·临床研究·

下肢康复机器人LR2训练对偏瘫患者下肢肌痉挛和ADL能力改善的疗效观察*

卢利萍[1,2] 桑德春[1,2,3] 季淑凤[1,2]

摘要

目的:探讨分析下肢康复机器人LR2训练后,偏瘫患者肌痉挛和ADL能力的改善情况。

方法:将40例脑卒中偏瘫患者按随机数字表法分为实验组和对照组,每组各20例。试验组在常规康复治疗的同时,运用LR2进行下肢康复训练,每天1次,每次30min,共治疗6周;对照组仅予以常规康复治疗,每天1次,每次30min,共治疗6周。在入组时、6周后分别采用改良Ashworth痉挛评定量表、简式Fugl-Meyer运动量表下肢部分和改良Barthel指数评定法对两组患者下肢肌张力、下肢运动功能及生活自理能力进行评定,比较两组的疗效。

结果:两组患者下肢肌张力较治疗前均有明显降低($P<0.05$),下肢运动功能及日常生活自理能力较治疗前有明显提高($P<0.05$),且试验组疗效明显优于对照组($P<0.05$)。

结论:下肢康复机器人LR2对脑卒中偏瘫患者下肢肌痉挛有显著的改善作用,可提高患者下肢运动功能及生活自理能力,且近期疗效优于常规的康复治疗。

关键词 下肢康复机器人;肌痉挛;运动功能;日常生活活动;偏瘫

中图分类号:R743.3,R493 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-1242(2018)-01-045-05

A study on the antispasticity effect and ADL of leg rehabilitation robot (LR2) in the hemiplegia patients/ LU Liping,SANG Dechun,JI Shufeng//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine,2018, 33(1): 45—49

Abstract

Objective: To observe effects of lower-limb rehabilitation robots on the lower limb spasticity, motor function and ADL of hemiplegic patients after stroke.

Method: 40 cases of hemiplegic patients were randomly allocated to experiment and control groups (n=20 in each).The experiment group received training assisted by a leg rehabilitation robot LR2 for 30 min once daily for 6 weeks in addition to conventional treatments. The control group was given conventional treatments once daily for 6 weeks. Their lower limbs spasticity, motor function and ADL were assessed with the modified Ashworth rating scale(MAS), Simplified Fugl-Meyer Movement Scale (FMA) and Modified Barthel Index assessment method (MBI) before and after training.

Result: After treatment, the lower limb spasticity was significantly lowered ($P<0.05$), lower limb motor function and ADL were significantly improved ($P<0.05$), and the experimental group was significantly better than the control group ($P<0.05$).

Conclusion: Leg rehabilitation robot LR2 can lower the spasticity of lower limb muscle and improve lower limb motor function and the ability of daily living in stroke patients, and the short term effect is better than conventional rehabilitation.

Author's address Beijing Bo'ai Hospital Affiliated to China Rehabilitation Research Center, Beijing,100068

Key word leg rehabilitation robot; spasm; motor function; activities of daily living; hemiplegia

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2018.01.009

*基金项目:中国康复研究中心科研项目(2015zx-16)

1 首都医科大学康复医学院,北京,100068; 2 中国康复研究中心北京博爱医院综合康复科; 3 通讯作者

作者简介:卢利萍,女,硕士,主治医师; 收稿日期:2016-09-05

脑卒中患者往往出现患侧下肢的痉挛甚至挛缩，严重影响了患者下肢的运动功能恢复，从而影响患者转移、行走、上下楼梯、如厕等日常生活活动(activities of daily living,ADL)能力，加重了家庭和社会的负担[1—2]。因此，如何有效地减轻患者的肌肉痉挛，进一步诱发分离运动的产生，是康复治疗的重点和难点[3—4]。尽管运动疗法是降低肌痉挛的主要方法，但是人力成本较高，且随着患者数目迅速增大，节省治疗时间越来越成为关注的问题。而康复机器人的研发与应用，可缓解人力成本与康复治疗师的体力负担，并有效地提高康复疗效[4—17]。目前临床上使用较多的为减重状态下的步态训练仪[5,10—12,15—17]，对于存在严重直立性低血压患者不适用，下肢康复机器人LR2可进行卧位下偏瘫侧下肢功能训练，并准确记录每次训练的治疗参数，动态反映患者偏瘫侧下肢的痉挛改善情况。本研究通过运用下肢康复机器人LR2对偏瘫患者进行康复训练，对抗下肢伸肌模式，以观察下肢康复机器人对痉挛、运动功能和ADL的影响。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取中国康复研究中心2015年6月—2016 年7月收治的首次脑卒中偏瘫患者40例，诊断符合全国第四次脑血管病会议诊断标准[18]。入选标准为：①首次发病；②经头颅CT或MRI检查确诊；③年龄为20—80岁；④有肢体功能障碍；⑤生命体征稳定，可执行指令；⑥患侧下肢各关节被动ROM与健侧相同，没有疼痛及跟腱挛缩；⑦患侧下肢本体感觉和足底轻触觉、针刺觉存在；⑧无严重认知理解障碍，可主动配合康复训练，无器质性精神障碍；⑨病程＜6个月，心肺功能良好，无其他限制活动的并发症。两组患者在性别(χ^2=0, P=1)、年龄(t=1.067, P=0.293)、病程(t=1.028, P=0.311)、卒中类型(χ^2=0, P=1)、偏瘫部位(χ^2=0.960, P=0.327)、下肢膝关节伸肌MAS分级评定(χ^2=2.241, P=0.815)差异均无显著性意义(P > 0.05)，见表1—2下肢膝关节伸肌MAS分级评定中的治疗前数据。

