

· 临床研究 ·

Lokomat 对脑梗死后偏瘫患者关节活动度及下肢运动功能的影响

赵雅宁 郝正玮 李建民

【摘要】目的 探讨 Lokomat 下肢康复训练机器人对脑梗死偏瘫患者关节活动度和下肢运动功能的相关性。**方法** 将下肢功能偏瘫的患者 40 例随机分为对照组(20 例)和机器人组(20 例)。对照组给予康复指导,自行训练;机器人组给予下肢康复机器人运动训练,每次 30 min,每周 3 次,连续训练 10 周(2 个疗程)。于治疗前、治疗 2 个疗程后(治疗后)分别评测 2 组患者的下肢运动功能、肌力肌张力和髌膝关节活动度。**结果** 治疗前,2 组间 Fugl-Meyer 下肢运动功能评分和髌、膝关节活动度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,机器人组的 Fugl-Meyer 下肢运动功能评分和髌、膝关节活动度分别为(27.09 ± 4.95)分、(17.43 ± 1.97)°和(29.17 ± 2.20)°,与组内治疗前的(11.82 ± 3.12)分、(9.42 ± 1.42)°、(13.84 ± 2.95)°以及对照组治疗后的(24.55 ± 10.09)分、(9.94 ± 2.42)°和(26.36 ± 1.30)°比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。治疗前,2 组患者下肢肌力肌张力比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,机器人组和治疗组的各项肌力肌张力与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),且机器人组治疗后各项肌力肌张力均优于对照组治疗后($P < 0.05$)。采用 Pearson 相关分析法计算髌、膝关节活动度与下肢关节活动度的相关性,下肢运动功能与髌、膝关节活动度均呈正相关。**结论** Lokomat 机器人康复训练可显著改善缺血性脑卒中偏瘫患者的关节活动范围,增强肌力并降低肌张力,进一步提高下肢运动功能。

【关键词】 下肢康复机器人; 脑卒中; 偏瘫步态

Gait training after stroke using the Lokomat rehabilitation robot ZHAO Ya-ning*, HAO Zheng-wei, LI Jian-min. * College of Rehabilitation Medicine, Hebei United University, Tangshan 063000, China

【Abstract】Objective To investigate the effect of Lokomat gait training rehabilitation robot on joint motion and lower limb function in hemiplegic patients after stroke. **Methods** Forty hemiplegic patients after stroke were randomized equally into a robotic group and a control group (20 cases in each group). The robotic group received robotic rehabilitation therapy in addition to routine rehabilitation training, while the control group was only given instructions for routine rehabilitation training. All the patients were assessed at the beginning of the training and at the end of 4, 8 and 10 weeks of treatment. The Fugl-Meyer Assessment of lower extremities (FMA), range of motion (ROM) in hip and knee, force and tone of bilateral hip/knee flexors and extensors were used to evaluate stepping function before training, and after 4, 8 and 10 weeks of treatment. **Results** There was no significant difference between the 2 groups with regard to FMA scores, the ROM in hip and knee, as well as force and tone of bilateral hip/knee flexors and extensors ($P > 0.05$). After treatment, the robotic group was significantly improved with all the evaluation indexes when compared to its baseline values ($P < 0.05$). It was also shown that the robotic group improved to a significantly greater extent than the control group ($P < 0.05$). Pearson's correlation analysis demonstrated a positive relationship between the ROM of knee or hip and lower limb function ($P < 0.05$). **Conclusions** The Lokomat gait training rehabilitation robot can improve the lower extremities functions, as indicated by increase of ROM and muscle strength as well as decrease in muscle spasticity in hemiplegic patients after stroke.

【Key words】 Lokomat gait training rehabilitation robot; Stroke; Hemiplegic patients

各关节运动是通过相关肌群的收缩或放松而产生的,下肢关节运动同样也是由主要肌群的运动而引起^[1]。在步行过程中,双侧下肢交替节律进行,两臂

随腿部进行交替运动而摆动,身体重心对称地左右移动。研究表明,偏瘫患者的患侧髌关节首次着地和站立相最大伸展角度、足尖离地时关节角度、迈步相最大屈曲角度以及矢状面关节髌角度与健康人存在显著差异^[2]。国内外许多机构于 20 世纪 90 年代初开始利用机器人进行康复训练,将机器人应用于治疗神经系统损伤疾病^[3]。为了证实下肢康复机器人改善偏瘫患者的临床效果,本研究中采用由瑞士苏黎士 Balgrist 大

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.08.009

基金项目:河北省科技厅支撑课题(20276112D)

