

·临床研究·

运动想象结合下肢康复机器人训练对脑卒中患者步行障碍的影响*

王 俊¹ 廖麟荣¹ 杨振辉¹ 刘海兵¹ 唐 丹^{1,2}

摘要

目的:探讨运动想象结合 Lokomat 下肢康复机器人训练对脑卒中患者步行障碍的影响。

方法:40 例脑卒中偏瘫患者随机分为两组,观察组和对照组各 20 例,两组均进行基础康复治疗,包括神经发育疗法、主/被动牵伸、日常生活活动(ADL)训练、必要的矫形器应用、传统中医治疗等。观察组:第一疗程(4 周),在基础治疗的基础上进行 Lokomat 下肢康复机器人辅助步行训练,治疗强度和时间长度是 40% 的减重支持,75% 的引导力量,1.5km/h 的步行速度,步行持续时间 30min/次,1 次/d,5 次/周;第二疗程(4 周),在基础治疗的基础上进行运动想象结合 Lokomat 下肢康复机器人辅助步行训练,治疗强度和时间长度是 40% 的减重支持,75% 的引导力量,1.5km/h 的步行速度,步行持续时间 30min/次,1 次/d,5 次/周;对照组患者在基础治疗的基础上进行 30min 以提高步行能力为目标的治疗师辅助步行训练,1 次/d,5 次/周,为期 8 周。在治疗前、治疗 4 周后、治疗 8 周后分别采用 Fugl-Meyer 下肢评定表(FMA-LE)、改良 Ashworth 痉挛评价下肢肌痉挛(MAS)、功能性步行量表(FAC)和 6min 步行能力测试(6MWT)、采用 Berg 平衡量表(BBS)进行评定。

结果:治疗 8 周后,两组患者的 FMA-LE 评分、MAS、FAC、6MWT 和 BBS 均较治疗前明显提高($P < 0.05$),观察组各项评定得分与对照组比较均具有显著差异($P < 0.01$);观察组第一、第二疗程各项评定得分与对照组比较均具有显著差异($P < 0.01$);此外,对照组患者 2 个疗程各项评定得分改善值差异无显著性($P > 0.05$),而观察组患者第二疗程的各项评定得分改善值高于第一疗程($P < 0.05$)。

结论:应用运动想象结合 Lokomat 下肢康复机器人训练能更有效改善脑卒中患者的步行能力,且疗效高于单用 Lokomat 下肢康复机器人训练。

关键词 脑卒中;运动想象;机器人辅助步态训练;步行能力

中图分类号:R743.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2015)-06-0542-05

**Effects of robotic-assisted gait training with motor imagery on gait impairments in patients with stroke/
WANG Jun,LIAO Linrong,YANG Zhenhui, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2015, 30
(6): 542—546**

Abstract

Objective: To investigate the effects of Lokomat robotic-assisted gait training with motor imagery on gait impairments in patients with stroke.

Method: Forty patients were randomly divided into a treatment group ($n=20$) and a control group ($n=20$). Both groups were administered a standard routine rehabilitation program, which included the neuro-developmental therapy, stretching, activity of daily living(ADL) training, orthotics, and traditional Chinese medicine. Patients conducted two courses of treatment, and 4-week as a course of treatment. In the first course of treatment, the patients in treatment group were given Lokomat robotic-assisted gait training with motor imagery (30min, 40% body weight support, 75% guidance force, speed: 1.5km/h,) for gait impairments in addition to

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.06.005

*基金项目:广东省卫生厅资助项目(A2013479)

1 广东省工伤康复中心,广州,510440; 2 通讯作者

作者简介:王俊,男,副主任医师;收稿日期:2014-12-19

the routine rehabilitation program. In the second course of treatment, the patients in control group also conducted a 30min gait ability training under therapist guidance. The training intensity of both groups was 45min/session, 1 session/d, 5 sessions per week for 8-week period. Outcome measurements included: Fugl-Meyer assessment lower extremity (FMA-LE) motor score, modified ashworth scale (MAS), 6-minute walk test (6MWT), functional ambulation category (FAC) scale and Berg balance scale (BBS). The outcome assessments were performed at baseline, 4 weeks post-intervention and immediately after the 8-week intervention period.

