

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2018.06.007

论著·临床研究

悬吊运动训练对痉挛型脑瘫患儿运动及平衡功能的影响

王军 郎永斌 杜江华 陈镇 朱登纳 张勇 李梦月 童培

(郑州大学第三附属医院儿童康复科, 河南 郑州 450052)

[摘要] **目的** 探讨悬吊运动训练对痉挛型脑瘫患儿运动及平衡功能的影响。**方法** 将97例痉挛型脑瘫患儿随机分为试验组(49例)和对照组(48例)。两组均采用常规康复训练,试验组在常规康复训练的基础上增加悬吊运动训练。分别于治疗前、治疗后1、3、6个月记录粗大运动功能测试量表-88(GMFM-88)D、E区及Berg平衡量表得分,同时进行表面肌电图检查,观察内收肌、腓肠肌的表面肌电信号均方根值(RMS)的变化。**结果** 随着治疗时间延长,试验组和对照组两组的GMFM D、E区和Berg平衡量表得分较前均有不同程度提高,且试验组在改善D、E两大功能区和平衡功能方面优于对照组($P<0.05$);两组内收肌和腓肠肌的RMS随着治疗时间延长而逐渐下降,且试验组的降低幅度大于对照组($P<0.05$)。**结论** 悬吊运动训练能有效改善痉挛型脑瘫患儿的运动和平衡功能。

[中国当代儿科杂志, 2018, 20(6): 465-469]

[关键词] 脑性瘫痪; 悬吊运动训练; 平衡功能; 表面肌电图; 儿童

Effect of suspension exercise training on motor and balance functions in children with spastic cerebral palsy

WANG Jun, LANG Yong-Bin, DU Jiang-Hua, CHEN Zhen, ZHU Deng-Na, ZHANG Yong, LI Meng-Yue, TONG Pei.
Department of Pediatric Rehabilitation, Third Affiliated Hospital of Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China
(Email: wj3028@163.com)

Abstract: Objective To study the effect of suspension exercise training on motor and balance functions in children with spastic cerebral palsy. **Methods** A total of 97 children with spastic cerebral palsy were randomly divided into an observation group with 49 children and a control group with 48 children. Both groups were given routine rehabilitation training, and the children in the observation group were given suspension exercise training in addition. The scores of the D and E domains of the 88-item version of the Gross Motor Function Measure (GMFM-88) and Berg Balance Scale (BBS) were recorded before treatment and at 1, 3, and 6 months after treatment. Surface electromyography was performed to observe the changes in the root mean square (RMS) of surface electromyogram signals of the adductor muscle and the gastrocnemius muscle. **Results** Over the time of treatment, both groups had varying degrees of improvement in the scores of the D and E domains of GMFM-88 and BBS. Compared with the control group, the observation group had significantly greater improvements in D and E functional areas and balance function ($P<0.05$). Both groups had reductions in the RMS of the surface electromyogram signals of the adductor muscle and the gastrocnemius muscle over the time of treatment, and the observation group had significantly greater reductions than the control group ($P<0.05$). **Conclusions** Suspension exercise training can effectively improve the motor and balance functions of children with spastic cerebral palsy.

[Chin J Contemp Pediatr, 2018, 20(6): 465-469]

Key words: Cerebral palsy; Suspension exercise training; Balance function; Surface electromyography; Child

