

· 临床研究 ·

康复机器人联合情景互动训练对运动障碍性疾病患儿运动功能的影响

熊华春¹ 周洋萍² 王军¹ 朱登纳¹ 唐国皓¹ 杨永辉¹ 赵会玲¹ 冯欢欢¹ 陈精慧²¹郑州大学第三附属医院儿童康复科, 郑州 450052; ²郑州大学第三临床学院(在读研究生), 郑州 450052

通信作者: 熊华春, Email: xhczwy@sina.com

【摘要】 目的 观察儿童型下肢康复机器人联合情景互动训练对运动障碍性疾病患儿运动功能的影响。**方法** 采用随机数字表法将 60 例运动障碍性疾病患儿分为观察组及对照组。2 组患儿均给予常规康复干预, 包括运动再学习技术(MRP)、减重步行训练、MOTOmed 下肢训练及神经肌肉电刺激等, 观察组患儿在此基础上辅以下肢康复机器人训练及情景互动训练, 每天训练 1 次, 每周训练 6 d, 治疗 12 周为 1 个疗程。于治疗前、治疗 1 个疗程后分别采用粗大运动功能量表(GMFM)及 Berg 平衡量表(BBS)对 2 组患儿进行疗效评定。**结果** 治疗后发现观察组、对照组患儿 BBS 评分[分别为(17.97±2.94)分和(13.36±1.70)分]、GMFM-D 区评分[分别为(15.95±1.17)分和(11.95±1.28)分]、GMFM-E 区评分[分别为(15.73±1.16)分和(12.10±1.52)分]均较治疗前明显改善($P<0.05$), 并且上述指标均以观察组患儿的改善幅度较显著, 与对照组间差异均具有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 在常规康复干预基础上辅以下肢康复机器人及情景互动训练, 能进一步改善运动障碍性疾病患儿粗大运动功能及平衡能力, 该联合疗法值得临床推广、应用。

【关键词】 运动障碍性疾病; 儿童型下肢康复机器人; 情景互动训练; 粗大运动功能; 平衡功能
基金项目: 河南省医学科技攻关计划省部共建项目(SBGJ2018048)

Funding: Medical Science and Technology Research Project of Henan Province and Ministerial Co-construction (SBGJ2018048)

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.05.016

儿童运动功能障碍性疾病主要指发生于儿童的不由自主运动疾病, 其临床症状以舞蹈样动作、肌张力不全、震颤、肌震挛、习惯性抽搐、手足徐动、帕金森综合征、刻板动作等为主要特征^[1], 能造成患儿肢体功能残疾, 严重影响其生活质量。治疗型儿童下肢康复机器人可通过外骨骼设备辅助患儿进行下肢运动, 以增强其肌力, 调整肌张力, 保持自主平衡, 从而促使患儿正确步行模式形成^[2]; 同时情景互动训练利用虚拟游戏时生动有趣的声音、画面吸引患儿注意力, 提高其配合程度, 并通过视觉与听觉特殊感受, 激发患儿主动训练意愿。本研究主要观察儿童型下肢康复机器人联合情景互动训练对运动障碍性疾病患儿平衡能力及运动功能的影响, 发现康复疗效显著。

对象与方法

一、研究对象

选取 2017 年 7 月至 2020 年 8 月期间在郑州大学第三附属

医院儿童康复科治疗的运动障碍性疾病患儿 60 例, 患儿纳入标准包括: ①均符合儿童运动障碍性疾病相关诊断标准^[1]; ②患儿认知功能可达听理解以上水平; ③无严重视觉、听觉或感觉功能障碍; ④心肺功能正常等。患儿排除标准包括: ①处于癫痫发作期; ②有骨折或皮肤肌肉外伤; ③有严重智力低下, 不能配合治疗; ④无法保证治疗时间等。所有患儿家属均对本研究知晓并签署知情同意书, 同时本研究经郑州大学第三附属医院伦理委员会审批[(2019)医伦审第 118 号]。采用随机数字表法将上述患儿分为观察组(32 例)及对照组(28 例), 2 组患儿一般资料情况(详见表 1)经统计学比较, 发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$), 具有可比性。