Result: The FMA-LE score, MAS score, FAC, 6MWT and BBS scores improved significantly in both groups after 8-week treatment period ($P<0.05$). The improvement of outcome measures in treatment group was much greater than that in control group ($P<0.01$), in both the first and second courses of treatment. In addition, compared the outcome measures between two courses of treatment, the control group showed no significant difference ($P>0.05$), and in treatment group, the effect of the second course of treatment was significantly better than the first course of treatment.

Conclusion: The lower extremity function and gait capacity could be improved by Lokomat robotic-assisted gait training combined with motor imagery in patients with stroke, and the effect might be more effective compared with Lokomat robotic-assisted gait training only.

Author's address Guangdong Provincial Work Injury Rehabilitation Center, Guangzhou, 510440

Key word stroke; motor imagery; robotic-assisted gait training; gait capacity

脑卒中是高致残率的疾病之一,约80%左右的脑卒中患者伴有肢体功能障碍^[1],其中步行能力障碍最明显,还会导致患者生活能力降低、生活方式的改变而导致参与障碍,严重影响患者的生存质量^[2]。

Lokomat (Hocoma, AG, Volketswil, Switzerland)下肢康复机器人训练系统可提供安全、有效及重复稳定的定量运动输入^[3],不仅可为患者提供早期康复步行训练,有利于大脑神经功能重组,而且可为患者提供多种训练模式和训练场景,满足康复训练的需要。此外,可以根据患者的具体情况,提供不同的训练模式,包括被动运动模式、主动辅助运动模式、抗阻运动模式以及双手镜像运动模式等^[4]。但是,现今的康复机器人还存在不足之处,未能完全达到临床应用要求^[5]。国内外学者研究发现,结合虚拟情景、任务互动进行步行训练,可提供信息反馈,提高疗效^[6]。基于上述背景,本文拟探讨运动想象结合Lokomat下肢康复机器人训练对脑卒中患者步行障碍的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2013年3月至2014年11月在本院康复的脑卒中偏瘫患者40例,患者随机分为对照组和观察组各20例。所有患者均签署知情同意书。入选标

准:符合全国第4届脑血管病学术会议确定的脑卒中诊断标准^[7],经CT或MRI证实;病情稳定,病程1至6个月;年龄35—75岁,体重<135kg,身高<200cm;单侧运动功能障碍;无视听理解障碍;无严重认知障碍,能够充分理解治疗并能遵照执行;有步行功能障碍,但使用助行器能够步行6min以上;无其他影响康复治疗的严重并发症,如心衰史、严重肺部感染等。

排除标准:意识障碍;严重认知障碍;失语症患者;不稳定性骨折者,严重的骨质疏松者,脑卒中再发者;其他神经系统疾病者;严重骨骼肌肉疾病者(比如截肢),严重的不对称者;下肢严重挛缩影响下肢关节活动者;控制不佳的高血压者(收缩压>200mmHg,舒张压>110mmHg);难治性癫痫者;严重心脏疾病者(美国纽约心脏学会分级II-IV)。其中男性22例,女性18例;年龄39—68岁,平均(49.5±9.5)岁;病程1至6个月,平均(4±1.5)个月;脑梗死19例,脑出血21例。两组一般资料比较,无显著性意义($P>0.05$),具有可比性。见表1。

1.2 方法

所有患者根据具体功能评估情况均接受相应的基础康复治疗,方法包括神经发育疗法、运动控制训练、平衡训练、主/被动牵伸、ADL训练、必要的矫形器应用、传统中医治疗、言语心理治疗、康复教育等;观察组第一疗程,患者在基础治疗的基础上进行