[收稿日期] 2018-02-08; [接受日期] 2018-03-20

[基金项目] 中国疾病预防控制中心妇幼保健中心合生元母婴营养与健康研究项目(2017FYH001)。

[作者简介] 王军, 女, 博士, 教授, 主任医师。

痉挛型脑瘫是最常见的脑性瘫痪类型，以锥体系损伤为主，牵张反射亢进是其主要特征^[1]，由于原始反射残存和异常的神经肌肉控制及激活模式引起所支配的肌肉张力增高、肌力减低、姿势控制障碍，进而导致运动障碍和姿势异常^[2]。常规的脑瘫治疗方法，如Bobath疗法、推拿等，虽一定程度上可提高肢体的运动、平衡及协调功能，但训练过程中不能充分调动患儿积极性、主动性，存在患儿主动参与训练不足等缺陷。悬吊运动训练作为一种有效的神经肌肉反馈重建方法，强调主动训练的观念，其技术的核心为依靠神经肌肉激活技术激活“休眠”或“失活”的肌肉，重建其正常功能模式及神经控制模式^[3]。郑宏磊等^[4]和张春涛等^[5]研究发现对痉挛型脑瘫患者进行悬吊训练能够明显改善其运动能力。本研究探讨悬吊运动训练对痉挛型脑瘫患儿运动及平衡功能的影响，旨在为悬吊运动训练在痉挛型脑瘫儿童康复中的推广应用提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象及分组

选取2016年5月至2017年6月期间在郑州

大学第三附属医院住院或门诊康复治疗的脑瘫患儿97例作为研究对象。纳入标准：（1）符合2014年《中国脑性瘫痪康复指南》编写委员会制定的痉挛型脑瘫诊断、分型标准^[6]；（2）年龄2~6岁；（3）粗大运动功能分级系统^[7]（gross motor function classification system, GMFCS）评分水平为Ⅰ~Ⅲ级；（4）韦氏智力测验^[8]显示言语智商不低于60或Gesell发育量表^[9]测试显示非运动能区发育商不低于60，能够听从指令并配合训练者；（5）患儿监护人知情同意。排除标准包括：（1）合并癫痫或患有严重心肺及肝肾疾病；（2）存在其他神经肌肉和骨关节疾病；（3）6个月内接受过肉毒素注射或肌肉松解及矫形手术者；（4）伴有视觉、听觉障碍。

将符合纳入及排除标准的患儿纳入研究，采用随机数字表法分为试验组（49例）和对照组（48例）。治疗期间试验组及对照组因各种原因分别脱落2例、3例患儿，最终观察组47例和对照组45例纳入研究。两组患儿在性别、年龄、身高、体重、临床分型及GMFMS分级方面差异无统计学意义（ $P>0.05$ ），见表1。

表1 试验组和对照组一般资料的比较

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x} \pm s$, 月)	体重 ($\bar{x} \pm s$, kg)	身高 ($\bar{x} \pm s$, cm)	临床分型(例)			GMFCS 分级(例)	
		男	女				偏瘫	双瘫	四肢瘫	Ⅰ或Ⅱ级	Ⅲ级
对照组	45	33	12	46 ± 10	15 ± 3	94 ± 10	17	20	8	28	17
试验组	47	30	17	46 ± 10	15 ± 4	95 ± 11	19	18	10	31	16
$\chi^2(t)$ 值		0.962		(0.399)	(0.427)	(0.654)	0.395			0.139	
P 值		0.327		0.529	0.612	0.285	0.821			0.709	

注：[GMFCS]粗大运动功能分级系统。

1.2 治疗方法

两组均进行常规综合康复治疗，包括采用以Bobath技术为主的抑制、促进及刺激本体感受器的神经发育学疗法25 min，垫子上牵拉10 min，肌力训练20 min，立位平衡训练、粗大功能训练如由坐到站、体位转换、上下楼梯等20 min。以上治疗每日1次，每周5次，共6个月。

试验组除了以上常规康复治疗外，还接受悬吊运动训练。训练前先进行弱链测试，根据测试结果设计针对加强“薄弱环节”的动作。主要有

以下动作：（1）蹬踏训练：将踏板放于悬吊带中，患儿双足交替放于踏板上，双上肢握住悬吊绳，通过下肢向上蹬的力量完成此动作；（2）分腿训练：患儿侧卧位，吊带套入上方下肢膝关节和踝关节，治疗师固定下方下肢，缓慢升高悬吊点同时加以震颤技术；（3）平衡及重心训练：患儿双足踏在悬吊板上与肩同宽，双手抓住悬吊绳，治疗师前后左右移动悬吊板，患儿的身体与地面保持垂直；（4）蹲起训练：患儿双上肢抓住悬吊绳，健侧下肢踝部置于悬吊带中，患侧下肢作屈膝、

