—6周;③偏瘫侧综合运动功能至少达到Brunnstrom II,能在有支持或没有支持的情况下保持直立位1min。排除标准:①影响步行功能的骨关节活动受限;②严重器质性疾病不能耐受训练;③严重认知障碍,精神障碍,听理解障碍。所有患者签署知情同意书。

1.2 研究对象

入选对象为2012.12月—2013.8月无锡同仁康复医院住院的亚急性期偏瘫患者40例,按照随机数字表分为对照组(20例),G-EO组(20例)。两组患者在年龄、性别、偏瘫侧、病程、卒中类型差异无显著性($P>0.05$),见表1。

1.3 训练方法

表1 两组患者的一般资料比较

组别	例数	平均年龄(岁)	性别(例)		偏瘫侧(例)		发病时间(d)	卒中类型(例)	
			男	女	左	右		脑出血	脑梗死
G-EO组	20	62.5±9.38	13	7	11	9	30.1±5.62	7	13
对照组	20	61.5±9.97	14	6	8	12	29.8±5.60	8	12

两组患者均给予常规运动训练,对照组给予下肢智能反馈训练系统A1下肢踏步训练并尽早转入治疗师辅助步行训练,G-EO组从一开始即给予G-EO System[®]辅助步行训练。共训练8周。

1.3.1 对照组训练方法:利用神经发育疗法(PNF, Bobath等)对患者进行评估和运动功能训练,包括床上躯干和骨盆控制训练、坐位平衡训练、站立平衡训练、坐-站转移训练等,促进患者在条件允许的情况下尽快进入下一阶段训练以尽早开始步行训练。每次30min,每天2次,每周5d。所有对照组患者在未进入步行训练前均利用广州一康公司的下肢智能反馈训练系统A1使患者在近似于直立位做双下肢的类似踏步训练,每天30min,每周5d。一旦患者进行步行训练后就不再使用下肢智能反馈训练系统A1,改为每天步行训练时间不小于60min。

1.3.2 G-EO组训练方法:除了和对照组一样用常规神经发育技术运动功能训练外,增加了G-EO System[®]下肢康复机器人辅助步行训练,每天30min,每周5d。该组患者不使用下肢智能反馈训练系统A1进行训练。

训练前给患者穿戴减重马甲,并检查是否松紧合适,通过机器的斜面坡道轮椅转移患者,患者的双足固定于装有足底压力感受器的踏板上,将减重柄两端的钩子勾在减重马甲的两个传导力的绳索上,遥控减重柄机器帮助患者站立到合适高度,侧方后方固定骨盆。①减重系数的调节:参考Hesse等研究的方法^[4],初始设置30%的减重比例,据不同患者的运动能力,减重百分比不同,以患者膝关节步态周期中支撑相不出现过度弯曲($>15^\circ$)为准。②步行参数的选择:步速一般的调节范围是1.4—1.8km/h。

踝关节的背屈设定在0—10°,跖屈角度设定在0—20°。随着患者恢复的情况调整减重比例和步行速度。训练过程中,给予足底压力视觉反馈或镜像反馈。整个治疗过程需要1名治疗师协助完成。

1.4 评价方法

治疗前、治疗4周后及治疗8周后通过下肢Fugl-Meyer运动功能评分(Fugl-Meyer assessment, FMA)、功能性步行量表(functional ambulation category scale, FAC)、Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)分别对下肢的整体运动功能及平衡的评估。

1.4.1 下肢FMA量表^[5]: 上肢最高分66分,下肢最高分34分。下肢共17项,每项分为0—2分,0分完全不能执行,1分部分不能执行,2分完全执行。

1.4.2 BBS^[6]: 评估者对患者完成以下共14项的动作的情况进行记录,包括从坐位站起、无支持站立、无靠背坐、从站立位坐下、转移、无支持闭目站立、双脚并拢站立、站立位时上肢向前伸展、弯腰拣物、转身后看、转身360°、双脚交替踏凳、前后脚直线站立,单脚站立。评分每项分0—4分,总分56分。