表1 2组患者一般临床资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄(岁)	病程(年)	身高(cm)	体重(kg)	脑卒中类型(例)		偏瘫侧(例)	
		男	女					脑出血	脑梗死	左	右
观察组	20	12	8	41.6±11.3	0.45±0.32	158.8±6.4	65.5±4.1	11	9	10	10
对照组	20	10	10	42.9±12.7	0.39±0.38	169.1±5.8	66.2±3.6	10	10	11	9

30min的Lokomat下肢康复机器人辅助步行训练;第二疗程,患者在基础治疗的基础上进行30min的运动想象结合下肢康复机器人辅助步行训练。此治疗由经过下肢康复机器人培训的物理治疗师协助完成,方法为:患者站在下肢机器人跑台上进行步行训练,治疗强度和时间长度是30%—70%的减重支持,60%—90%的引导力量,1.2—1.7km/h的步行速度,步行持续时间30min,每次总共45min(包括机器人设定、患者准备、步行时间、患者从机器人下来),同时在下肢机器人跑台前1m处放置一面姿势矫正镜,让对象能看到自己步行训练的全景,并通过运动想象训练(运动想象训练是以第一人称想象进行视觉和运动想象训练,在步行训练前,治疗师先指导患者用健侧下肢进行步行训练的动作分解,帮助患者了解和掌握完成正常步行的动作模式和运动感觉,使患者大脑皮质获得“如何去做的程序”,患者能准确掌握步行运动模式和运动感觉后,再开始进行步行训练,治疗师在整个训练过程中需不断提醒患者视觉和运动想象动作的逼真度和清晰度,以帮助患者更好地进入想象状态和感知自己的身体)主动参与进行步行训练;对照组患者在基础治疗的基础上进行30min以提高步行能力为目标的治疗师辅助步行训练,此治疗由熟练和经验丰富的物理治疗师完成,对于功能障碍较重的患者,早期重点训练躯干、下肢运动控制和平衡功能,当患者运动功能提高到一定水平后,再到常用普通的减重跑台上进行治疗师辅助步行训练。所有治疗均5次/周,1次/d,4周为1个疗程,连续治疗2个疗程(8周)。

1.3 评价标准

2组患者均在治疗前、治疗4周后和治疗8周后采用Fugl-Meyer下肢运动功能评价、改良Ashworth痉挛评价、Berg平衡量表、功能性步行量表评价及采用6min步行测试进行患侧下肢运动功能、肌痉挛状况、下肢肌肉力量、平衡功能和步行能力评价。

1.3.1 下肢运动功能评价 Fugl-Meyer量表(FMA-

LE)^[8]:主要用于评价偏瘫患者患侧下肢运动功能水平及运动质量,共34分,得分越高,功能越好,运动质量越接近正常。

1.3.2 痉挛评价改良 Ashworth 分级(MAS)^[9]:用于评价患侧下肢肌肉痉挛状况,共分为分0、I、I⁺、II、III、IV级,分别计为0、1、2、3、4、5分,等级越高,痉挛越重。

1.3.3 用 Berg 平衡量表(BBS)评定研究对象的平衡功能^[10]:BBS包括14项评价项目,每个项目评分范围包括0—4分,分数越高显示平衡功能越好。

1.3.4 FAC功能性步行量表评价^[11]:主要评价患者运用下肢功能进行行走的能力,共分为0、1、2、3、4、5级,分别计为0、1、2、3、4、5分,等级越高,步行能力越好,需要帮助越少。

1.3.5 用6min步行测试(6MWT)评价步行能力^[12]:在平坦的地面划出一段长达30m的直线距离,两端各置一标志。患者在其间往返走动,要求其在6min内走尽可能远,步履缓急由患者根据自己的体能决定。

1.4 统计学分析

采用SPSS15.0统计软件包进行统计学分析。计量数据采用均数±标准差形式表示,计数资料采用 χ^2 检验,计量资料采用 t 检验, $P<0.05$ 表示差异有显著性意义。