伸膝运动；(5) 骨盆旋转练习：患儿仰卧位，一侧膝关节下方放置钢性悬吊带，另一腿无悬吊，腰部加支持带，嘱儿童抬臀、伸髋、伸膝，同时旋转骨盆，双腿分开一定距离。其他动作根据患儿病情及功能状况设计个体化的治疗方案。悬吊训练按照阶梯式训练原则，每组训练动作重复6次，重复3组，组间休息30 s，每日1次，每周5次，持续6个月。

1.3 评定方法

训练前、训练后1、3、6个月，采用粗大运动功能测试量表-88 (GMFM-88)^[10]、Berg平衡量表^[11]及表面肌电均方根值 (RMS)^[12]进行评估。各项评定均由同一名对分组情况不知情的康复治疗师进行评定。

1.3.1 GMFM-88 此量表是目前国内外最常用的评价脑瘫运动功能康复疗效评估表，具有良好的信度及效度^[13]。本研究采用对脑瘫患儿粗大运动较为敏感的D区 (站立) 13项、E区 (步行、跑和跳) 24项进行测评。每个项目采用4分法计分。0分：指完全不能完成测评动作；1分：指完成测评动作<10%；2分：指完成测评动作<90%；3分：指完成测评动作100%。将每区各个项目所得分数累加作为此区的原始总分进行评估。

1.3.2 Berg平衡功能评定 该量表包括站起、坐下、无支持的站立等14项，每项按5个等级记分 (0~4分)，最高累计分为56分，得分越高则反映平衡功能越好。

1.3.3 表面肌电信号检测 采用加拿大Infiniti10通道表面肌电图仪采集肌电信号，使用一次性圆形表面电极片 Ag/AgCl (上海励图医疗器材有限公司)，测定双侧竖脊肌以及被动活动状态下内收肌、胫骨前肌、腓肠肌的表面肌电信号，利用仪器自带 BioGraph Infiniti 软件对采集图像进行分析。表面肌电图常用的分析指标有积分肌电值、平均肌电值、RMS、中位频率、平均功率频率等。本研究将被动状态下测量肌肉的RMS作为评估指标。所有患儿肌电信号的采集均由同一医师进行。

1.4 统计学分析

使用 SPSS 22.0 软件完成数据的分析处理。计量资料以均数 ± 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示，两组样本均数的比较采用成组 *t* 检验；多个不同时间点的比较采用重复测量方差分析，因不满足球形检验采

用矫正检验 (Greenhouse-Geisser)。计数资料以例数和百分率 (%) 表示，两组样本率的比较采用 χ^2 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿治疗前后粗大运动功能评分比较

治疗前两组患儿 GMFMD、E 区分值差异无统计学意义 ($P > 0.05$)，治疗后两组 D、E 区评分均随着治疗时间的延长而增加 (D 区： $F = 282.342$ ， $P < 0.001$ ；E 区： $F = 420.295$ ， $P < 0.001$)。治疗后两组之间在 D 区评分的比较中差异有统计学意义，试验组 D 区分值高于对照组 ($F = 5.094$ ， $P = 0.026$)；D 区评分组别与时间因素有交互作用，($F = 7.598$ ， $P = 0.002$)。试验组与对照组在治疗后 E 区评分的比较中差异也有统计学意义，试验组的 E 区分值高于对照组 ($F = 5.766$ ， $P = 0.018$)；E 区评分组别和时间因素之间存在交互作用 ($F = 76.302$ ， $P < 0.001$)。见表 2~3。

表 2 两组粗大运动 D 区评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗后 1个月	治疗后 3个月	治疗后 6个月
对照组	45	24 ± 5	25 ± 4	27 ± 3	30 ± 3
试验组	47	25 ± 5	27 ± 3	30 ± 3	32 ± 3