1.4.3 FAC评定^[7]: 评分分为0—5,≥3相对独立性步行,≤2需要帮助者接触性辅助步行。

1.5 统计学分析

采用SPSS13.0统计软件进行处理。所有数据统计前正态分布检验,服从正态分布。组内比较采用配对t检验,组间比较采用两独立样本t检验。

2 结果

2.1 简化下肢FMA运动功能评分比较

治疗前,两组的FMA评分无显著差异($P>0.05$)。治疗4周和8周后G-EO组与对照组评分均有提高($P<0.05$),但与相同时期对照组相比评分无明显差异($P>0.05$),见表2。

2.2 BBB评分比较

治疗前,两组患者的BBB评分无显著差异($P>0.05$)。治疗4周和8周后两组评分均有不同程度提高($P<0.05$)。与对照组相比,治疗4周时,两组评分无显著差异($P>0.05$),治疗8周时,G-EO组的评分明显高于对照组($P<0.05$),见表3。

2.3 FAC评分比较

治疗前,两组患者功能性步行能力的评分无显著差异($P>0.05$)。治疗4周和8周后两组评分都有提高($P<0.05$)。与对照组相比,治疗4周时,两组评分无显著差异($P>0.05$),治疗8周时,G-EO组评分明显高于对照组($P<0.05$)。见表4。

表2 两组患者治疗前后下肢FMA量表的评分比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
G-EO组	20	16.45±5.25 ^①	21.25±4.64 ^{②④}	25.8±3.53 ^{③⑤}
对照组	20	15.5±6.73	20.4±5.65 ^②	24.45±5.01 ^③

与对照组治疗前比较:① $P>0.05$;与组内治疗前比较:② $P<0.05$;与组内治疗前比较:③ $P<0.05$;与对照组治疗4周后比较:④ $P>0.05$;与对照组治疗8周后比较:⑤ $P>0.05$

表3 两组患者治疗前后BBB评分比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
G-EO组	20	9.9±8.74 ^①	25.6±11.70 ^{②④}	39.0±8.33 ^{③⑤}
对照组	20	6.85±7.92	19.5±10.80 ^②	30.9±12.20 ^③

与对照组治疗前比较:① $P>0.05$;与组内治疗前比较:② $P<0.05$;与组内治疗前比较:③ $P<0.05$;与对照组治疗4周后比较:④ $P>0.05$;与对照组治疗8周后比较:⑤ $P<0.05$ 。

表4 两组患者治疗前后FAC评分比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗4周后	治疗8周后
G-EO组	20	0.35±0.81 ^①	1.85±0.88 ^{②④}	3.25±0.85 ^{③⑤}
对照组	20	0.25±0.72	1.4±0.94 ^②	2.6±1.05 ^③

与对照组治疗前比较:① $P>0.05$;与组内治疗前比较:② $P<0.05$;与组内治疗前比较:③ $P<0.05$;与对照组治疗4周后比较:④ $P>0.05$;与对照组治疗8周后比较:⑤ $P<0.05$ 。

3 讨论

运动功能障碍是脑卒中患者的主要功能障碍,表现为早期随意运动丧失,由一些原始的皮质下低位中枢的运动反射释放引起的异常运动模式,肢体肌张力增高,肌群间收缩协调紊乱。最典型表现为联合反应、共同运动的出现^[8]。尽早打破这种异常的刻板的运动模式,促进肢体正常的分离运动,恢复和提高步行能力是绝大多数脑卒中患者的首要目标。但患者早期不足以承重、平衡功能差以及异常的运动模式是影响步态恢复的主要因素^[9]。传统的康复手段主要是治疗师辅助患者练习患侧负重、迈步等步行训练的分解动作。患者在进行多关节运动时,治疗师不能控制其他累及的部位如躯干、骨盆等,对患者出现的联合反应缺乏即时有效的纠正,某种程度上强化了这种错误模式的输入,不利于形成正确的、高效率的步态。即使治疗师具有充分的治

疗经验,能够完全控制卒中患者的步态,因治疗师体能所限也无法完成长时间的训练以达到训练效果,导致临床一再地增加人力来满足患者日益增长的康复治疗需求。下肢康复机器人作为一种新型的康复辅助手段,可以带动运动功能受限的肢体完成接近正常步态的运动,具有高强度性和可重复性,可进行更长更持久的训练^[10]。通过反复大量的运动再学习,促进肢体重新获取安全有效的步行功能,同时大大降低了治疗师的劳动负荷,提高了工作效率。