2 结果

2组患者治疗前后下肢运动功能、平衡功能和6min步行测试评分的比较:训练前,2组患者下肢运动功能评分、平衡功能、6min步行测试评分的差异无显著性意义($P>0.05$)。8周训练后,2组患者下肢运动功能评分、平衡功能、6min步行测试评分与组内训练前比较(均 $P<0.05$),与组间训练后比较(均 $P<0.01$);观察组第一、第二疗程各项评定得分与对照组比较均具有显著差异($P<0.01$);此外,对照组患者2个疗程各项评定得分改善值差异无显著性

($P > 0.05$),而观察组患者第二疗程的各项评定得分改善值高于第一疗程($P < 0.05$),见表2。

2组患者治疗前后下肢肌痉挛和功能性步行评分的比较:训练前,2组患者下肢肌痉挛评分及功能性步行量表评分的差异无显著性意义($P > 0.05$)。8周训练后,2组患者下肢肌痉挛评分及功能性步行量表评分与组内训练前比较(均 $P < 0.05$),与组间训练后比较(均 $P < 0.01$);观察组第一、第二疗程各项评定得分与对照组比较均具有显著差异($P < 0.01$);此外,对照组患者2个疗程各项评定得分改善值差异无显著性($P > 0.05$),而观察组患者第二疗程的各项评定得分改善值高于第一疗程($P < 0.05$),见表3。

表2 两组患者治疗前后下肢运动功能、平衡功能和6min步行测试评分的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	Fugl-Meyer 下肢运动功能(分)	Berg平衡量表(分)	6min步行测试(m)
观察组				
训练前	20	17.12±1.32	15.21±1.87	201.31±11.26
训练4周后	20	29.21±1.32 ^{③⑤}	28.97±1.07 ^{③⑤}	301.32±8.11 ^{③⑤}
训练8周后	20	33.13±1.01 ^{①②③⑤}	33.97±1.06 ^{①②③⑤}	391.32±8.32 ^{①②③⑤}
对照组				
训练前	20	18.76±1.24	15.31±1.23	209.36±10.19
训练4周后	20	24.73±1.31 ^{③④}	23.26±1.24 ^{③④}	233.11±7.52 ^{③④}
训练8周后	20	25.71±1.27 ^{①②③④}	24.83±1.12 ^{①②③④}	242.17±7.61 ^{①②③④}

注:8周训练后组内训练前后比较,① $P < 0.05$;8周训练后组间训练后比较,② $P < 0.01$;4周与8周训练后组间训练后比较,③ $P < 0.01$;对照组4周与8周训练后组内训练前后比较,④ $P > 0.05$;观察组4周与8周训练后组内训练前后比较,⑤ $P < 0.05$

表3 2组患者治疗前后下肢肌痉挛和功能性步行评分的比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	例数	改良 Ashworth 痉挛(级)		功能性步行量表(FAC)(级)
		股直肌	腓肠肌	
观察组				
训练前	20	1.63±0.57	1.97±0.62	2.62±0.53
训练4周后	20	1.31±0.22 ^{③⑤}	1.48±0.57 ^{③⑤}	3.86±0.32 ^{③⑤}
训练8周后	20	1.01±0.31 ^{①②③⑤}	1.28±0.63 ^{①②③⑤}	4.71±0.29 ^{①②③⑤}
对照组				
训练前	20	1.77±0.86	2.01±0.87	2.53±0.79
训练4周后	20	1.62±0.91 ^{③④}	1.83±0.21 ^{③④}	2.88±0.51 ^{③④}
训练8周后	20	1.59±0.81 ^{①②③④}	1.79±0.19 ^{①②③④}	2.93±0.49 ^{①②③④}

注:8周训练后组内训练前后比较,① $P < 0.05$;8周训练后组间训练后比较,② $P < 0.01$;4周与8周训练后组间训练后比较,③ $P < 0.01$;对照组4周与8周训练后组内训练前后比较,④ $P > 0.05$;观察组4周与8周训练后组内训练前后比较,⑤ $P < 0.05$