注：重复测量资料方差分析显示分组因素差异 ($F = 5.094$ ， $P = 0.026$)；时间因素差异 ($F = 282.342$ ， $P < 0.001$)；时间因素与分组因素两者有交互作用 ($F = 7.598$ ， $P = 0.002$)。

表 3 两组粗大运动 E 区评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗后 1个月	治疗后 3个月	治疗后 6个月
对照组	45	28 ± 11	29 ± 10	30 ± 10	34 ± 10
试验组	47	29 ± 11	33 ± 11	37 ± 10	43 ± 10

注：重复测量资料方差分析显示分组因素差异 ($F = 5.766$ ， $P = 0.018$)；时间因素差异 ($F = 420.295$ ， $P < 0.001$)；时间因素与分组因素两者有交互作用 ($F = 76.302$ ， $P < 0.001$)。

2.2 两组患儿治疗前后 Berg 平衡量表评分比较

治疗前两组患儿 Berg 量表得分差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。两组训练均可改善患儿的平衡功能，随着治疗时间的延长，两组得分均逐渐增加 ($F = 298.365$ ， $P < 0.001$)；治疗后两组患儿 Berg 量表得分差异有统计学意义，试验组得分高于对

照组 ($F=5.915$, $P=0.017$) ; 组别和时间因素存在交互作用 ($F=8.541$, $P<0.001$) 。见表4。

表4 两组 Berg 平衡量表评分比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	治疗后1个月	治疗后3个月	治疗后6个月
对照组	45	23 ± 5	26 ± 5	28 ± 5	31 ± 5
试验组	47	24 ± 4	29 ± 5	32 ± 5	35 ± 5

注: 重复测量资料方差分析显示分组因素差异 ($F=5.915$, $P=0.017$) ; 时间因素差异 ($F=298.365$, $P<0.001$) ; 时间因素与分组因素两者有交互作用 ($F=8.541$, $P<0.001$) 。

2.3 两组患儿治疗前后表面肌电图 RMS 的比较

治疗前两组患儿内收肌、腓肠肌的平均 RMS 差异无统计学意义 ($P>0.05$) 。两组内收肌的平均 RMS 均随着治疗时间的延长而降低 ($F=203.58$, $P<0.001$) ; 两组内收肌的平均 RMS 差异有统计学意义, 试验组内收肌的平均 RMS 低于对照组 ($F=5.522$, $P=0.021$) ; 组别与时间因素有交互作用 ($F=7.506$, $P=0.001$) 。试验组与对照组腓肠肌的平均 RMS 差异也有统计学意义, 试验组的腓肠肌的平均 RMS 低于对照组 ($F=4.91$, $P=0.029$) ; 两组随着训练时间的延长, 腓肠肌的平均 RMS 逐渐下降 ($F=176.889$, $P<0.001$) ; 组别和时间因素之间存在交互作用 ($F=9.817$, $P<0.001$) 。见表5~6。

表5 两组内收肌表面肌电 RMS 的比较 ($\bar{x} \pm s$, μV)

组别	例数	治疗前	治疗后1个月	治疗后3个月	治疗后6个月
对照组	45	13.3 ± 3.0	12.1 ± 2.8	11.3 ± 2.6	10.0 ± 1.7
试验组	47	13.1 ± 3.5	11.1 ± 2.6	9.6 ± 3.1	8.5 ± 1.8

注: 重复测量资料方差分析显示分组因素差异 ($F=5.522$, $P=0.021$) ; 时间因素差异 ($F=203.58$, $P<0.001$) ; 时间因素与分组因素两者有交互作用 ($F=7.506$, $P=0.001$) 。

表6 两组腓肠肌表面肌电 RMS 的比较 ($\bar{x} \pm s$, μV)

组别	例数	治疗前	治疗后1个月	治疗后3个月	治疗后6个月
对照组	45	14.0 ± 2.6	13.2 ± 2.2	12.9 ± 2.1	10.5 ± 2.3
试验组	47	14.2 ± 2.8	12.6 ± 2.5	11.5 ± 2.3	8.6 ± 1.7