作者单位:063000 唐山,河北联合大学康复医学院(赵雅宁、郝正玮、李建民);河北省唐山市人民医院(郝正玮)

学附属医院脊髓损伤中心开发,并由瑞士 Hocoma 公司生产的世界上第一台下肢康复训练机器人^[4],对脑梗死后偏瘫患者进行下肢康复机器人训练,观察其临床疗效,旨在探讨关节活动度对下肢功能的影响,为偏瘫患者下肢运动功能的改善提供更科学、更有效的治疗方法。

资料与方法

一、一般资料

纳入标准:①符合 1995 年第四届脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[5],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 30~70 岁、病程 <1 个月、患者生命体征平稳、意识清楚,能听从指令;③无严重的心脏病史及其它神经系统疾病;④一侧肢体偏瘫;⑤美国国立卫生研究院脑卒中量表(National Institutes of Health stroke scale,NIHSS)神经功能评分 <15 分;⑤均签署知情同意书。

排除标准:①患有其它影响步行能力的神经肌肉和骨关节疾病;②有严重的急慢性心瓣膜病、心肌病及其它器质性心脏病;③有脑出血和颅脑外伤造成的偏瘫;④有精神症状、听力障碍、理解障碍、严重的认知障碍;⑤近期心绞痛频繁发作及不稳定型心绞痛。

选取 2010 年 12 月至 2011 年 12 月在河北联合大学附属医院神经内科住院且符合上述标准的缺血性脑卒中患者 40 例,按随机数字表法分为对照组(20 例)和机器人组(20 例)。2 组患者的年龄、病程、性别、偏瘫侧和 NIHSS 评分经统计学分析,差异无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性,详见表 1。

表 1 2 组患者的一般资料

组别	例数	平均年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	病程 (d, $\bar{x} \pm s$)	性别		偏瘫侧		NIHSS 评分 (分, $\bar{x} \pm s$)
				男	女	左	右	
机器人组	20	51.8 ± 10.14	21.93 ± 1.33	17	13	12	8	13.38 ± 1.24
对照组	20	57.6 ± 8.22	21.13 ± 1.26	15	15	13	7	12.08 ± 0.90

二、治疗方法

1. 对照组治疗方法:给予常规康复治疗,主要采用功能性电刺激(functional electrical stimulation, FES)、Bobath 技术、神经肌肉本体促进技术(proprioceptive neuromuscular facilitation, PNF)、Rood 感觉运动治疗技术、运动再学习等治疗方法,每周训练 3 次,每次 30min,5 周为 1 个疗程,连续训练 2 个疗程。

2. 机器人组治疗方法:采用 Lokomat 下肢康复机器人进行训练(瑞士 Hocoma 公司和瑞士苏黎世 Balgrist 大学附属医院脊髓损伤中心开发的 Lokomat® 系统 5.0 版)。训练前,测量患者腿部的长度,调节绑带的尺寸和机器人装置。调节初始负重量为患者体重的 60%,调节系数范围为 0.2~0.7,调节初始引导力

为 30%;根据患者的恢复情况逐步降低减重量和增加跑台的速度,调节步速为 1.5~1.7 km/h。每个步行训练周期为 30 min,整个训练过程由 1~2 个治疗师来帮助完成。每周训练 3 次,每次 30 min,5 周为 1 个疗程,共训练 2 个疗程,疗程间歇 3 d。

三、评价方法

于治疗前、治疗 2 个疗程后(治疗后)分别评测 2 组患者的下肢运动功能、肌力肌张力和髋膝关节活动度。

1. 下肢运动功能:采用简式 Fugl-Meyer 下肢功能量表,下肢最高分 34 分,得分越高运动功能越好^[6]。

2. 关节活动度:采用瑞士 Hocoma 医疗器械公司生产的评估工具 L-ROM(L-range of motion)评测患者的关节活动度, L-ROM 可精确测量在患者没有 Lokomat 动力支持时髋部和膝部关节的被动活动范围以及在肌肉完全松弛时外力使关节运动所通过的运动弧度。