3 讨论

Decety定义运动想象是一种特殊的运动功能状态,想象者想象自己执行一个动作,但是没有肢体活动,甚至没有肌肉的收缩。运动想象按想象的方式

不同可分为肌肉运动知觉想象(kinesthetic motor imagery)和视觉运动想象(visualmotor imagery)。在肌肉运动知觉想象中,受试者感觉到自己实际完成了某些动作。在视觉运动想象中,受试者好像在一定距离处看到自己或者他人完成了某些动作。运动想象按照具体执行方式不同,可分为植入型运动想象(embedded motor imagery)和附加型运动想象(added motor imagery)。植入型运动想象即将运动想象训练整合入康复训练过程中,以患者需求设计任务,再根据任务进行想象训练。附加型运动想象指在训练任务结束后进行完整的运动想象训练,具体实施方法是听录音指令。

运动想象疗法是指为了提高运动功能而进行的反复运动想象,没有任何运动输出,根据运动记忆激活大脑某一活动的特定区域,从而达到提高运动功能的目的^[14]。目前有关运动想象的理论模式主要是心理神经肌肉(psychoneuromuscular, PM)理论^[15],它认为真实运动和运动想象有类似的运动神经元通路,通过对运动神经元和运动皮质中已存储的“运动模式”进行训练,可以使运动想象达到与真实运动同样的效果,都可以实现对动作的理解及对运动技巧的学习。由于个体中枢神经系统可储存已做过的运动计划或流程图,所以患者在想象与实际运动同样的动作时,该流程可被强化和完善^[16]。当代电生理和影像学技术的发展为揭示运动想象促进脑卒中患者功能恢复的脑机制提供了新的证据,如Fujisawa等^[17]对10例健康受试者运动想象时的脊髓、大脑皮质兴奋性采用肌电进行检测,结果发现,放松任务会抑制运动诱发电位和F波,而想象任务则使MEP和F波抑制减轻(恢复到接近基线水平),表明运动想象可以减少脊髓及大脑皮质水平的抑制,增加受累半球SMC区的募集激活和集中激活水平。Lebon等^[18]研究发现运动想象训练不仅能够提高运动的执行能力,同时也提高了运动的学习能力,而脑卒中患者的偏瘫治疗就是一个运动再学习的过程,他指出想象时应注重想象肌肉在收缩,这样有助于提高肌肉的力量。

机器人辅助步态训练,目的在于帮助患者进行运动再学习和模拟正常的生理步态模式,避免偏瘫步态。下肢康复机器人具备许多人工所无法比拟的

特点,例如长期、稳定地定量运动输入,提供实时的反馈信息,保证训练过程中的一致性和持续性,实现训练方案及康复评估参数化。赵雅宁等^[19]研究也证实,下肢康复机器人可以明显提高偏瘫患者的静态和动态平衡,同时可以明显改善患者的踝背屈功能。

本研究发现,2组患者下肢运动功能评分、平衡功能、6min步行测试评分与组内训练前比较(均 $P<0.05$),且观察组与对照组组间训练后比较,观察组明显优于对照组(均 $P<0.01$);2组患者下肢肌痉挛评分及功能性步行量表评分与组内训练前比较(均 $P<0.05$),且观察组与对照组组间训练后比较,观察组明显优于对照组(均 $P<0.01$);观察组第一、第二疗程各项评定得分与对照组比较均具有显著差异($P<0.01$);此外,对照组患者2个疗程各项评定得分改善值差异无显著性($P>0.05$),而观察组患者第二疗程的各项评定得分改善值高于第一疗程($P<0.05$)。由此可见,下肢康复机器人训练能有效改善脑卒中患者步行能力、下肢运动功能评分、平衡功能和下肢肌痉挛等具有明显作用,结合运动想象疗效更显著。