1.2 方法

表1 两组患者一般资料比较

组别	例数	性别(例)		平均年龄	卒中类型(例)		病程	偏瘫侧(例)	
		男	女	(岁)	脑梗死	脑出血	(d)	左	右
试验组	20	13	7	55.25±10.88	12	8	56.55±34.11	6	14
对照组	20	13	7	59.15±12.20	12	8	67.41±32.63	9	11

对照组予以常规康复治疗，60min/次，每日1次；试验组在给予常规康复治疗的同时给予下肢康复机器人LR2训练，30min/次，每日1次。疗程为6周，每周5天。

1.2.1 常规康复治疗：目前多数学者认为脑卒中后肌痉挛首选以运动疗法为主的物理治疗[19]。物理治疗主要包括：①良肢位的摆放；②主被动牵张训练；③神经发育促进技术：包括Bobath技术关键点控制及反射抑制模式的运用；Brunnstrom 技术促进分离运动的出现，逐步脱离痉挛模式，向正常运动模式转变；Rood技术通过感觉刺激、肌肉牵张、关节挤压负重等缓解肌痉挛，改善运动的控制；PNF技术中的下肢屈肌模式；④站立训练；⑤水疗及熏蒸治疗；⑥温热疗法：红外线治疗、蜡疗。

1.2.2 下肢康复机器人LR2：日本安川电机有限公司(YASKAWA)下肢康复机器人LR2下肢训练有六种运动模式：髋膝踝三关节联动运动1(马蹄足)模式，髋膝踝三关节联动运动2(髋关节)模式，踝关节模式，CPM运动模式，SLR(直腿抬高)模式及混合模式。本研究中，入组偏瘫患者大部分有下肢伸肌张力增高，故本次研究主要运用髋膝踝三关节联动运动1(马蹄足)模式对试验组进行下肢康复训练，对抗下肢伸肌模式，纠正足内翻下垂，并同时进行相关的常规康复治疗。LR2具体操作如下：根据每名患者的具体情况，输入患侧下肢长度的测量数据，LR2自动计算出患者的相关关节参数，在此基础上，选择髋膝踝三关节联动运动1(马蹄足)模式，在该界面上，前三次为适应性训练，并避免猛力过度牵拉肌肉肌腱组织，在关节活动度选择上比较保守：髋关节屈曲70°(LR2机器人允许设置范围，以下简称范围：10—100°)，伸展20°(范围10—100°)，踝关节背伸20°(范围-45—30°)，跖屈-15°(范围-45—30°)；在

踝力矩限定值方面,根据患者的痉挛情况进行选择,若患者无痉挛或程度较轻,则选择较小的踝力矩限定值,一般为背伸及跖屈均为5Nm(范围5—40Nm),若患者痉挛较大,则选择较大的踝力矩限定值,治疗过程中可根据患者痉挛改善情况再进行相关调整;保持时间为背伸及跖屈均为3s(范围0—60s),若患者踝关节伸肌张力高,则可继续加大背伸的保持时间,延长足底本体感觉刺激时间,提高跟腱及小腿三头肌等相关组织的延展性,从而更好地保持踝关节跟腱牵拉效果;髋关节角速度20°/s(范围1—24°/s),角速度的大小影响患者的运动频率,角速度越大,运动频率越快,根据患者对运动的适应性反应,角速度在15—24°/s范围内较适宜。在患者适应该机器人后,将髋关节及踝关节的屈伸角度进行调整:髋关节屈曲90°(范围10—100°),伸展10°(范围10—100°),踝关节背伸30°(范围-45—30°),跖屈-10°。

