

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2018.11.011

· 临床研究 ·

基于反重力跑台训练系统的双重运动任务训练对 脑卒中患者平衡功能的效果

蔡庆¹, 谢丽君¹, 赵绿玉¹, 叶鹏瑛², 苏敏芝¹, 张淑娴¹, 高惠刚¹, 胡昔权¹, 陈曦¹

1. 中山大学附属第三医院康复医学科, 广东广州市 510530; 2. 中山大学附属第三医院粤东医院康复医学科, 广东梅州市 514000

通讯作者: 陈曦。E-mail: chenxi79@mail.sysu.edu.cn

基金项目: 1. 国家自然科学基金青年基金项目(No. 81301674); 2. 中央高校基本业务费专项资金项目(No. 12ykpy45)

摘要

目的 观察采用反重力跑台训练系统进行双重运动任务训练对脑卒中患者运动及平衡功能的影响。

方法 2016 年 1 月至 2017 年 6 月, 脑卒中偏瘫患者 30 例随机为对照组($n = 15$)和试验组($n = 15$)。两组均接受常规物理治疗, 对照组进行反重力跑台步行训练, 试验组利用反重力跑台训练系统进行双重运动任务训练, 共 4 周。训练前后采用平衡功能检测训练系统评定平衡功能, 同时采用 Fugl-Meyer 评定量表下肢部分(FMA-L)、Berg 平衡量表(BBS)和改良 Barthel 指数(MBI)进行评定。

结果 训练后, 试验组 X 方向最大动摇径(Rx)、Y 方向最大动摇径(Ry)和包络面积(RecArea)均显著下降($t > 4.719, P < 0.001$), 对照组 RecArea 显著下降($t = 5.069, P < 0.001$), 试验组 Ry 和 RecArea 低于对照组($t > 2.288, P < 0.05$)。治疗后, 两组 FMA-L、BBS 和 MBI 评分均显著改善($t > 7.316, P < 0.001$), 试验组优于对照组($t > 2.322, P < 0.05$)。

结论 双重运动任务训练有助于脑卒中偏瘫患者运动及平衡功能恢复, 提高日常生活活动能力。

关键词 脑卒中; 双重运动任务; 平衡; 反重力跑台

Effects of Dual-task Motor Training with Anti-gravity Treadmill on Motor and Balance after Stroke

CAI Qing¹, XIE Li-jun¹, ZHAO Lü-yu¹, YE Peng-ying², SU Min-zhi¹, ZHANG Shu-xian¹, GAO Hui-gang¹, HU Xi-quan¹, CHEN Xi¹

1. Department of Rehabilitation, the Third Affiliated Hospital of Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510530, China; 2. Department of Rehabilitation, Yuedong Hospital of Sun Yat-Sen University, Meizhou, Guangdong 514000, China

Correspondence to CHEN Xi. E-mail: chenxi79@mail.sysu.edu.cn

Supported by National Natural Science Foundation of China (Youth) (No. 81301674) and Fundamental Research Funds for the Central Universities (No. 12ykpy45)

Abstract

Objective To observe the effects of dual-task motor training on motor and balance function for stroke patients.

Methods From January, 2016 to June, 2017, 30 patients with stroke were assigned randomly into control group ($n = 15$) and treatment group ($n = 15$). Both groups accepted routine physical therapy, the control group accepted anti-gravity treadmill training, while the treatment group accepted dual-task training with anti-gravity treadmill, for four weeks. They were measured with balance training and evaluation system, and assessed with Fugl-Meyer Assessment-lower extremity (FMA-L), Berg Balance Scale (BBS) and modified Barthel Index (MBI), before and after treatment.

Results The range of swaying on X axial (Rx) and Y axial (Ry), as well as rectangle area (RecArea) decreased after treatment in the treatment group ($t > 4.719, P < 0.001$), while RecArea decreased in the control group ($t = 5.069, P <$

作者简介: 蔡庆(1985-), 女, 汉族, 江西赣州市人, 硕士, 康复治疗师, 主要研究方向: 神经康复、激光运动医学。通讯作者: 陈曦(1981-), 男, 博士, 主治医师, 主要研究方向: 神经损伤康复和疼痛康复。

<http://www.cjrtponline.com>

0.001). Ry and RecArea were less in the treatment group than in the control group ($t > 2.288, P < 0.05$). The scores of FMA-L, BBS and MBI improved after treatment in both groups ($t > 7.316, P < 0.001$), and improved more in the treatment group than in the control group ($t > 2.322, P < 0.05$).

Conclusion The dual-task training via anti-gravity treadmill may improve motor and balance function in stroke patients, and promote the activities of daily living.