本研究采用的G-EO System[®]下肢康复机器人是由电动双踝驱动装置、安全减重支持结构(BWS)以及软件系统构成。通过适当减重,骨盆控制以及双踝驱动,患者在机器人辅助下做相对闭链运动。根据患者下肢肌群力量大小,选择被动、助力或主动的运动模式,患者可以通过显示屏上的足底压力反馈系统,实时了解对地面压力的反作用力和自己主动参与治疗的百分比。根据训练者对地面压力的反作用力评估的研究,G-EO System[®]的Adaptive Mode(适应模式)的训练强度更接近平板上的步行强度,而且相对于单纯的下肢被动训练模式,该机器人提供患者更接近正常的生理步行功能的训练^[11]。基于中枢神经系统可塑性理论,大量重复的有目的的减重步行训练,可以形成新的运动控制旁路,促进脑损伤后功能的恢复^[12-13]。使用G-EO System[®]下肢机器人,患者在整个步行的训练中,骨盆在冠状面上有自我调节的位移空间,膝关节是相对自由的,由机器驱动臂带动设置好关节活动范围的双踝进行运动,通过调节踝关节背屈角度给患者合适的感觉输入,很好地控制卒中患者远端关节,这种训练可形成个性化的步态模式,可适应不同患者的需求。另外,由于G-EO System[®]有踝驱动系统,患者的膝关节获得了更多自由度,这对骨盆和膝关节的控制提出了更高的要求。而使用诸如Lokomat等外骨骼式的双下肢机器人,患者髌膝关节被限制在与机器的机械腿轴心相对齐的很小的可动范围内,运动主要是发生在矢状面上的重心转移,各个关节的活动度调节由机器完全控制,步态训练时对患者自身的控制要求较低。

本研究结果显示BBS,FAC的评分在治疗4周后两组无明显的差异($P>0.05$),8周时G-EO组相对

对照组有了明显的优势,表明使用G-EO System[®]下肢康复机器人累计训练一段时间,患者的平衡功能及步行能力有了很大的改善。G-EO System[®]下肢机器人对患者进行减重后,由末端效应器踝关节启动整个步行训练,患者借助于镜面和双侧足底压力反馈系统,可以时刻关注自己的身体力线,控制相对自由的膝关节及髌关节的运动。视觉反馈能够强化患者的动态平衡训练,使躯干肌及患侧下肢的负重得到锻炼,有利于重心对称分布,提高步行的稳定性。同时下肢肌肉获得较全面有效的被动和主动训练,这种以任务为导向性的步行训练可以大大提高下肢肌力和步行能力^[14-15],而患者因承重能力、重心转移和运动姿势维持困难导致的失平衡状态得到不断的调整和修正^[16]。另一方面,患者下肢由机器带动进行闭链运动,多关节参与的交替负重增加了对肌腱、关节等部位本体感受器的刺激^[17],持续的本体感觉传入冲动经中枢神经系统整合后,再由中枢运动输出参与躯干及下肢肌肉协调收缩,有助于身体重心持续保持在双侧臀部及双足支撑面上,从而达到身体平衡及稳定状态^[18]。两组的FMA评分在组间都有不同程度提高,但是实验组与对照组相比改善没有显著的差异($P>0.05$),有必要进一步深入研究。

综上所述,患者经过常规的康复训练,结合G-EO System[®]下肢康复机器人的辅助步行训练,步行独立性及平衡功能有了较大提高,表明该下肢康复机器人可以有效改善患者步行功能,提高步行安全性。

参考文献

- [1] 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.
- [2] Geroin C, Picelli A, Munari D, et al. Combined transcranial direct current stimulation and robot-assisted gait training in patients with chronic stroke: a preliminary comparison[J]. Clinical Rehabilitation,2011,25(6):2.
- [3] 中华医学会全国第四次脑血管学术会议.各类脑血管疾病分类诊断要点[J].中华神经杂志,1996,29:379.
- [4] Hesse S, Konrad M,Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support floor walking in the hemiparetic subjects[J]. Arch Phys Med Rehabil,1999,80:421—427.

(下转第947页)