1.3 观察指标

治疗前及治疗6周后分别进行评定1次,测量均由1名不知晓患者分组情况的康复医师完成,在测试之前,将测试方法向受试者详细解释并演示。采用改良Ashworth痉挛评定量表(MAS)评价患者下肢膝关节伸肌痉挛情况,采用简式下肢Fugl-Meyer运动量表(FMA)评估患者下肢运动功能,采用改良Barthel指数评定法(MBI)评价患者日常生活活动能力。

1.4 统计学分析

采用SPSS16.0统计软件,$P<0.05$为差异具有显著性意义。计数资料进行Pearson χ^2进行检验,比较治疗前后两组组内及组间患者肌张力的变化情况;计量资料进行配对t检验,比较两组内治疗前后患者下肢运动功能及ADL能力改善情况及治疗后两组间患者下肢运动功能及ADL能力的疗效。

2 结果

2.1 痉挛情况评定

下肢膝关节伸肌MAS分级评定:治疗前试验组与对照组比较,差异无显著性意义($\chi^2=2.241$,$P=0.815$)。试验组与对照组分别进行组内比较,χ^2值分别为17.995和9.011,P值分别为$P<0.001$和$P=0.003$,治疗后痉挛分级均较治疗前明显降低,差异有显著性意义。经治疗后试验组与对照组比较,χ^2值为8.871($P=0.012$),差异有显著性意义。提示两组治疗后较治疗前肌痉挛均有缓解,并且试验组肌痉挛缓解情况明显好于对照组。见表2。

2.2 下肢运动功能及日常生活活动能力评定

治疗前两组患者FMA下肢运动评分比较,差异无显著性意义($t=0.813$,$P=0.421$);试验组($t=4.635$,$P<0.001$)、对照组($t=4.479$,$P<0.001$)治疗后均有明显提高;经治疗后试验组与对照组比较,FMA下肢运动评分($t=2.405$,$P=0.021$)差异有显著性意义。提示两组治疗后较治疗前下肢运动功能较治疗前有明显提高,并且试验组明显好于对照组。治疗前两组患者MBI评分比较,差异无显著性意义($t=1.113$,$P=0.272$);试验组($t=8.000$,$P<0.001$)、对照组($t=6.351$,$P<0.001$)治疗后均有明显提高;经治疗后试验组与对照组比较,MBI评分($t=2.075$,$P=0.045$)差异有显著性意义。提示两组治疗后较治疗前日常生活自理能力较治疗前有明显提高,并且试验组明显好于对照组。见表3。

表2 试验组与对照组治疗前后下肢膝关节伸肌MAS分级评定比较 (例)

组别	治疗前						治疗后					
	0级	1级	1+级	2级	3级	4级	0级	1级	1+级	2级	3级	4级
试验组	2	1	6	9	2	0	3	15	1	1	0	0
对照组	2	3	5	8	2	0	3	7	8	1	1	0

表3 两组患者治疗前后FMA下肢运动评分、MBI评分($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	FMA下肢运动评分	MBI评分
对照组	20		
治疗前		19.35±8.29	53.25±24.56
治疗后		21.20±7.75	63.5±24.44
试验组	20		
治疗前		18.40±7.63	45.50±19.11
治疗后		29.40±7.60	87.00±16.57

3 讨论

脑卒中后偏瘫患者的肢体运动功能障碍很常见,随着病情的不断进展,大部分患者逐渐进入痉挛期,主要表现为上肢屈肌痉挛,下肢伸肌痉挛,具体为屈髋屈膝踝关节背屈受限及足内翻畸形,严重影响了患者下肢的运动功能恢复,从而影响患者转移、行走、上下楼梯、如厕等ADL能力。