Key words: stroke; dual-task training; balance; anti-gravity treadmill

[中图分类号] R743.3 [文献标识码] A [文章编号] 1006-9771(2018)11-1315-05

[本文著录格式] 蔡庆, 谢丽君, 赵绿玉, 等. 基于反重力跑台训练系统的双重运动任务训练对脑卒中患者平衡功能的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(11): 1315-1319.

CITED AS: Cai Q, Xie LJ, Zhao LY, et al. Effects of dual-task motor training with anti-gravity treadmill on motor and balance after stroke [J]. Chin J Rehabil Theory Pract, 2018, 24(11): 1315-1319.

双重运动任务是人们日常生活中经常要面对的任务环境, 如一边走路一边聊天或使用手机, 一边走路一边注意交通等。研究发现, 当人们进行双重任务时会影响步态表现, 脑卒中患者尤其突出, 出现诸如步速、步频及步长下降, 摆动相延长, 甚至平衡功能下降^[1]。也就是说, 脑卒中患者比正常人更加难以执行双重任务^[2]。

常规平衡功能训练多是患者被动接受治疗师指令进行单一训练, 忽略双重或多重任务干预; 患者一旦脱离医院康复环境独立生活, 难以适应含有大量双重或多重任务的环境, 跌倒风险也会显著增加^[3], 特别是下肢功能较弱的患者。

本研究采用反重力跑台训练系统进行下肢运动联合上肢作业双重任务训练, 观察其对脑卒中患者平衡功能的影响, 以预防跌倒, 帮助患者更好回归家庭社会。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2016 年 1 月至 2017 年 6 月在中山大学附属第三医院康复科住院和门诊治疗, 经头颅 CT 或 MRI 明确诊断的脑卒中患者 30 例, 均符合全国第四届脑血管病学术会议修订的《各类脑血管病的诊断要点》脑卒中诊断标准^[4]。

纳入标准: ①年龄 40~70 岁; ②病程 1~6 个月; ③生命体征稳定, 意识清楚, 不间断行中等强度主动训练 > 30 min, 能配合完成治疗及测评; ④患侧肢体单纯运动功能障碍, 偏瘫侧肌力 \geq III 级, 肌张力改良 Ashworth 量表 \leq II 级; ⑤有平衡功能障碍, 姿势、步态异常, 站位平衡 \geq II 级; ⑥简明精神状态检查 (Mini-Mental State Examination, MMSE) 评分 \geq 10 分, 有一定听理解能力, 能完成 3 步指令项目。

排除标准: ①严重心、肺、肝、肾功能不全等并

发症, 恶性肿瘤, 二便功能障碍; ②严重认知、语言功能障碍; ③既往有脑外伤、脑炎及其他颅内疾病史; ④并发严重影响下肢感觉、运动的疾病, 如风湿性关节炎、腰椎间盘突出症、下肢外伤和周围神经病等; ⑤严重视力和前庭功能障碍, 及有眩晕发作等其他原因引起的平衡功能障碍^[5]; ⑥患侧下肢本体与足底等方面感觉障碍。

由一名治疗师采用随机数字表法, 将入选患者分为对照组和试验组, 每组 15 例, 并完成训练。另一名不参与分组和训练治疗师完成试验前后的康复评定, 进行数据分析和统计。

两组患者年龄、性别、病程、病变性质无显著性差异 ($P > 0.05$)。见表 1。

本研究经中山大学附属第三医院伦理委员会审查通过。所有患者均签署知情同意书。

表 1 两组一般资料比较

组别	n	性别(n)		年龄(岁)	病程(d)	病变性质(n)	
		男	女			出血	梗死
对照组	15	10	5	58.07 \pm 4.74	68.07 \pm 4.56	1	14
试验组	15	13	2	56.47 \pm 3.48	70.33 \pm 8.08	2	13
χ^2/t 值		1.677		1.109	0.896	0.370	
P值		0.195		0.301	0.352	0.543	

1.2 方法

两组均行常规物理治疗, 在上午训练, 包括促进下肢力量和分离运动训练, 强化躯干、髋、膝及踝关节的控制、左右前后重心转移训练, 平衡功能训练以及日常生活活动能力 (activities of daily living, ADL) 训练。平衡功能训练包括: ①常规训练, 利用平衡垫、平衡板或在平行杠内, 依据支撑面从大到小、从稳定到不稳定、从硬到软, 从静态平衡到动态平衡的原则循序渐进; ②平衡仪训练: 应用 COGNI 平衡训练评估系统 (美国 COGNI 公司, 5.4.6.1 版), 通过相关的平