注: 重复测量资料方差分析显示分组因素差异 ($F=4.91$, $P=0.029$) ; 时间因素差异 ($F=176.889$, $P<0.001$) ; 时间因素与分组因素两者有交互作用 ($F=9.817$, $P<0.001$) 。

3 讨论

随意运动是进行日常生活活动的关键, 而平衡功能是随意运动的基础。研究表明在机体保持平衡和维持姿势的过程中, 除了相关神经机制外, 更多是通过锥体束支配身体核心肌群来实现^[14-15]。悬吊运动训练集神经发育疗法、感觉统合训练、引导式教育于一体, 对肌力的增强、肌张力的缓解、平衡协调性的提高都能在主动运动中完成, 相对于其他治疗方法的被动模式更有利于诱发随意的、分离性的活动, 重建其正常功能模式及神经控制模式。另外, 其着重于运动感觉的综合训练, 强调在不平稳状态下进行训练, 可加强中央躯干肌肉、髋部深层肌肉力量, 提高身体在运动中的平衡、控制能力和稳定状态^[16-17]。与常规康复治疗相比, 能够刺激到其他训练方法无法训练到的深层稳定肌群, 从而可改善深层肌群与表层肌群协同收缩能力, 提高机体稳定性。此外, 悬吊运动训练方法多样, 且依从性较高, 治疗和训练中, 可以同时增强感觉运动控制和提高稳定性及肌力力量。从而能够加速康复治疗过程的进展, 提高康复治疗效果。因此, 悬吊训练越来越得到康复界的重视, 而近年来悬吊训练也逐渐在儿童康复领域中开展并取得较好的疗效^[18-19]。

本研究发现, 两组 GMFM D、E 区 (即站立、步行、跑和跳) 和 Berg 量表得分均随着干预时间延长而不同程度提高, 且试验组在改善 D、E 两大功能区和平衡功能方面优于对照组。这表明悬吊运动训练较常规康复治疗更能有效地改善脑瘫患儿站立、走跑跳及平衡功能。分析原因可能是相对于常规康复治疗, 悬吊运动训练能够在不稳定状态下进行闭链运动以强化刺激躯干肌肉与身体各大肌群间的神经肌肉协调性, 加强脊柱及骨盆的稳定性, 从而改善其运动和平衡功能。吉增良等^[19]和康贝贝等^[20]均发现对痉挛型脑瘫患儿应用悬吊运动训练可以有效缓解患儿肌张力, 提高其运动功能。

表面肌电图是一种安全无创的检查技术, 能提供相对应的肌肉功能状态的量化指标, 目前已广泛应用于脑瘫患儿的评估。相关研究表明, 脑瘫患儿存在肌力不平衡, 患侧肌电信号高于健侧, 且表面肌电 RMS 能够客观反映脑瘫患儿的肌力和

肌张力情况^[21-22]。本研究发现两组内收肌和腓肠肌的RMS均随着治疗时间的推移而逐渐下降,表明两组的治疗均可降低患肢肌肉的肌张力,且试验组的降低幅度大于对照组。内收肌和腓肠肌肌张力的缓解,可有效增加足部支撑面,增强稳定性,改善剪刀步态,从而提高其步行能力,这也与GMFMD D、E区及Berg平衡量表评分提高相一致。

综上所述,本研究表明,悬吊训练能够有效改善痉挛型脑瘫患儿的运动和平衡功能。但由于目前对脑瘫儿童进行悬吊治疗的研究比较局限片面,训练方法也比较单一,导致治疗效果欠佳,未来需要把针对不同类型脑瘫的悬吊治疗作为研究重点。悬吊训练治疗具有无痛的特点,患儿对其有良好的依从性,因此值得在临床中推广应用。而有关悬吊训练对改善脑瘫患儿运动及平衡功能的作用机制,需要更进一步的研究。

