

外骨骼康复机器人改善脑卒中偏瘫患者下肢功能的临床研究

冯宪煊, 白跃宏, 徐义明, 付腾飞, 张晗, 叶冬梅, 王刚

【摘要】 目的:观察应用下肢外骨骼康复机器人康复训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能的改善情况。方法:脑卒中偏瘫下肢运动功能障碍患者 60 例,分为机器人组和对照组各 30 例。对照组给予脑卒中常规康复治疗,机器人组在常规康复治疗的基础上,应用下肢外骨骼康复机器人进行康复训练。于训练前后通过 Fugl-Meyer 运动及平衡功能评分、Holden 步行功能分级对患者的下肢康复情况进行评价。结果:训练 60d 后,2 组 Fugl-Meyer 运动功能评分、Fugl-Meyer 平衡功能评分、Holden 步行功能分级均较治疗前明显提高($P<0.05$),且机器人组提高幅度较对照组更显著($P<0.05$)。结论:应用下肢外骨骼康复机器人可改善脑卒中偏瘫患者的下肢功能,值得在临床上推广应用。

【关键词】 下肢外骨骼康复机器人;脑卒中;偏瘫

【中图分类号】 R49;R743.3 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2014.02.002

Effectiveness of lower limb exoskeletons rehabilitation robot in improving lower limb function of stroke patients

FENG Xian-xuan, BAI Yue-hong, XU Yi-ming, et al. Department of Rehabilitation Medicine, the Sixth People's Hospital of Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200233, China

【Abstract】 Objective: To investigate the effectiveness of lower limb exoskeletons rehabilitation robot in improving lower limb function of stroke patients. Methods: Sixty stroke patients were randomly divided into control group and robot group with 30 cases in each group. The control group received routine rehabilitation training, and the robot group was given lower limb exoskeletons rehabilitation robot training combined with routine rehabilitation training. All patients were assessed with Fugl-Meyer motor assessment scale, Fugl-Meyer balance assessment scale and Holden's functional ambulation classification before and 60 days after training. Results: The scores of Fugl-Meyer motor assessment scale, Fugl-Meyer balance assessment scale and Holden's functional ambulation classification in both groups showed statistically significant difference after treatment ($P<0.05$), and the scores were greater in the robot group than in the control group ($P<0.05$). Conclusion: The lower limb exoskeletons rehabilitation robot training can improve the function of lower limb of stroke patients with hemiplegia.

【Key words】 lower limb exoskeletons rehabilitation robot; stroke; hemiplegia

脑卒中患者常呈典型的偏瘫步态,步行障碍降低了脑卒中患者的个人生活活动能力和生存质量,给个人、家庭和社会带来沉重负担^[1]。近年来,随着机器人技术的发展,已开始应用于临床。我们应用本院和上海交通大学机器人研究所共同研发的下肢外骨骼康复机器人,观察其改善偏瘫患者下肢功能的临床效果,为患者康复提供更科学、更有效的方法。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2012 年 9 月~2013 年 9 月我科收治

的脑卒中偏瘫下肢运动功能障碍患者 60 例,均符合 1995 年全国第四届脑血管病会议制定的诊断标准,经治疗后生命体征平稳,病情稳定或有改善,神志清楚,能听从指令,治疗时配合良好。排除患有其他影响步行能力的神经肌肉和骨关节疾病、颅脑外伤、颅脑肿瘤术后等造成的偏瘫者、患有严重高血压未控制或合并有心、肺、肝、肾、造血系统、内分泌系统等严重疾病、有精神症状、认知障碍、理解障碍、严重听力障碍及视力障碍者、正在参与其他临床研究或不愿意参加研究者。患者随机分为 2 组各 30 例。①对照组,男 20 例,女 10 例;平均年龄(58.3 ± 11.1)岁;平均病程(95.7 ± 40.1)d;左侧偏瘫 16 例,右侧 14 例;脑梗死 25 例,脑出血 5 例。②机器人组,男 21 例,女 9 例;平均年龄(60.0 ± 9.8)岁;病程(98.0 ± 42.9)d;左侧偏瘫 13 例,