衡训练游戏进行训练,如平衡矩形、平衡躲避球、平衡分色、平衡赛车、平衡轨迹等,要求患者通过质心左右前后及时摆动控制游戏进行。

对照组下午采用 M320 型 G-Trainer 反重力跑台(美国 Alter-G 公司)进行反重力跑台步行训练。患者经特殊设备连接,使下肢处于完全封闭空间内;系统自动校对并为患者称重;在触摸显示屏上将速度设为 1.2 m/s,重力百分比设为 80%^[6]。

试验组下午在跑台训练的同时,进行上肢立式长短杆套圈的作业。要求患者使用患侧上肢作业,如果做不到,可用健侧上肢辅助。

上、下午训练均为每次 30 min,每周 5 次,共 4 周。

1.3 评价指标

所有患者于入组前、治疗 4 周后进行功能评估。

1.3.1 平衡仪测试

采用美国 COGNI 平衡训练评估系统的 4 点压力传感器记录人体压力中心轨迹,传感器记录电信号转化为数字信号,输入计算机,自带软件生成数据参数,并实时描记压力中心作用于平板上的投影与时间关系曲线。每次测试 30 s,测 3 次,取均值。

选取 3 个参数作为评价指标。①X 方向最大动摇径(Rx):X 方向最大值与最小值之差,值越小稳定性越好。②Y 方向最大动摇径(Ry):Y 方向最大值与最小值之差,值越小稳定性越好。③包络面积(rectangle area, RecArea):指重心动摇轨迹所包绕的最大矩形面积,值越小稳定性越好。

1.3.2 功能评定

采用 Fugl-Meyer 评定量表下肢部分(Fugl-Meyer Assessment-lower extremity, FMA-L)、Berg 平衡量表(Berg Balance Scale, BBS)、改良 Barthel 指数(modified Barthel Index, MBI)评定患者下肢运动功能、平衡功能和 ADL。

1.4 统计学分析

采用 SPSS 21.0 统计软件进行统计学分析。计量资料服从正态分布且符合方差齐性,以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组内治疗前后比较采用配对 t 检验,组间比较采用独立样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 平衡仪测试

治疗前,两组 Rx、Ry 和 RecArea 无显著性差异

($P > 0.05$)。治疗后,试验组 Rx、Ry 和 RecArea 均较治疗前显著下降($P < 0.001$);对照组仅 RecArea 下降($P < 0.05$);试验组 Ry 和 RecArea 均低于对照组($P < 0.05$)。见表 2~表 4。

表 2 两组治疗前后 Rx 比较(mm)

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	63.56±15.08	61.11±12.90	1.324	0.207
试验组	15	72.74±13.45	61.71±6.96	4.719	< 0.001
t 值		1.760	0.160		
P 值		0.089	0.874		

表 3 两组治疗前后 Ry 比较(mm)

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	76.72±8.26	75.60±8.22	0.574	0.575
试验组	15	76.41±10.94	53.05±15.06	6.550	< 0.001
t 值		0.088	5.089		
P 值		0.930	< 0.001		

表 4 两组治疗前后 RecArea 比较(mm²)

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	5188.86±1475.80	4502.72±1022.20	5.069	< 0.001
试验组	15	5121.45±1847.23	3714.04±1375.07	5.320	< 0.001
t 值		0.110	2.288		
P 值		0.913	0.030		

2.2 功能评定

治疗前,两组 FMA-L、BBS 和 MBI 评分均无显著性差异($P > 0.05$)。治疗后,两组各项评分均有显著改善($P < 0.001$),试验组各项评分均优于对照组($P < 0.05$)。见表 5~表 7。

表 5 两组治疗前后 FMA-L 评分比较

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	20.27±2.55	24.20±5.57	17.294	< 0.001
试验组	15	20.00±2.73	29.60±1.88	16.441	< 0.001
t 值		0.277	2.322		
P 值		0.866	0.032		

表 6 两组治疗前后 BBS 评分比较

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	24.20±5.57	28.47±4.09	7.402	< 0.001
试验组	15	25.67±7.06	41.47±5.09	8.334	< 0.001
t 值		0.632	7.415		
P 值		0.278	< 0.001		

表 7 两组治疗前后 MBI 评分比较

组别	n	治疗前	治疗后	t 值	P 值
对照组	15	72.53±4.42	80.47±3.76	7.316	< 0.001
试验组	15	70.40±5.29	87.33±3.81	12.376	< 0.001
t 值		1.199	1.969		
P 值		0.241	< 0.001		

