

· 综述 ·

下肢辅助机器人训练在脑卒中患者康复中的应用

吴涛 江迪锦 许志生 李扬政 董燕 李建华 顾旭东

目前脑血管疾病已成为影响人类生存质量的一大顽疾。据相关数据统计,大约 80% 的脑卒中幸存者遗留步行功能障碍,并且主要表现为步行速度减慢^[1]及步态时间-空间参数异常^[2]。减重结合运动平板的运动控制训练早已在康复临床中广泛开展^[3-5],经临床实践证明对脑卒中、脊髓损伤等患者效果确切^[3,5],但具有费时、费力等不足,而且不同治疗者间治疗方法不一,缺乏定量评价指标,难以进行横向对比研究。近年来逐渐兴起的康复机器人主要用于神经系统疾病患者的运动功能恢复,尤其是机器人辅助步行训练,是目前国内、外研究的热点内容,具有广泛的应用前景^[6-8]。大量研究发现,定时、定量的机器人辅助训练可促进患者中枢神经系统功能重塑,帮助其恢复肢体运动功能^[9];同时机器人辅助训练还可以减轻治疗师劳动强度,保证康复训练的一致性及持续性,实现训练方案及康复评估参数化,有助于进一步提高康复疗效^[10-12]。

下肢康复机器人的研发概况

自上世纪 90 年代初以来,国内、外许多医疗机构相继利用机器人技术进行减重步行辅助训练。减重步行辅助训练机器人一般利用仿生外骨骼机械腿,带动患者下肢进行运动训练。瑞士 HOCOMA 医疗器械公司最先推出此类产品,如 LOKOMAT 下肢康复机器人等^[13],该类产品能够辅助下肢运动功能障碍患者在活动平板上进行步行训练;国际上类似的产品还有 ALTACRO 下肢康复机器人^[14];另外还有公司设计了牵引机械手式训练设备,该类设备通过多个机械手与患者大腿、小腿相连,使之协调摆动从而完成整个步态过程^[15];其它的机器人训练设备还包括活动踏板式和运动平板驱动的辅助训练装置^[16-17]。由于脑卒中偏瘫患者异常步态的始动因素多为踝关节控制异常,因此上述训练装置通过牵引患者足踝部,以保证其踝关节运动轨迹与正常步态踝关节运动轨迹相吻合。国内也有学者采用与上述设备类似的装置对脑卒中偏瘫患者进行训练,并取得一定疗效^[18-19],但目前市场上还未发现同类型的国内产品上市。

评估下肢辅助机器人训练疗效的指标

在评价下肢辅助机器人的训练疗效时,目前比较常用的客观评估指标包括:步行评估量表(EU-Walking Scale)^[20]、Rivermead 运动评估量表^[20]、10 m 步行速度^[20]、6 min 步行距离^[20]、肌力评估^[20]、Ashworth 肌张力评定^[20]、平衡能力评估^[21]、美国国立卫生院神经功能缺损评分(National Institute of Health Stroke

Scale,NIHSS)^[22]、患侧步长与健侧步长比值^[23]、功能性步行分级(functional ambulation classification,FAC)^[24]、身体组织成分分析、巴氏指数、基本步态参数等^[25]。Mayr 等发现^[20],机器人辅助训练组患者经为期 4 周治疗后,其步行评估量表、Rivermead 运动评估量表、6 min 步行距离、肌力评估、Ashworth 肌张力评级等指标均显著优于常规治疗组。Westlake 等^[21]将脑卒中患者随机分为机器人辅助训练组及常规治疗组,2 组患者分别经 4 周训练后,发现机器人辅助训练组最舒适的步行速度、患侧步长与健侧步长比值及 6 min 步行距离等指标均较治疗前及常规治疗组明显改善,而常规治疗组只在平衡功能方面有一定程度提高。