3. 肌力肌张力的评定:采用瑞士 Hocoma 医疗器械公司生产的肌力评估工具(L-FORCE)和肌张力评估工具(L-STIFF)评测左腿和右腿的臀部屈肌、臀部伸肌、膝部屈肌和膝部伸肌共 4 个肌肉群的肌力和肌张力。被动移动双腿到与臀部成 30°和 45°膝弯曲,固定。L-FORCE 评测要求患者在倒计时结束时,在指示的运动方向使用在最大的力量,包括髋关节的前屈(L-FORCE/HIP/Flex, FHF)和后伸(L-FORCE/HIP/Ext, FHE)功能,膝关节的前屈(L-FORCE/KNEE/Flex, FKF)和后伸(L-FORCE/KNEE/Ext, FKE)。L-STIFF 评测患者被动运动时的僵硬程度,包括髋关节前屈(L-SORCE/HIP/Flex, SHF)和后伸(L-SORCE/HIP/Ext, SHE),膝关节的前屈(L-SORCE/KNEE/Flex, SKF)和后伸(L-SORCE/KNEE/Ext, SKE)。

四、统计学分析

采用 SPSS 13.0 版统计软件进行分析,计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,2 组患者 Fugl-Meyer 下肢运动功能评分,下肢髋膝关节活动度和肌力肌张力采用单因素方差分析,用 Pearson 相关分析法分析机器人组下肢运动功能与髋、膝关节活动度的相关性。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

一、2 组患者下肢运动功能和活动度比较

治疗前,2 组间 Fugl-Meyer 下肢运动功能评分和髋、膝关节活动度比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,机器人组的 Fugl-Meyer 下肢运动功能评分和髋、膝关节活动度分别为(27.09 ± 4.95)分、(17.43 ± 1.97)°和(29.17 ± 2.20)°,与组内治疗前的

(11.82 ± 3.12) 分、(9.42 ± 1.42)°、(13.84 ± 2.95)°以及对照组治疗后的(24.55 ± 10.09)分、(9.94 ± 2.42)°和(26.36 ± 1.30)°比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),详见表 2。

表 2 2 组患者治疗前、后的 Fugl-Meyer 下肢功能和关节活动度比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	Fugl-Meyer 评分(分)	髋关节活动度(°)	膝关节活动度(°)
机器人组				
治疗前	20	11.82 ± 3.12	9.42 ± 1.42	13.84 ± 2.95
治疗后	20	27.09 ± 4.95^{ab}	17.43 ± 1.97^{ab}	29.17 ± 2.20^{ab}
对照组				
治疗前	20	10.43 ± 2.85	8.14 ± 0.77	12.64 ± 2.68
治疗后	20	24.55 ± 10.09^a	9.94 ± 2.42^a	26.36 ± 1.30^a

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

二、2 组患者肌张力肌力比较

治疗前,2 组患者下肢肌张力肌力比较,差异无统计学意义($P > 0.05$);治疗后,机器人组和治疗组的肌力肌张力与组内治疗前比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),且机器人组治疗后肌张力肌力均优于对照组治疗后($P < 0.05$),详见表 3。

三、机器人组髋、膝关节活动度与下肢运动功能的相关性

采用 Pearson 相关分析法计算髋、膝关节活动度与下肢关节活动度的相关性,机器人组髋关节活动度与下肢运动功能相关性结果为——决定系数 $R^2 = 0.42$, $P < 0.05$,提示髋关节活动度和下肢运动功能呈正相关;膝关节活动度与下肢运动功能相关性结果为——决定系数 $R^2 = 0.58$, $P < 0.01$,提示膝关节活动度和下肢运动功能呈正相关,详见表 4。

讨 论

研究发现,脑卒中偏瘫患者患侧髋、膝关节运动学参数及其运动不对称性是描述其脑卒中偏瘫模式的主要指标^[7]。在整个运动过程中,下肢髋、膝和踝关节的角度变化是一个动态过程,并且相互协调。王卫强等^[2]的研究表明,偏瘫患者患侧髋关节首次着地、站立相最大伸展角度、足尖离地时关节角度、迈步相最大屈

曲角度、矢状面关节髋角度范围与正常人的存在显著性差异。有研究利用髋、膝、踝在步行中关节变化范围来判断康复的疗效,经治疗后患侧膝、踝活动范围增加明显,髋关节伸髋增加、屈髋减少,下肢运动功能得到明显改善^[7]。本研究所采用的评测工具 L-ROM 可在患者没有 Lokomat 动力支持的情况下,精确测量出髋部和膝部左右 4 个关节的被动活动范围。本研究发现,采用 Lokomat 机器人系统对关节活动度进行评测,治疗后,2 组患者髋膝关节活动度范围显著增加,且患者的关节活动度改善程度显著优于对照组($P < 0.05$)。本课题组认为,下肢康复训练机器人通过不断的重复训练,可使肌肉、肌腱得到牵拉,消除粘连;同时关节活动的牵伸挛缩和皱缩的软组织,可软化关节囊、韧带及关节内粘连等软组织结构,从而起到改善关节活动度的作用。