3 讨论

多数脑卒中患者在运动恢复过程中，能在无监护下进行独立转移，从而获得回归家庭社会的满足感。但多数脑卒中患者肢体功能障碍的恢复不完整，常有平衡功能异常，容易发生跌倒事件，造成二次伤害^[7]。对下肢功能障碍患者进行有针对性的康复训练，提高其平衡能力和日常生活能力，降低跌倒风险，是目前康复领域研究较多的方向。

对脑卒中后运动障碍患者，目前除传统运动训练外，越来越多的新型康复理念和康复设备已被应用于临床治疗。脑卒中后偏瘫患者的步态改变主要包括步频、步长和步速降低，患侧支撑期延长，躯干屈曲控制能力下降，患者无法控制躯干偏移和躯干峰值速度^[8]。减重步行训练(body weight support treadmill training, BWSTT)主要用于下肢功能障碍，尤其适用于下肢肌力减弱和步态异常的训练，可以减少脑卒中患者下肢负重的不对称性^[9]，建立正确的步行模式，促进运动功能恢复。BWSTT 已被证明对患者步行、平衡及 ADL 等诸多方面，都有很好的改善作用^[10-11]。

在传统康复过程中，患者一般被动接受治疗师“静态”功能训练，此时患者注意力较为集中，训练效果看似良好；但事实上患者分配和管理注意力的能力下降^[12-14]，一旦独自面对复杂的、含有大量双重或多重任务的环境时，往往难以适应和调整，跌倒风险显著增加。2010 年美国脑卒中康复治疗指南推荐，在脑卒中患者恢复过程中，强调综合运用多途径平衡训练手段^[15]。

反重力跑台训练系统是减重支撑步行训练系统的一种，该系统的力作用点与人体重心位置非常接近，气囊环绕患者腰部四周，安全性很高，能减少患者恐惧心理；此装置对患者体重支撑分散且不受黏性阻力影响，患者下肢的运动更自然、更符合生理模式，有利于神经肌肉再教育^[16]。反重力跑台训练系统操作简单，安全性高，对患者功能要求不高，且可以实时进行上、下肢功能同时训练，能够很好地实现双重运动任务训练。

双重任务训练要求个体同时执行两项任务，这两项任务具有不同的目标。当双重任务难度在中枢处理能力范围之内时，个体能顺利完成任务；如果超出中枢处理范围，两项任务相互干扰^[17]。练习和实践可加强执行中心的功能和处理效率，改进注意力资源的分配，使两项任务能够协调进行^[18]，容量受限过程会随着实践而趋于自动化，减少多项任务间的干扰。双重任务状态下，健康成人步态姿势与年龄相关，随着年龄增加，步态姿势表现水平降低，这可能与年龄增大伴随的注意力水平下降有关^[19-20]。脑卒中患者由于大脑受损，导致双重任务反应时延长，双重任务消耗增加，错误率提高。而针对性训练可提高双重任务技能，减少不必要的肌肉收缩，帮助降低姿势稳定肌的共同作用和肌紧张^[21]。平衡功能也可以通过训练提高^[22-23]。

本研究显示，利用反重力跑台进行双重运动任务训练，能较好改善脑卒中患者躯干控制的稳定性、下肢运动功能、平衡功能和 ADL。脑卒中患者注意力分配能力下降，如果患者步行时，注意力较多集中在防止跌倒上，会影响其步态康复效果；另一方面，如果患者集中注意力进行步行训练，一旦出现其他干扰事件，而患者又缺乏及时调整和应变能力，就会使患者平衡改变，甚至出现跌倒。反重力跑台训练系统通过气压装置，减轻患者下肢负重；在低重力环境下，患者可以调节下肢肌张力，改善不协调的收缩模式，减少不对称性负重，促进正确的步行模式，提高步行速度、耐力和步长等^[24]。训练过程安全性高，患者可消除恐惧心理。在此基础上进行上肢作业，允许患者分配更多注意到其他任务中。与常规平衡功能训练相比，运动双重任务训练对平衡功能的改善更有优势。研究中也发现，经双重运动任务训练后，患者上肢和手功能也有明显的恢复，表现为肌力提高和关节活动度改善，但没有进行进一步数据统计和分析，将在今后的研究中完成。

总之，利用反重力跑台进行双重运动任务训练，可以训练脑卒中偏瘫患者注意力的协调和分配，显著改善脑卒中患者下肢运动功能、平衡功能，提高 ADL，为脑卒中患者预防跌倒、提高生活质量，更好地回归家庭社会，提供新的康复模式。

[参考文献]

[1] Al-Yahya E, Dawes H, Smith L, et al. Cognitive motor interference while walking: a systematic review and meta-analysis [J]. Neurosci Biobehav Rev, 2011, 35(3): 715-728.