下肢辅助机器人训练的疗效分析

关于下肢辅助机器人训练治疗脑卒中患者的疗效目前已见诸多报道,由于各研究所选取的脑卒中患者病程及初始功能状态不一,导致疗效结果各异,通常那些发病后尽早介入训练、步行功能受损较严重的患者其训练效果相对显著^[20,25-27]。目前已有许多研究支持机器人辅助步行训练能显著改善早期脑卒中患者步行功能^[20,22,24,28-29]。当前临床关于脑卒中急性期及亚急性期的时间界定还存在争议,一般认为发病 3 个月内都作为亚急性期^[20,22,24,28-29];但也有研究将发病 6 个月以内也纳入亚急性期^[30]。Britta 等^[25]将病程为 28~200 d 的脑卒中患者随机分为 2 组,分别给予机器人辅助训练及常规康复训练,所选取患者步行功能受损程度均较严重(入选患者瘫痪侧下肢有 2 组或 2 组以上肌群肌力 ≤ 3 级,FAC 评分均 ≤ 1 分),经 2 周治疗后,发现机器人辅助训练组与常规训练组比较,2 组在功能评分方面差异无统计学意义($P > 0.05$),但机器人辅助训练组患者在步态及体质指数方面的改善幅度相对较显著,与常规训练组间差异具有统计学意义($P < 0.05$)。Peurala 等^[24]将病程 < 8 d 的脑卒中患者(FAC 均为 0 分)随机分为机器人辅助训练组、平地步行训练组及常规训练组,于治疗后随访 6 个月,发现机器人辅助训练组步行速度、步行距离、肌肉/脂肪比值、体能等指标均明显优于常规训练组及平地步行训练组^[31]。目前大多数研究认为机器人辅助训练有助于提高脑卒中患者心肺功能,可在一定程度上减轻肢体制动、痉挛等带来的不良影响^[32-34]。

但也有学者认为机器人辅助训练并不比传统康复治疗更加优越^[20,23,35],并且还认为机器人辅助训练不利于患者有氧功能的提高^[36-37]。Hornby 等^[23]选取病程 > 6 个月且步行能力受损较轻(能在无他人辅助情况下以较慢速度独自步行 10 m)的脑卒中患者 48 例,将其随机分为机器人辅助步行训练组和治疗师辅助控制平板步行训练组,所有患者均经 12 次、每次 30 min 步行训练后,发现平板步行训练组患侧步长/健侧步长比值、6 min 步行测试、Berg 平衡量表、肌张力等指标均明显优于机器人辅助步行训练组。之所以得到该结果,可能与该研究患者纳入标准有关。该研究所纳入的患者都是病程 > 6 个月且本身步行功

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.02.026

基金项目:2008 年浙江省医药卫生科学研究基金(YH200805)

作者单位:310016 杭州,浙江大学医学院附属邵逸夫医院康复医学科(吴涛、江迪锦、许志生、李扬政、李建华);武警浙江省总队杭州医院康复医学科(董燕);浙江省嘉兴市第二医院康复科(顾旭东)

通信作者:顾旭东;Email:jxgd@hotmail.com

能损害程度较轻,可能已经形成了固化的异常运动模式,要在康复训练中予以纠正就必须因人而异地制订相应训练方案,千篇一律的机器人训练方案可能并不适合慢性卒中患者的康复治疗。

下肢辅助机器人的训练方案

大量研究表明,通常机器人辅助步行训练持续 4 周(12~20 次)以上才会显现疗效^[21,25];训练时减重幅度一般从体重的 30%~40% 水平开始,以后每次训练时则以一定幅度递减直至患者可以耐受的最大极限^[23];步行速度一般有快速、慢速两种选择^[21],也有研究以患者可耐受的最快速度作为训练靶速度^[25]。Hornby 等^[23]设定步行速度从 2.0 km/h 开始,以后训练时每次递增 0.5 km/h,最后达到 3.0 km/h 的靶速度。需要指出的是,目前没有统一的靶速度标准,一般训练时的靶速度是患者感觉最舒适的最大速度。训练过程中要注意患者血压、心率等基本体征,血压一般控制在 220/110 mmHg 水平,心率在 85% 年龄预计最大心率以下^[23],训练时间一般持续 4 周左右。目前关于机器人辅助训练的疗效维持时间鲜见报道,该方面研究有待加强。

结 语

下肢机器人辅助步行训练通过模拟正常的步行生理周期,强化外周深浅感觉输入刺激^[31],有助于促进上运动神经元损伤患者步行功能恢复^[38];同时还能减轻治疗师的劳动强度,保证训练过程的一致性及持续性,实现训练方案及康复评估参数化,促使康复疗效进一步提高。目前下肢辅助机器人康复设备只能用于训练,缺乏评估反馈系统,不能根据患者下肢功能恢复情况适时调整训练方案;另外机器人辅助步行训练单调乏味,患者在训练过程中缺乏人机互动交流,影响了治疗积极性,因此如何对不同病程、不同功能状态患者采取更加有效的训练方式及评价指标、如何在训练系统中增加评估反馈功能、如何结合虚拟现实环境进行辅助步行训练等将是今后研究的重要内容。