近来的研究表明,肌力缺乏是导致偏瘫肢体运动障碍的主要原因之一^[8]。传统观念认为,脑卒中患者肌张力增高是低位神经中枢的代偿性改变,过高的肌张力易产生痉挛^[9]。Iverson 等^[10]的研究指出,等长肌力训练对增强患侧肢体肌力的重要性已得到认可;且 Bolliger 等^[11]的研究结果表明,Lokomat 等长肌力评价系统是一种非常有效的工具,可以对使用驱动步态矫形器患者的康复进程进行记录和控制。本研究肌力和肌张力测量结果显示,治疗后机器人组的髋、膝关节肌力和肌张力均显著改善,提示下肢伸髋、屈髋、伸膝和屈膝进行重复分离动作时,可强化下肢伸屈肌力,增强协调性,有助于增强肌力、降低痉挛。

髋关节是由骨、韧带和肌肉组织组成的复杂结构,在站立和行走过程中将体重量传向下肢,具有内在的稳定性^[12]。众多的关节中,髋关节是最稳定的,其结构能够完成日常生活中所需的大范围动作^[13]。身体的姿势与髋关节囊内的感受器都可以提供本体感受反馈,肌肉的梭形纤维和肌小节的长度也可产生本体感受反馈;同时,膝关节属于一种铰链关节,主要用来承受身体的重量,属于很大很复杂的关节,它由胫骨、股骨和髌骨三个部分所组成,有两个关节结构,含有胫股关节和髌股关节^[14],人体步行过程中,膝关节胫股关

表 3 2 组患者治疗前、后肌力和肌张力比较($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	肌力(Nm)				肌张力(Nm/°)			
		FHF	FHE	FKF	FKE	SHF	SHE	SKF	SKE
机器人组	20								
治疗前		0.27 ± 0.19	0.31 ± 0.18	0.08 ± 0.09	0.08 ± 0.07	14.34 ± 21.62	14.37 ± 11.77	8.12 ± 9.62	16.64 ± 14.87
治疗后		0.60 ± 0.11^{ab}	0.56 ± 0.14^{ab}	0.20 ± 0.08^{ab}	0.19 ± 0.06^{ab}	47.33 ± 24.96^{ab}	32.48 ± 27.15^{ab}	24.59 ± 17.71^{ab}	27.00 ± 16.01^{ab}
对照组	20								
治疗前		0.29 ± 0.30	0.30 ± 0.16	0.07 ± 0.12	0.08 ± 0.07	13.93 ± 21.78	13.80 ± 8.96	6.90 ± 7.23	15.90 ± 7.23
治疗后		0.56 ± 0.10^a	0.52 ± 0.10^a	0.18 ± 0.07^a	0.15 ± 0.05^a	23.6 ± 15.25^a	23.93 ± 19.50^a	15.13 ± 15.93^a	24.90 ± 12.68^a

注:与组内治疗前比较,^a $P < 0.01$;与对照组治疗后比较,^b $P < 0.05$

表 4 机器人组患者髌膝关节活动度和下肢功能间的相关系数(r)

项目	均数	标准差	r	P
髌关节活动度	10.74	1.65	0.42	0.01
膝关节活动度	24.64	2.30	0.58	0.00
下肢运动功能	57.75	27.39	-	-

节的相对位置是不断变化的。髌关节外展,膝关节过度屈曲时,股骨向外旋转,此时可通过关节面的咬合和交叉韧带的作用增加关节的稳定性,改善关节的活动范围^[15]。本研究结果显示,治疗后,机器人组患者的髌、膝关节活动度均显著改善,且优于对照组治疗后($P < 0.05$);髌关节活动度与下肢运动功能密切相关($r = 0.42, P < 0.01$),膝关节活动度与运动下肢功能密切相关($r = 0.58, P < 0.01$),提示机器人训练可改善患者患侧下肢髌、膝关节活动范围,从而改善患者下肢运动功能。

下肢康复训练机器人是由双向矫形器组成,使用动态体重支持系统来控制患者的腿部运动,在矢状面上控制支持患者的腿部运动,其膝髌关节线性驱动器控制膝髌关节运动并组成了一个外骨骼,控制髌、膝关节活动,使其在一个正常的生理模式下进行屈曲和伸展,从而使全身机体产生多关节和肌群的周期性和协调性运动。训练中,Lokomat 机器人可根据患者的康复情况,不断修正和调节患者髌关节活动度、髌关节(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,使运动指数更为准确。同时,下肢康复机器人是通过计算机控制进行运动,可使患者模拟正常人的运动规律进行康复训练运动,锻炼下肢肌肉,提高关节的活动范围,恢复神经系统对下肢运动功能的控制能力,进一步达到恢复运动功能的目的。