临床上治疗痉挛的方法多种，包括运动疗法、物理因子治疗、水疗、口服抗痉挛药物、肉毒毒素局部注射、外科手术治疗等[19—20]。运动疗法指根据神经生理学及神经发育学原理，按照患者疾病的不同阶段、不同特点以Bobath疗法、Brunnstrom疗法、Rood疗法、本体感神经肌肉促进疗法等为基本方法，综合运用其技术进行康复治疗，强调治疗师的手法治疗，是目前应用较广泛的痉挛治疗方法，但要求一对一治疗，耗费治疗师大量的时间及精力。物理因子治疗指使用声、光、电、磁、温度等物理手段进行康复治疗，主要使用冲击波、红外线、蜡疗、功能电刺激、磁刺激等以增加痉挛部位肌肉和结缔组织的延展性，达到缓解痉挛的效果，但在临床应用过程中，可观察到部分患者使用冲击波治疗后存在肌肉疼痛等后遗表现，由于患侧肢体感觉功能障碍导致进行蜡疗等热疗时出现烫伤等潜在危险，由于存在继发性癫痫、体内植入心脏起搏器等伴随疾病，该类患者是使用电疗、磁疗的禁忌人群。巴氯芬等药物存在肝功能损害等副作用，长期使用口服药物控制痉挛有一定的健康损害。手术存在创伤，患者耐受性差。相对而言，肉毒毒素局部注射的效果相对保持时间较长，但费用昂贵。综上所述，如何有效地减轻患者的肌肉痉挛，进一步诱发分离运动的产生，是康复治疗的重点和难点。

本研究表明，通过常规运动疗法的治疗后，对照组MAS评分、FMA下肢运动评分及MBI评分均较前改善，说明运动疗法对改善脑卒中患者下肢肌痉挛、提高运动功能及日常生活活动能力有明显的作用，这与武行华[21]、Butler A等[22]的研究结论相符[22]。Stevenson VL[20]在研究中指出，运动疗法治疗肌痉挛主要依赖治疗师的徒手操作，通过自身重量的主动牵张及治疗师的被动牵张，通过压力感受器及肌梭的激化，达到抑制痉挛的作用。

尽管运动疗法是降低肌痉挛的主要方法，但是人力成本较高，且随着患者数目迅速增大，节省治疗时间越来越成为关注的问题。Schück A[5]和Krishnan C等[10]指出，使用康复机器人协助执行康复治疗程序，能有效地降低人力成本，提高康复疗效。

本研究结果证实，通过试验组与对照组的比较可以看出，下肢康复机器人结合运动疗法对改善脑卒中患者下肢肌痉挛、提高运动功能及日常生活活动能力的作用更显著，疗效更好，与Schück A[5]和Krishnan C等[10]的研究结果相一致。

下肢康复机器人LR2作为下肢康复机器人的一种，有6种运动模式，且可针对所选择的某一模式进行各种参数的设定，如髋膝踝各关节屈伸角度、踝关节扭力、保持时间、角速度、治疗时间、机械臂柔和度等，从而对不同患者进行明确直观的针对性训练，实施更精细的治疗方案。本研究中，入组患者大部分有下肢伸肌张力增高，或随着病情进展，脑卒中上运动神经元损伤后导致异常运动模式出现，主要表现为下肢伸肌模式。故本次研究主要运用髋膝踝三关节联动运动1（马蹄足）模式对试验组进行下肢康复训练，通过逐渐增加下肢关节的活动范围，缓解和改善下肢伸肌协同运动，从而避免或纠正这种异常模式导致的足下垂、内翻等病理性步态；同时，训练过程中根据患者康复情况，不断修正和调节患者髋、膝、踝关节活动度、关节(屈伸)活动范围、踝关节扭力、保持时间等参数，使运动更加准确。通过以上训练，达到对抗下肢伸肌模式，减轻患侧下肢伸肌痉挛，诱发患者主动屈髋屈膝，并纠正足下垂内翻，提高下肢运动功能，改善异常步态的目的。

下肢康复机器人LR2降低肌痉挛的原理主要包括以下两点：①通过足够的重复性训练，充分运用感觉刺激，进一步促进对痉挛肌肉的牵拉作用，导致肌肉和结缔组织的蠕变及肌梭传入率的适应，充分扩大关节活动度，并且保证足够的痉挛抑制时间，强化正常运动模式信息的输入，显著改善了脑卒中所致的下肢伸肌痉挛[17]；②使大脑皮质能量代谢活动增加，加强受损半球的运动区激活能力，促进中枢神经系统在结构和功能上的代偿和功能重组，改善中枢神经功能，缓解痉挛[23—24]。下肢康复机器人LR2的这种反复重复的高密度强化训练，加深强化了这两种作用机制的效果，使其改善痉挛的效果更为显著。

下肢康复机器人结合运动疗法不仅能够有效地缓解下肢肌痉挛，提高下肢运动功能，从而提高转移、行走及如厕等ADL能力，减轻患者的残疾程度，从而减轻了家庭和社会的负担，而且能减轻治疗师的劳动强度，提高康复效率。下肢康复机器人作为一种新的康复手段，其应用前景较广泛，但是在康复

机器人的设计方面,可以增加现实模拟部分,从而提高患者主动参与康复的积极性,使其更好地回归家庭和社会[25]。

参考文献

[1] 公维军,张通,孙新亭.脑卒中后痉挛性偏瘫的研究现状[J].中国康复理论与实践,2008,14(3):212—213.