参 考 文 献

- [1] Lord SE, Rochester L. Measurement of community ambulation after stroke: current status and future developments. *Stroke*, 2005, 36: 1457-1461.
- [2] Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, et al. Hemiplegic gait relationships between walking speed and other temporal parameters. *Am J Phys Med Rehabil*, 1997, 76: 128-133.
- [3] 王彤, 王翔, 陈旗, 等. 减重平板训练对瘫痪后步行障碍患者的影响. *中华物理医学与康复杂志*, 2002, 24: 37-40.
- [4] Plummer P, Behrman AL, Duncan PW, et al. Effects of stroke severity and training duration on locomotor recovery after stroke: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*, 2007, 21: 137-151.
- [5] Barbeau H. Locomotor training in neurorehabilitation: emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabil Neural Repair*, 2003, 17: 3-11.
- [6] Prange GB, Jannink MJ, Groothuis-Oudshoorn CG, et al. Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *J Rehabil Res Dev*, 2006, 43: 171-184.
- [7] Johnson MJ. Recent trends in robot-assisted therapy environments to improve real-life functional performance after stroke. *J Neuroeng Rehabil*, 2006, 3: 29-31.
- [8] Amirabdollahian F, Loureiro R, Gradwell E, et al. Multivariate analysis of the Fugl-Meyer outcome measures assessing the effectiveness of gentle robot-mediated stroke therapy. *J Neuroeng Rehabil*, 2007, 4: 4-7.
- [9] Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, et al. Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84: 477-482.
- [10] Wernig A, Muller S, Nanassy A, et al. Laufband therapy based on rules of spinal locomotion' is effective in spinal cord injured persons. *Eur J Neurosci*, 1995, 7: 823-829.
- [11] Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther*, 2000, 80: 688-700.
- [12] Hornby TG, Zemon DH, Campbell D. Robotic-assisted, body-weight supported treadmill training in individuals following motor incomplete spinal cord injury. *Phys Ther*, 2005, 85: 52-66.
- [13] Hidler JM, Wall AE. Alterations in muscle activation patterns during robotic-assisted walking. *Clin Biomech*, 2005, 20: 184-193.
- [14] Vanderborght B, Verrelst B, Van Ham R, et al. Treadmill walking of the pneumatic biped lucy: walking at different speeds and step-lengths. *Int Appl Mech*, 2008, 44: 134-142.
- [15] Mantone J. Getting a leg up? Rehab patients get an assist from devices such as HealthSouth's Auto Ambulator, but the robots' clinical benefits are still in doubt. *Mod Health*, 2006, 36: 58-60.
- [16] Stefan H. A mechanized gait trainer for restoration of gait. *J Rehabil Res Dev*, 2000, 37: 701-708.
- [17] Stefan H. Locomotor therapy in neuro-rehabilitation. *Neuro Rehabil*, 2001, 16: 133-139.
- [18] 张晓超, 张立勋, 颜庆. 一种新型三自由度下肢康复训练机器人步态机构运动分析及仿真. *自动化技术与应用*, 2005, 24: 32-35.
- [19] 程方, 王人成, 贾晓红, 等. 减重步行训练机器人步态规划方法的研究. *中国康复医学杂志*, 2008, 23: 916-918.
- [20] Mayr A, Kofler M, Quirbach E, et al. Prospective, blinded, randomized crossover study of gait rehabilitation in stroke patients using the Lokomat gait orthosis. *Neurorehabil Neural Repair*, 2007, 21: 307-314.
- [21] Westlake KP, Patten C. Pilot study of Lokomat versus manual-assisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke. *J Neuroeng Rehabil*, 2009, 12: 18-22.
- [22] Schwartz I, Sajin A, Fisher I, et al. The effectiveness of locomotor therapy using robotic-assisted gait training in subacute stroke patients: a randomized controlled trial. *PM R*, 2009, 11: 516-523.
- [23] Hornby TG, Campbell DD, Kahn JH. Enhanced gait-related improvements after therapist-versus robotic-assisted locomotor training in subjects with chronic stroke: a randomized controlled study. *Stroke*, 2008, 39: 1786-1792.
- [24] Peurala SH, Airaksinen O, Huuskonen P. Effects of intensive therapy using gait trainer or floor walking exercises early after stroke. *J Rehabil Med*, 2009, 41: 166-173.
- [25] Britta H, Friedemann M, Carmen K, et al. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke a randomized controlled pilot study. *Stroke*, 2007, 38: 349-354.
- [26] Werner C, Frankenberg VS, Treig T, et al. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke*, 2002, 33: 2895-2901.