收稿日期:2013-12-10

作者单位:上海市第六人民医院康复医学科,上海 200233

作者简介:冯宪煊(1988-),女,博士,主要从事腰椎间盘突出症、脑卒中后偏瘫治疗等方面的研究。

通讯作者:白跃宏, aibyh@126.com

右侧 17 例;脑梗死 26 例,脑出血 4 例。2 组一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 2 组均给予常规康复治疗,包括良姿位的摆放、主被动牵张训练、翻身转移训练、躯干肌控制训练、髋、膝关节控制训练、肌力训练、踝背屈诱发训练,采用神经肌肉促进技术,促进分离运动出现,并给予经皮神经肌肉电刺激物理治疗;另外,给予功率自行车锻炼 20min,每天 1 次。机器人组在此基础上,应用本院和上海交通大学机器人研究所共同研发的下肢外骨骼康复机器人进行康复训练。该机器人由减重系统、双下肢外骨骼系统、肌力检测系统和计算机控制显示调节系统组成。训练前机器人自检完成后,使用绑带将患者固定于康复床上,调节外骨骼装置及康复床角度,根据患者病情制定合理的处方,包括训练肢体、训练模式及训练参数的选择。训练模式包括被动模式、健侧辅助模式和主动模式;每一模式又包含屈伸和行走的训练方式。训练参数的调整包括步幅、步频等的调整。患者患肢完全丧失运动功能宜采用被动屈伸和被动行走模式训练。健侧辅助模式是通过健腿带动患腿进行训练,机器应用固定在健侧小腿的气囊进行感知,根据健腿的运动速度调节患腿的运动速度。主动模式又包含助力模式、随动模式和阻力模式 3 种运动模式。在患者患肢肌力达到 2 级以上时采用。助力模式时患肢外骨骼以较小速度运动,如果患肢自主用力,则外骨骼会根据患腿气囊感受到的肌力情况加快运动速度。随动模式是阻力较小的阻力模式,在随动模式和阻力模式下,患肢外骨骼不会自行运动,只有当患肢自主运动时,外骨骼才会跟随运动;肌力越大,运动速度越快。训练每次 30min,每天 1 次。根据患者情况,训练遵循循序渐进原则,训练时注意患者的意识、面色、反应等变化,如患者有不良反应,立即停止训练。

1.3 评定标准 ①采用 Fugl-Meyer 下肢运动功能评定量表对下肢反射活动、关节活动及协调能力和速度进行评分,0~34 分,分数越高,运动功能越好^[2]。② Fugl-Meyer 下肢平衡评定量表,0~14 分,分数越高,平衡能力越强^[2]。③ Holden 步行功能分级,根据患者步行时需要帮助的大小,分为 0~5 级,分别计为 0~5 分,分值越高,步行能力越好^[2]。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 15.0 统计学软件进行分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,t 检验;等级资料采用秩和检验;以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

机器人组中,有 5 例患者在训练第 1 周出现下肢疲劳、酸痛感,经过减小训练强度,调整治疗方案,所有

患者最终均完成了康复训练。

训练 60d 后,2 组患者偏瘫下肢的 Fugl-Meyer 运动、平衡功能评分以及 Holden 步行功能分级均较治疗前明显提高($P < 0.05$),且机器人组 3 项指标评分更高于对照组($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 2 组治疗前后 Fugl-Meyer 运动及平衡功能评分、Holden 步行能力分级评分比较 $\bar{x} \pm s$

组别	n	时间	Fugl-Meyer(分)		Holden 步行能力分级(级)
			运动功能	平衡功能	
对照组	30	治疗前	16.52±3.50	7.04±2.75	0.92±0.30
		治疗后	22.64±2.75 ^a	9.88±2.70 ^a	2.06±0.65 ^a
机器人组	30	治疗前	17.01±2.89	6.89±2.96	0.90±0.26
		治疗后	26.02±3.38 ^{ab}	11.76±2.38 ^{ab}	3.77±0.61 ^{ab}

与治疗前比较,^a $P < 0.05$;与对照组比较,^b $P < 0.05$

3 讨论

脑卒中后下肢运动功能的恢复是偏瘫患者康复的一个重要环节,脑卒中后由于上运动神经元损伤,原始的、被抑制的低位中枢运动反射释放,引起运动模式异常,表现为偏瘫侧肢体肌张力增高,肌群间协调紊乱,出现联合反应、共同运动和紧张性反射等脊髓水平的运动形式,其恢复过程是一种肌张力和运动模式不断衍变的过程^[3]。由于脑的可塑性,通常通过重复的特定任务训练使患者进行充分的重复性活动^[4],从而使正在重组中的大脑皮质通过深刻的体验来学习和储存正确的运动模式^[5]。传统偏瘫下肢康复训练治疗师的工作经验和技术水平决定了训练效果。训练过程中患者容易跌倒,容易形成不对称的步态,从而打乱了正常的步行规律,使患侧的肢体不能真正的负重^[6]。且训练过程较为枯燥,治疗师工作量大,康复训练效率较低。偏瘫康复治疗的传统器械在功能设计上大多比较单一,且多数器械只适用于主动性训练,要求患者有较强的运动协调能力。对于偏瘫早期及重症患者,由于其肢体活动能力差,这些器械的使用受到制约^[7]。