[2] 黄怡,潘翠环,万新炉,等.重复性下肢训练对脑梗死患者下肢功能改善的作用[J].中国康复,2009,24(3):167—168.

[3] 迟相林,王道珍,郭兆荣,等.强化康复训练对脑卒中后偏瘫痉挛状态的影响[J].中国康复医学杂志,2007,22(12):1087—1089.

[4] 张熙斌,孟兆祥,马灿灿,等.下肢康复机器人结合运动疗法用于脑卒中患者下肢肌痉挛的近期疗效观察[J]. 中国康复医学杂志,2013,28(5):449—451.

[5] Schück A, Labruyère R, Vallery H, et al. Feasibility and effects of patient- cooperative robot- aided gait training applied in a 4-week pilot trial[J]. J Neuroeng Rehabil, 2012,9: 31.

[6] 李军强,王娟,赵海文,等. 下肢康复训练机器人关键技术分析[J]. 机械设计与制造, 2013,(9): 220—223.

[7] Datteri E. Predicting the long-term effects of human-robot interaction: a reflection on responsibility in medical robotics [J]. Sci Eng Ethics, 2013,19:139—160.

[8] Derek M, Goldie N. Meal-time with a socially assistive robot and older adults at a long-term care facility[J]. J Hum Robot Interact, 2013,2:152—171.

[9] 潘志超,徐秀林,肖阳. 下肢康复机器人研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2016,22(6):680—683.

[10] Krishnan C, Ranganathan R, Dhaher YY, et al. A pilot study on the feasibility of robot-aided leg motor training to facilitate active participation[J].PLoS One,2013,8(10): e77370.

[11] Coenen P, van Werven G, van Nunen MP, et al. Robot-assisted walking vs overground walking in stroke patients: an evaluation of muscle activity[J].J Rehabil Med,2012,44(4): 331—337.

[12] 马素慧,刘丹,郝正伟,等. Lokomat康复训练机器人对脑卒中患者下肢运动功能恢复的影响[J]. 山东医药, 2012, 52(28): 52—54.

[13] 王俊,杨振辉,刘海兵,等.下肢康复机器人在脑卒中患者步行障碍中的应用和研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2014,29(8): 784—788.

[14] 赵俊,邹任玲,徐秀林,等. 基于减重步行训练的下肢康复机器人结构设计与分析[J]. 生物医学工程学进展, 2014, 35(4): 187—190.

[15] 赵雅宁,郝正玮,李建民,等.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[J]. 中国康复医学杂志, 2012,27(11):1015—1020.

[16] 郑彭,黄国志,彭生辉.下肢康复机器人对改善脑卒中偏瘫患者下肢肌力及运动功能障碍的临床研究[J]. 中国康复医学杂志, 2016,31(9):955—959.

[17] 王大武,白定群,邵岚,等.下肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫侧膝关节本体感觉的影响[J]. 中国康复医学杂志,2016,31(9): 950—954.

[18] 王新德.急性脑血管病诊断标准(第四届全国脑血管修订方案)[J].中华神经外科杂志,1995,23(6):670.

[19] 冯小军,高晓平.脑卒中后肌痉挛的康复治疗进展[J].中华物理医学与康复医学杂志,2010,32(5):391—394.

[20] Stevenson VL. Rehabilitation in practice: Spasticity management[J].Clin Rehabil,2010,24(4):293—304.

[21] 武行华,倪朝民,韩瑞,等.早期康复对急性脑卒中偏瘫患者肌痉挛、ADL与运动能力的影响[J].中国康复医学杂志,2006,21(6):494—496.

[22] Butler A, Blanton S, Rowe V, et al. Attempting to improve unction and quality of life using the FTM Protocol: case report[J].J Neurol Phys Ther,2006,30(3):148—156.

[23] 裴敬,杨帆,侯利莎,等. 成都市某康复中心康复机器人利用现状与对策研究[J].中国康复医学杂志,2015,30(8): 822—827.

[24] 赵元浩,崔冰艳,黄金凤,等.基于神经修复方法的肩关节康复机器人设计与仿真[J].机械传动,2016,40(5):88—109.

[25] Yakub F, MD Khudzairi AZ, Mori Y. Recent trends for practical rehabilitation robotics current challenges and the future[J].International Journal of Rehabilitation Research, 2014, 37(1):9—21.