二、治疗方法

对照组患儿给予常规康复干预, 包括运动再学习训练(motor relearning program, MRP)、减重步行训练、MOTOmed 下肢训练及神经肌肉电刺激等^[3-5], 上述治疗每天 1 次, 每周治疗 6 d, 连续治疗 12 周为 1 个疗程。

表 1 入选时 2 组患儿一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	运动障碍相关疾病(例)			
		男	女		脑性瘫痪	病毒性脑炎 恢复期	脑积水术后 恢复期	脑外伤 恢复期
观察组	32	18	14	7.0±3.6	19	5	4	4
对照组	28	16	12	7.2±4.0	18	4	3	3

观察组患儿在上述干预基础上辅以下肢康复机器人训练及情景互动训练,选用瑞士产 Lokomat Pro 型下肢康复机器人训练系统。训练前需向患儿及家长介绍注意事项,以消除其安全顾虑,训练过程中提醒患儿主动活动下肢,依据患儿身高、体重、功能状态水平设定个体化步幅、步长、步速等参数。训练过程中下肢康复机器人-智能化外骨骼系统能辅助患儿模拟正常步态运动,保证其躯干骨盆随步行动作有节律旋转,使髋、膝、踝关节在生理范围内充分运动。如患儿主动运动功能低下,该康复机器人-外骨骼系统会给予充分助力,如患儿主动运动功能改善,可逐步减小外骨骼系统助力幅度。在训练过程中同时启用该机器人系统配置的情景互动游戏模块,患儿为完成情景互动游戏设定的任务目标,需努力调整下肢关节运动轨迹,包括髋、膝、踝关节屈伸角度等(见图 1);智能化机器人系统能快速反馈患儿下肢异常运动模式,并显示在前方大屏幕上,提醒患儿及时调整迈步姿势。根据游戏进程及患儿功能改善情况,实时调整互动游戏难度及训练强度,训练难度设置以患儿需付出一定努力方能完成为宜。上述下肢康复机器人训练每次持续约 30 min,每天训练 1 次,每周训练 6 d,连续训练 12 周为 1 个疗程。



图 1 观察组患儿在情景互动模式下进行下肢康复机器人训练示意图

三、疗效评定分析

于入选时、治疗 1 个疗程后对 2 组患儿进行疗效评定,采用 Berg 平衡量表(Berg balance scale, BBS)评估患儿平衡功能情况,该量表评定项目包括站起、坐下、独立站立、闭眼站立、上臂前伸、转身 1 周、双足交替踏台阶、双足前后站立、单腿站立等 14 项,每个项目分值范围 0~4 分,满分 56 分,得分越高表示患儿平衡功能越好^[6];采用粗大运动功能测试量表(gross motor function measure, GMFM)评估患儿粗大运动能力情况,该量表评定内容包括卧位与翻身(A 区)、坐位(B 区)、爬与跪(C 区)、站立位(D 区)、行走与跑跳(E 区)共 5 个能区(总共 88 个评测

项目),每个项目结果分为 4 个等级(0~3 分),0 分指完全不能完成,1 分指仅能做开始动作(即完成动作量<10%),2 分指部分完成(即完成动作量介于 10%~100%),3 分指能顺利完成相应动作^[7]。本研究主要分析 2 组患儿与站立、行走相关性较高的 D 区及 E 区评分。

四、统计学分析

采用 SPSS 21.0 版统计学软件包进行数据分析,所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,计数资料比较采用卡方检验,计量资料组间比较采用独立样本 *t* 检验,治疗前、后组内比较采用配对样本 *t* 检验,*P*<0.05 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前 2 组患儿 BBS 评分、GMFM-D 区、E 区评分组间差异均无统计学意义(*P*>0.05);经 12 周治疗后发现 2 组患儿 BBS 评分、GMFM-D 区、E 区评分均较治疗前明显改善(*P*<0.05),并且上述指标均以观察组患儿的改善幅度较显著,与对照组间差异均具有统计学意义(*P*<0.05),具体数据见表 2、表 3。