外骨骼是一种可穿戴在患者身体外部的机械装置,提供保护、身体支撑和运动等功能。外骨骼机器人是一种可穿戴的机器人系统,结合了人的智能和机械装置的机械能量。下肢外骨骼康复机器人是康复器械与计算机技术相结合的产物,用于帮助有行走障碍的患者实现行走功能。它可以在减重状态下模拟正常人的行走姿态,并且可以进行肌力训练。采用机器人辅助的康复训练,可以达到合理的肌肉激活、和谐的肌肉收缩时相、足够的承重能力和耐力的治疗目标^[8]。采用减重方式,患者步态受外骨骼移动的控制,步态模式较接近于正常人,这样在偏瘫早期即给患者输入正常的步行模式,使患者在不具备步行能力的情况下进行

步行训练,使患者尽早具有行走的体验,从而能有效利用病情稳定后早期最有恢复潜能的时期。肌力缺乏是导致偏瘫肢体运动障碍的主要原因^[9]。利用康复机器人进行主动训练可以有效增强患肢肌力。患者随着外骨骼的摆动进行步态训练,下肢髋、膝关节大量的重复屈伸运动,不仅使下肢屈伸肌群均得到训练,而且可促进髋、膝关节的分离运动,改善主动肌-拮抗肌的协同收缩,促进对痉挛肌肉的牵拉,从而达到调节肌张力,缓解肌痉挛,抑制异常运动模式,促进正常步态恢复,保持步行的协调性及稳定性的目的。患者可以以较低的心率、较少的消耗进行长时间的训练,提高耐力^[10]。吊带及固定带的保护增强了训练的安全性。机器人训练不仅节省人工,而且可根据患者情况合理设定训练处方,对训练情况及时记录及反馈。患者通过持续稳定的训练,可预防机体发生废用性功能障碍,改善下肢功能。但该机器人尚有不足之处。如平台无法灵活升降,偏瘫患者上下机器较为困难,因此外观设计应更加人性化。通过气囊感受患者下肢肌力的装置还不够灵敏。另外,如在治疗的过程中加入经皮神经电刺激,给患者更为全面的治疗,将对患者下肢功能的恢复更为有力。今后的研发过程中,这些缺点将得到进一步改进。

本研究结果显示下肢外骨骼康复机器人对脑卒中偏瘫患者的下肢功能恢复具有显著促进作用,值得在临床推广。相信随着科技的进步和研究的深入,机器人辅助训练在脑卒中康复领域必将发挥重要的作用。

【参考文献】

[1] 凡国华,尹正录,范章岭,等. 下肢康复机器人用于脑卒中

患者康复训练疗效观察[J]. 护理学杂志,2012,27(19):77-78.

[2] 缪鸿石. 康复医学理论与实践[M]. 上海:上海科学技术出版社,2000,244-245,1831-1832.

[3] 邵天民,马立军,刘吻,等. 运动再学习方案对脑卒中患者下肢运动功能的影响[J]. 中国康复医学杂志,2006,21(5):404-404.

[4] Sterr A, Freivogel S. Mtor-improvement following intensive training in low-functioning chronic hemiparesis[J]. Neurology,2003,61(6):842-844.

[5] Liepert J, Bauder H, Woifgang HR, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans[J]. Stroke,2000,31(6):1210-1216.

[6] 喻锦成,符俏. 减重步行训练在脑卒中康复中的应用进展[J]. 海南医学,2010,21(1):26-29.

[7] 秦晓勇. 康复器械在偏瘫患者肢体功能恢复中的应用[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,15(48):9088-9092.

[8] 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):102-107.

[9] 杨杰华,张盘德,周惠嫦,等. 视觉反馈等速肌力训练在偏瘫患者下肢运动功能康复中的应用[J]. 中国康复医学杂志,2009,24(11):1012-1014.

[10] Vinay L, Brocard F, Clarac F, et al. Development of posture and locomotion: an interplay of endogenously generated activities and neurotrophic actions by descending pathways[J]. Brain Res Brain Res Rev,2002,40(1-3):118-129.

声明

最近,本编辑部收到作者反映或向本编辑部查询,有网络不法分子冒名本编辑部,向广大作者行骗,诈取版面费。不法分子伪造了一个与《中国康复》编辑部非常相似的网站,网址为 <http://www.zgkfyxzz.com>,并通过邮箱 zgkfzz@163.com 与作者联系,通知交版面费,并给予盖有伪造的《中国康复》公章的录用通知。

在此,本刊特别声明:《中国康复》编辑部均为网站投稿系统投稿,不接受邮箱投稿方式!本编辑部收取任何费用都是通过邮局按地址汇款!如有任何疑问,请联系本编辑部。网址:<http://www.zgkfzz.com>;E-mail:kfk@tjh.tjmu.edu.cn;电话:027-83662686;汇款地址:武汉市解放大道1095号《中国康复》编辑部,邮政编码:430030。

《中国康复》编辑部