- [27] Hesse S, Werner C, Uhlenbrock D, et al. An electromechanical gait trainer for restoration of gait in hemiparetic stroke patients: preliminary results. *Neurorehabil Neural Repair*, 2001, 15:39-50.
- [28] Ng MF, Tong RK, Li LS. A pilot study of randomized clinical controlled trial of gait training in subacute stroke patients with partial body-weight support electromechanical gait trainer and functional electrical stimulation; six-month follow-up. *Stroke*, 2008, 39:154-160.
- [29] Tong RK, Ng MF, Li LS. Effectiveness of gait training using an electromechanical gait trainer, with and without functional electric stimulation, in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 2006, 87:1298-1304.
- [30] Hidler J, Nichols D, Pelliccio M, et al. Multicenter randomized clinical trial evaluating the effectiveness of the Lokomat in subacute stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2009, 23:5-13.
- [31] Muller F, Heller S, Krewer C, et al. Effective gait training on the treadmill and the Lokomat: comparison of achievable training time and speed. *Neurol Rehabil*, 2004, 4:27-31.
- [32] Saunders DH, Greig DH, Young A. Physical fitness training for stroke patients. *Stroke*, 2004, 35:2235-2238.
- [33] Stewart KJ, Bacher AC, Turner K, et al. Exercise and risk factors associated with metabolic syndrome in older adults. *Am J Prev Med*, 2005, 28:9-18.
- [34] MacKay MJ, Makrides L. Longitudinal changes in exercise capacity after stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85:1608-1612.
- [35] Husemann B, Muller F, Krewer C, et al. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke*, 2007, 38:349-354.
- [36] Macko RF, Ivey FM, Forrester LW. Task-oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Top Stroke Rehabil*, 2005, 12:45-57.
- [37] Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*, 2005, 36:2206-2211.
- [38] Aoyagi D, Ichinose WE, Harkema SJ. A robot and control algorithm that can synchronously assist in naturalistic motion during body-weight-supported gait training following neurologic injury. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2007, 15:387-400.

(修回日期:2010-10-12)

(本文编辑:易浩)

· 短篇论著 ·

超短波联合直线红外偏振光治疗面肌痉挛的疗效观察

宗敏茹 何成彦

面肌痉挛是一种比较常见的周围神经疾患,表现为病变侧面面部肌肉不自主阵发性抽搐,严重者可累及颈阔肌,给患者带来巨大痛苦。目前临床上治疗面肌痉挛的方法包括药物、面神经干阻滞以及显微神经血管减压术等。我们采用超短波联合直线红外偏振光治疗面肌痉挛患者 32 例,取得了满意疗效,现报道如下。

一、对象与方法

(一)对象

选取 2006 年 1 月至 2010 年 1 月间收治的特发性面肌痉挛患者 64 例,痉挛级别按 0 ~ IV 的 5 级分类^[1]。将 64 例患者分为治疗组和对照组。治疗组 32 例中,男 9 例,女 23 例;年龄 38 ~ 71 岁,平均(51.3 ± 8.9)岁;病程 0.3 ~ 24 个月,平均(9.5 ± 7.2)个月;痉挛级别为 I 级 1 例,II 级 10 例,III 级 14 例,IV 级 7 例;病变部位左侧 20 例,右侧 12 例。对照组 32 例中,男 10 例,女 22 例;年龄 41 ~ 69 岁,平均(52.9 ± 7.8)岁;病程 0.5 ~ 26 个月,平均(8.4 ± 7.4)个月;痉挛级别为 I 级 1 例,II 级 9 例,III 级 17 例,IV 级 5 例;病变部位左侧 18 例,右侧 14 例。2 组性别、年龄、平均病程、痉挛级别及病变部位比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

(二)治疗方法

1. 对照组:口服卡马西平 0.1 g,每日 3 次,20 d 为 1 个疗程。

2. 治疗组:在药物治疗的基础上,加用以下治疗方法,即①超短波疗法,采用 WG-1 型五官超短波治疗仪(长春艾尔医用电器有限公司生产),频率 50 MHz,波长 6.0 m,输出功率 10 ~ 40 W。将 2 个直径 8 cm 圆形电容电极并置于患侧乳突区和耳前区,间隙 1 cm,微热量,每次 10 min,每日 1 次,10 次为 1 个疗程。②红外偏振光疗法,超短波治疗结束后随即进行红外偏振光治疗。采用日本东京医研株式会社生产的 SUPER LIZER HA-550 型治疗仪,输出波长为 600 ~ 1600 nm。使用 C 型透镜,输出功率 2200 mW,焦点径 100 mm,将镜头贴紧患侧乳突区,照射量为 100%,照射周期为照射 5 s、停 1 s,每次照射 10 min,每日 1 次,10 次为 1 个疗程。

全部患者于治疗 20 d 后进行疗效评定。

(三)疗效评定标准

疗效标准^[2]:完全缓解——痉挛级别降到 0 级;明显缓解——痉挛级别降低 2 ~ 3 级;部分缓解——痉挛级别降低 1 级;无效——痉挛级别无变化或加重。

(四)统计学分析

组间百分率比较采用 χ^2 检验, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

二、结果

治疗组与对照组总有效率比较差异有统计学意义($\chi^2 =$

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2011.02.027

作者单位:130033 长春,吉林大学中日联谊医院康复医学科(宗敏茹);检验科(何成彦)

通信作者:何成彦,Email:chengyanhe469@vip.sina.com