表 2 治疗前、后 2 组患儿 BBS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后
观察组	32	7.81±2.36	17.97±2.94 ^{ab}
对照组	28	7.71±2.02	13.36±1.70 ^a

注:与组内治疗前比较,^a*P*<0.05;与对照组相同时间点比较,^b*P*<0.05

表 3 治疗前、后 2 组患儿 GMFM-D 区、E 区评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	GMFM-D 区评分		GMFM-E 区评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	32	7.91±2.86	15.95±1.17 ^{ab}	8.09±3.13	15.73±1.16 ^{ab}
对照组	28	8.10±2.40	11.95±1.28 ^a	8.15±2.72	12.10±1.52 ^a

注:与组内治疗前比较,^a*P*<0.05;与对照组相同时间点比较,^b*P*<0.05

讨 论

本研究结果显示,干预后观察组患儿平衡能力、粗大运动功能(GMFM)D 区及 E 区评分均明显优于对照组水平,表明儿童型下肢康复机器人训练联合情景互动训练治疗运动障碍性疾病患儿具有协同作用,能进一步改善患儿平衡能力及运动功能。另外本研究同时发现治疗后脑炎、脑积水、脑外伤患儿的平衡能力及粗大运动功能改善情况优于脑瘫患儿,其原因可能与患儿病程、基础功能及神经网络受损情况等因素有关,还有待课题组进一步探讨。

导致运动障碍性疾病的原因包括脑性瘫痪、病毒性脑炎恢复期、脑积水术后恢复期、脑外伤恢复期、全面性发育迟缓等,其中以脑性瘫痪最为常见^[8]。儿童运动障碍性疾病具有以下特点,包括:①患儿有多种运动障碍表现,因此诊断运动障碍性疾病时需依据临床症状,并考虑多种诱发原因;②患儿运动障碍多由于特定细胞、受体或代谢通路受损引起,其受损部位呈多灶性,可伴有感觉或认知功能异常;③小儿运动障碍性疾病多与年龄相关,且经常影响患儿运动功能及认知功能发育,即

使急性运动障碍性疾病患儿也会随着发育而出现多种临床表现等^[1]。

目前,临床针对运动障碍性疾病患儿下肢功能异常多采用任务导向性训练、悬吊功能训练、减重步态训练、神经易化技术及物理因子治疗等,但疗效均有待提高;同时枯燥的康复训练无法提高患儿的主动运动意愿,有部分患儿甚至产生抗拒情绪,并且训练过程中治疗师工作强度较大,容易出现疲劳,故临床亟需改进治疗手段^[9]。根据神经可塑性理论^[10]及《国际功能、残疾和健康分类》相关理念,恢复期训练应在运动障碍性疾病患儿现有身体功能干预基础上强调主、被动活动及参与。在基础性被动训练前提下,强化目标设定后的主动运动,促使患儿增强主动参与意识,在室内、外丰富环境刺激下充分发挥神经肌肉残存功能,并通过治疗师的主动诱导,提高患儿在真实世界中的活动与参与能力。当前下肢康复机器人在脑卒中、脊髓损伤疾病(成人患者)导致的运动功能障碍治疗领域应用广泛^[11-12],在儿童康复领域中的应用也逐步拓展^[13]。本研究采用的下肢康复机器人系统主要依据现代康复医学理论及人机互动原理,通过行走训练促使患儿髋、膝关节重复屈伸,能刺激双侧下肢肌群本体感受器,从而在大脑皮质及其神经纤维传导系统中重建运动功能支配网络,有助于提高下肢肌力及平衡功能。对于运动功能较差患儿,外骨骼助力可减轻患儿体重负荷,增加行走稳定性及安全感,减轻运动时因肌力或平衡能力不足而产生的恐惧心理^[13]。在训练期间,治疗师同时启用情景互动游戏模块,通过丰富多彩的情景游戏画面、美妙动听的提示音乐尽可能调动患儿主动训练积极性,促其下肢运动控制潜能充分发挥^[14]。