目前康复训练中常用的生物反馈技术包括视觉、听觉、电刺激等多种形式,其中视觉想象训练提供了一种创新的康复训练环境,显著提高了训练趣味性,能充分调动患者参与康复治疗的积极性及主动性,有助于患者长期坚持训练。另外视觉想象结合下肢康复机器人训练不仅提供正确的步行模式,还可根据对象具体情况选择时间更长的训练,只需一位治疗师就能完成,提高了工作效率和治疗强度,但具体训练处方目前没有一个统一标准。过多的治疗是否对患者有不利影响,对于轻度、中度和重度脑卒中的患者应该使用基于损害水平的方法还是基于功能水平的方法,还有对象的年龄、文化程度、参与程度不同也会影响治疗的一致性,所以这些都需要进行更深入的研究。

4 结论

运动想象结合下肢康复机器人训练对患者的肌痉挛、下肢运动功能、平衡功能和步行能力有显著改善且疗效高于单用 Lokomat 下肢康复机器人训练,值得在临床实践中应用。采用视觉想象结合下肢康复机器人进行步行训练更安全更有效,为脑卒中患者的步行训练提供了一个新思路。

参考文献

- [1] 胡永善,吴毅,刘世文,等.三级康复治疗改善脑卒中偏瘫患者综合功能的临床研究[J].中国康复医学杂志,2007,22(1):3—8.
- [2] Kim K, Kim YM, Kim EK. Correlation between the Activities of daily living of stroke patients in a community setting and their quality of life[J]. J Phys Ther Sci, 2014,26(3): 417—419.
- [3] 杨振辉.下肢康复机器人的应用[J].现代职业安全,2012,135(11): 115—117.
- [4] 毕胜,季林红,纪树荣,等.依据神经康复原则应用机器人对脑卒中和脑外伤患者上肢运动功能障碍的康复训练[J].中华物理医学与康复杂志,2006,28(8): 523—527.
- [5] 刘华卫,王惠芳,朱锦杰,等.步行机器人训练中所体现的现代脑卒中康复理念及存在的问题[J].中国康复理论与实践,2013,19(5): 493—494.
- [6] 赵翠莲,胡世东,李成梁,等.面向虚拟训练的脑卒中患者康复策略[J].中国康复医学杂志,2012,27(5): 452—457.
- [7] 全国第四届脑血管病学术会议.各类脑血管病诊断要点[J].中华神经科杂志,1996,26(6):379—380.
- [8] Sullivan KJ, Tilson JK, Cen SY, et al. Fugl-Meyer assessment of sensorimotor function after stroke: standardized training procedure for clinical practice and clinical trials[J]. Stroke, 2011,42(2):427—432.
- [9] Blackburn M, van Vliet P, Mockett SP. Reliability of measurements obtained with the modified Ashworth scale in the lower extremities of people with stroke[J]. Phys Ther,2002,82(1):25—34.
- [10] 金冬梅,燕铁斌,曾海辉. Berg 平衡量表的效度和信度研究[J].中国康复医学杂志,2003,18(1):25—26.
- [11] Mehrholz J, Wagner K, Rutte K, et al. Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after stroke[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2007, 88(10):1314—1319.
- [12] Enright PL. The Six-Minute Walk Test[J]. Respiratory Care, 2003,48(8):783—785.
- [13] Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery[J]. Behav Brain Res,1996,77(1—2): 45—52.
- [14] Decety J, GrAzes J. Neural mechanisms subserving the perception of human actions[J]. Trends Cogn Sci,1999,3:172—178.
- [15] Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in rehabilitation of hemiparesis[J]. Arch Phys Med Rehabil,2003, 84: 1090—1092.
- [16] 朱红军,何怀,刘传道,等.运动想象疗法结合肌电生物反馈对脑卒中偏瘫患者上肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2011,33(6):443—446.
- [17] Fujisawa R, Kimura J, Taniguchi S, et al. Effect of volitional relaxation and motor imagery on F wave and MEP: Do these tasks affect excitability of the spinal or cortical motor neurons[J]. Clin Neurophysiol, 2011, 122(7):1405—1410.
- [18] Lebon F, Collet C, Guillot A. Benefits of motor imagery-training on muscle strength[J]. J Strength Cond Res, 2010, 24(6):1680—1687.
- [19] 赵雅宁,郝正玮,李建民.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.