【参 考 文 献】

- [1] 李晓捷. 实用小儿脑性瘫痪康复治疗技术[M]. 第2版. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 2-7.
- [2] Germany L, Ehlinger V, Klapouszczak D, et al. Trends in prevalence and characteristics of post-neonatal cerebral palsy cases: a European registry-based study[J]. Res Dev Disabil, 2013, 34(5): 1669-1677.
- [3] 黄琪, 万勇, 刘洁, 等. 悬吊运动训练对脑卒中偏瘫患者运动功能的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(3): 225-227.
- [4] 郑宏磊, 梁岗岗. 悬吊运动训练对小儿痉挛型偏瘫的康复效果[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(4): 371-373.
- [5] 张春涛, 刘振寰, 董尚胜. 悬吊训练对脑性瘫痪儿童运动功能的疗效评价[J]. 康复学报, 2017, 27(3): 35-38.
- [6] 李晓捷, 唐久来, 马丙祥, 等. 脑性瘫痪的定义、诊断标准及临床分型[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2014, 29(19): 1520.
- [7] Bodkin AW, Robinson C, Perales FP. Reliability and validity of the gross motor function classification system for cerebral palsy[J]. Pediatr Phys Ther, 2003, 15(4): 247-252.
- [8] 龚耀先, 蔡太生. 中国韦氏儿童智力量表指导手册[M]. 长沙: 湖南医科大学, 1996: 6.
- [9] 杨玉凤. 儿童发育行为心理评定量表[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 70-72.
- [10] Lee M, Ko Y, Shin MM, et al. The effects of progressive functional training on lower limb muscle architecture and motor function in children with spastic cerebral palsy[J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(5): 1581-1584.
- [11] Jantakat C, Ramrit S, Emasithi A, et al. Capacity of adolescents with cerebral palsy on paediatric balance scale and Berg balance scale[J]. Res Dev Disabil, 2014, 36C: 72-77.
- [12] 许晶莉, 范艳萍, 代早荣, 等. 表面肌电图在脑瘫患儿疗效评估中的应用研究[J]. 中国康复, 2013, 28(1): 29-32.
- [13] Wright FY, Rosenbaum P, Fehlings D, et al. The Quality Function Measure: reliability and discriminant validity of a new measure of quality of gross motor movement in ambulatory children with cerebral palsy[J]. Dev Med Child Neurol, 2014, 56(8): 770-778.
- [14] 曹立全, 陈爱华, 谭思洁. 核心肌力理论在运动健身和康复中的应用进展[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(1): 93-97.
- [15] Karabicak GO, Balci NC, Gulsen M, et al. The effect of postural control and balance on femoral anteversion in children with spastic cerebral palsy[J]. J Phys Ther Sci, 2016, 28(6): 1696-1700.
- [16] 顾昭华, 龚晨, 伊文超, 等. 多点多轴悬吊训练系统对脑卒中偏瘫患者平衡和步行能力的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2013, 28(5): 452-454.
- [17] Kim JH, Kim YE, Bae SH, et al. The effect of the neurac sling exercise on postural balance adjustment and muscular response patterns in chronic low back pain patients[J]. J Phys Ther Sci, 2013, 25(8): 1015-1019.
- [18] 吉增良, 邓增稳, 王晓东, 等. 悬吊治疗技术对痉挛型脑瘫患儿髂腰肌痉挛的疗效观察[J]. 河北医药, 2015, 37(11): 1674-1676.
- [19] 吉增良, 邓增稳, 王晓东, 等. 悬吊技术治疗痉挛型脑性瘫痪临床观察[J]. 河北医药, 2015, 37(10): 1495-1497.
- [20] 康贝贝, 徐磊, 卢明甲, 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.
- [21] 曾杰, 卫霄青, 徐晓杰, 等. 表面肌电信号与脑瘫患儿肌力、肌张力间的相关性分析[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017, 39(9): 704-705.
- [22] Feltham MG, Ledebt A, Deconinck FJ, et al. Assessment of neuromuscular activation of the upper limbs in children with spastic hemiparetic cerebral palsy during a dynamical task[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2010, 20(3): 448-456.

(本文编辑: 邓芳明)