- [2] Yang YR, Chen YC, Lee CS, et al. Dual-task-related gait changes in individuals with stroke [J]. *Gait Posture*, 2007, 25(2): 185-190.
- [3] Patel PJ, Bhatt T. Fall risk during opposing stance perturbations among healthy adults and chronic stroke survivors [J]. *Exp Brain Res*, 2018, 236(2): 619-628.
- [4] 全国第四届脑血管病学术会议. 脑卒中患者临床神经功能缺损程度评分标准(1995)[J]. *中华神经科杂志*, 1996, 29(6): 381-383.
- [5] 袁英, 吴东宇, 汪洁, 等. 经颅直流电刺激改善小脑卒中后共济失调的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(7): 666-667.
- [6] Lathan C, Myler A, Bagwell J, et al. Pressure-controlled treadmill training in chronic stroke: a case study with AlterG [J]. *J Neurol Phys Ther*, 2015, 39(2): 127-133.
- [7] Salot P, Patel P, Bhatt T. Reactive balance in individuals with chronic stroke: biomechanical factors related to perturbation-induced backward falling [J]. *Phys Ther*, 2016, 96(3): 338-347.
- [8] 谢凌峰, 林志峰, 黄杰, 等. 动态人体重心和支撑面积监测下平衡训练对脑卒中偏瘫患者平衡能力的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2016, 31(10): 1094-1095.
- [9] de Kam D, Kamphuis JF, Weerdesteyn V, et al. The effect of weight-bearing asymmetry on dynamic postural stability in people with chronic stroke [J]. *Gait Posture*, 2017, 53: 5-10.
- [10] 王斌, 王静. 减重步行训练在国内的应用进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(8): 815-818.
- [11] Covarrubias-Escudero F, Rivera-Lillo G, Torres-Castro R, et al. Effects of body weight-support treadmill training on postural sway and gait independence in patients with chronic spinal cord injury [J]. *J Spinal Cord Med*, 2017, 23: 1-12.
- [12] Ruthruff E, Pashler HE, Klaassen A. Processing bottlenecks in dual-task performance: structural limitation or strategic postponement? [J]. *Psychon Bull Rev*, 2001, 8(1): 73-80.
- [13] Fischer R, Plessow F. Efficient multitasking: parallel versus serial processing of multiple tasks [J]. *Front Psychol*, 2015, 6: 1366.
- [14] Liu YC, Yang YR, Tsai YA, et al. Cognitive and motor dual task gait training improve dual task gait performance after stroke – A randomized controlled pilot trial [J]. *Sci Rep*, 2017, 7(1): 4070.
- [15] Management of Stroke Rehabilitation Working Group. VA/DOD Clinical Practice Guideline for the Management of Stroke Rehabilitation [J]. *J Rehabil Res Dev*, 2010, 47(9): 1-43.
- [16] Saxena A, Granot A. Use of an anti-gravity treadmill in the rehabilitation of the operated achilles tendon: a pilot study [J]. *J Foot Ankle Surg*, 2011, 50(5): 558-561.
- [17] Strobach T, Torsten S. Mechanisms of practice-related reductions of dual-task interference with simple tasks: data and theory [J]. *Adv Cogn Psychol*, 2017, 13(1): 28-41.
- [18] 吴凡, 绳宇. 应用双重任务筛查轻度认知障碍的研究进展[J]. *护理学杂志*, 2017, 32(13): 105-106.
- [19] Kelly VE, Eusterbrock AJ, Shumway-Cook A. Factors influencing dynamic prioritization during dual-task walking in healthy young adults [J]. *Gait Posture*, 2013, 37(1): 131-134.
- [20] Ruffieux J, Keller M, Lauber B, et al. Changes in standing and walking performance under dual-task conditions across the lifespan [J]. *Sports Med*, 2015, 45(12): 1739-1758.
- [21] Boisgontier MP, Beets IA, Duysens J, et al. Age-related differences in attentional cost associated with postural dual tasks: increased recruitment of generic cognitive resources in older adults [J]. *Neurosci Biobehav Rev*, 2013, 37(8): 1824-1837.
- [22] Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders [J]. *Phys Ther*, 1997, 77(9): 517-533.
- [23] 林夏妃, 丘卫红, 窦祖林. 脑卒中后平衡功能障碍的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2011, 26(2): 191-194.
- [24] Srivastava A, Taly AB, Gupta A, et al. Body weight-supported treadmill training for retraining gait among chronic stroke survivors: a randomized controlled study [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2016, 59(4): 235-241.

(收稿日期:2018-09-10 修回日期:2018-10-22)