综上所述,本研究结果表明,在常规康复干预基础上辅以下肢康复机器人训练及情景互动训练,能进一步改善运动障碍性疾病患儿平衡能力及运动功能,同时还能减轻康复治疗师工作强度、提高训练效率。需要指出的是,由于本研究样本量有限,未进行运动障碍患儿的亚组分析,今后将积累样本量并深入探讨各病种患儿间的疗效差异。

参 考 文 献

- [1] 吴希如,林庆.小儿神经系统疾病基础与临床[M].北京:人民卫生出版社,2009:801-802.
- [2] 吴亮,王涛涛,刘黎明,等.下肢机器人结合悬吊训练对痉挛型脑瘫儿童的疗效观察[J].中国妇幼健康研究,2017,28(6):723-725. DOI:10.3969/j.issn.1673-5293.2017.06.035.
- [3] Falavigna LF, Silva MG, Freitas AL, et al. Effects of electrical muscle stimulation early in the quadriceps and tibialis anterior muscle of criti-

cally ill patients[J]. Physiother Theory Pract, 2014, 30(4):223-228. DOI:10.3109/09593985.2013.869773.

- [4] 王继兵,孟兆祥,薛永骥,等.MOTomed 运动训练对脑卒中偏瘫患者运动功能及日常生活活动能力的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2012,34(8):614-616. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.08.016.
- [5] 林海丹,张韬,白定群.下肢康复机器人训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2015,37(9):674-677. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2012.09.007.
- [6] Lima CA, Ricci NA, Nogueira EC, et al. The Berg balance scale as a clinical screening tool to predict fall risk in older adults: a systematic review[J]. Physiotherapy, 2018, 104(4):383-394. DOI:10.1016/j.physio.2018.02.002.
- [7] Salavati M, Krijnen WP, Rameckers EA, et al. Reliability of the modified gross motor function measure-88 (GMFM-88) for children with both spastic cerebral palsy and cerebral visual impairment: a preliminary study[J]. Res Dev Disabil, 2015, 45-46:32-48. DOI:10.1016/j.ridd.2015.07.013.
- [8] 范恩.运动障碍疾病的原理与实践[M].北京:人民卫生出版社,2013:21-22.
- [9] 康贝贝,徐磊,卢明,等.儿童悬吊训练系统对脑瘫儿童躯干控制及粗大运动功能的影响[J].中国儿童保健杂志,2017,25(9):891-893. DOI:10.11852/zgetbjzz2017-25-09-08.
- [10] Callahan LA, Supinski GS. Prevention and treatment of ICU-acquired weakness is there a stimulating answer[J]. Crit Care Med, 2013, 41(10):2457-2458. DOI:10.1097/CCM.0b013e31829824da.
- [11] 翟宏伟,陈伟,孙洁,等.下肢康复机器人对脑卒中偏瘫患者运动功能恢复及体感诱发电位的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(10):784-786. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.10.011.
- [12] 张子英,刘恒,赵静,等.肌电生物反馈联合下肢康复机器人训练对脊髓损伤患者下肢功能恢复的影响[J].中华物理医学与康复杂志,2020,42(12):1075-1077. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2020.12.005.
- [13] 王娟,吴德.下肢康复机器人在小儿脑性瘫痪康复中的应用进展[J].国际儿科学杂志,2017,44(1):52-54. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-4408.2017.01.013.
- [14] Rodriguez PO, Setten M, Maskin LP, et al. Muscle weakness in septic patients requiring mechanical ventilation: protective effect of transcutaneous neuromuscular electrical stimulation[J]. J Crit Care, 2012, 27(3):319. DOI:10.1016/j.jcrc.2011.04.010.

(修回日期:2020-12-15)

(本文编辑:易 浩)