参 考 文 献

- [1] Neckel ND, Blonien N, Nichols D, et al. Abnormal joint torque patterns exhibited by chronic stroke subjects while walking with a prescribed physiological gait pattern. J Neuroeng Rehabil, 2008, 19: 1186.
- [2] 王卫强, 曾顺军, 关得斌, 等. 偏瘫患者双侧膝关节角度变化差异的定量研究. 山西医药杂志, 2010, 39: 648-650.
- [3] 谢欲晓, 白伟, 张羽, 等. 下肢康复训练机器人的研究现状与趋势. 中国医疗器械信息, 2010, 16: 5-8.
- [4] 郝正玮, 李建民, 赵雅宁. 下肢康复训练机器人研究进展. 中华物理医学与康复杂志, 2012, 34: 862-864.
- [5] 中华神经科学会, 中华神经外科学会. 各类脑血管疾病诊断要点. 中华神经科杂志, 1996, 29: 379-380.
- [6] 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. 中国康复, 2009, 24: 167-168.
- [7] 徐光青, 兰月, 毛玉璐, 等. 脑卒中患者步行时下肢运动的三维运动学研究. 中华医学杂志, 2007, 87: 2889-2892.
- [8] 李培, 武传珍, 陈作. 肌力训练生物学基础研究综述. 武汉体育学院学报, 2006, 40: 70-73.
- [9] 朱燕, 丁莹, 强乙, 等. 不对称性等速肌力训练对恢复期偏瘫患者上肢运动功能的影响. 中国康复, 2011, 26: 174-176.
- [10] Iverson BD, Gossman MR, Shaddeau SA, et al. Balance performance, force production, and activity levels in noninstitutionalized men 60 to 90 years of age. Phys Ther, 1990, 70: 348-355.
- [11] Bolliger M, Banz R, Dietz V, et al. Standardized voluntary force measurement in a lower extremity rehabilitation robot. J Neuroeng Rehabil, 2008, 5: 23.
- [12] 张秀丽, 刘勇. 髌关节的生物力学改变与髌关节疾病手术治疗研究进展. 中国全科医学, 2011, 14: 3048-3051.
- [13] 胡侦明, 罗先正. 髌关节的生物力学. 中华骨科杂志, 2006, 26: 498-500.
- [14] 张美娟. 膝关节生理解剖环境对膝关节生物力学特性的影响. 中国组织工程研究, 2012, 16: 4903-4907.
- [15] 王建平, 吴海山, 王成焘. 人体膝关节动态有限元模型及其在 TKR 中的应用. 医用生物力学, 2009, 24: 333-337.

(修回日期: 2013-07-19)

(本文编辑: 阮仕衡)

· 外刊摘英 ·

Enzogenol for traumatic brain injury

BACKGROUND AND OBJECTIVE Traumatic brain injury (TBI) leads to persistent cognitive deficits which may profoundly impact social function and employability. Previous studies suggest a link between oxidative stress and excitotoxicity following TBI, further suggesting that antioxidants may assist in recovery by decreasing oxidative damage. This study examined the safety and effects of a flavonoid extract on cognitive functioning in patients with mild TBI.

METHODS This randomized, controlled trial involved 60 adults who met the inclusion criteria for mild TBI, three to 12 months post-injury at enrollment. The patients were 18 to 64 years of age and reported persistent cognitive deficits. This three-phase trial compared 1000 mg per day of oral enzogenol with a placebo. Participants were assessed at six, 12 and 16 weeks with a set of well-validated tests to evaluate cognitive functioning (primarily memory), post-concussion symptoms and mood.

RESULTS Greater reductions in self-reported cognitive failures were found in the enzogenol group as compared with the placebo group after six weeks (a 28% change versus a 22% change, respectively). Improvement in the frequency of self-reported cognitive failures continued until week 11 before stabilizing.

CONCLUSION This pilot study suggests that the flavonoid, enzogenol, is safe and well tolerated, and may improve cognitive function in patients with mild traumatic brain injury.

[摘自: Theadom A, Mahon S, Barker-Collo S, et al. Enzogenol for cognitive functioning in traumatic brain injury: a pilot placebo-controlled RCT. Eur J Neurol, 2013, 20: 1135-1144.]