

·临床研究·

基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练治疗痉挛型脑性瘫痪的疗效研究*

刘梦君¹ 艾坤¹ 易细芹¹ 李庆博^{1,2} 张泓¹ 胡继红² 祁芳^{1,3}

摘要

目的:观察基于儿童悬吊运动(sling exercise therapy, SET)系统的躯干控制训练治疗痉挛型脑性瘫痪(以下简称脑瘫)的临床疗效。

方法:将符合入组标准的24例痉挛型脑瘫患儿随机分为两组,每组12例,对照组采用常规康复训练(45min/次),治疗组在常规康复训练的基础上联合儿童悬吊运动训练系统进行躯干控制训练(20min/次),两组均治疗1次/天、5天/周,共计3个月。观察患儿治疗前后粗大运动功能测试量表(gross motor function measure scale-88, GMFM-88)D区、E区评分及Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)评分变化情况;运用表面肌电图记录患儿腹直肌、竖脊肌、腹外斜肌、臀大肌的表面肌电信号,观察患儿肌肉协同收缩率(co-contraction ratio, CR)的变化;比较两组治疗后的临床疗效。

结果:治疗结束后,两组患儿在GMFM-D、GMFM-E、BBS评分及CR值上均有明显改善($P<0.01$);治疗组在改善GMFM-D、GMFM-E及BBS评分方面优于对照组($P<0.05$);治疗组在改善臀桥、坐位伸手取物时的CR值优于对照组($P<0.01$);治疗组粗大运动功能及平衡功能改善总有效率均高于对照组,差异具有显著性意义($P<0.01$)。

结论:基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练可显著改善脑瘫患儿运动过程中肌肉的协调收缩能力,并提高其平衡、站立和行走能力。

关键词 悬吊运动;痉挛型脑性瘫痪;躯干控制;表面肌电图

中图分类号:R493,R742.3 文献标识码:A 文章编号:1001-1242(2023)-04-0490-05

Clinical efficacy of trunk control training based on children's sling exercise therapy system in the treatment of spastic cerebral palsy/LIU Mengjun, AI Kun, YI Xiqin, et al./Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2023, 38(4): 490—494

Abstract

Objective: To observe the clinical efficacy of trunk control training based on children's sling exercise therapy (SET) in the treatment of spastic cerebral palsy.

Method: The 24 children with spastic cerebral palsy who met the criteria of the group were randomly divided into two groups, 12 cases in each group. The control group was given routine rehabilitation training(45min/times), while the treatment group was given additional children's sling exercise therapy for trunk control training besides routine rehabilitation training(20min/time). Both groups were treated for 3 months, 1 times/day, 5 days/week. The scores of the gross motor function measure(GMFM-88) D, E and Berg balance scale(BBS) were observed before and after treatment. The surface electromyography was used to record the surface electromyoelectric signals of the rectus abdominis, erector spinalis, external oblique abdominis and gluteus, and the changes of muscle co-contraction ratio(CR) were recorded. The clinical efficacy of the two groups was compared after treatment.

Result: After treatment, GMFM-D, GMFM-E, BBS scores and CR value improved significantly in the two groups ($P<0.01$), and the treatment group had better GMFM-D, GMFM-E and BBS scores than the control

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2023.04.009

*基金项目:湖南省残疾人联合会康复科研项目(2019XK014);湖南中医药大学医学技术一流学科开放基金项目(2018YXJS08)

1 湖南中医药大学针灸推拿与康复学院,湖南省长沙市,410208; 2 湖南省儿童医院儿童康复医学中心; 3 通讯作者

第一作者简介:刘梦君,女,硕士研究生;收稿日期:2021-10-28

group ($P<0.05$) . The treatment group had better CR value of hip bridge and seat reach than the control group ($P<0.01$). The total effective rate of improving gross motor function and balance function in the treatment group was higher than that in the control group and the difference was statistically significant ($P<0.01$).

Conclusion: Trunk control training based on children's sling exercise therapy can significantly improve the coordinated contraction ability of muscles, the balance ability, and standing and walking ability in children with cerebral palsy.

Author's address College of Acupuncture, Massage and Rehabilitation, Hunan University of Traditional Chinese Medicine, Changsha, Hunan Province, 410208

Key word sling exercise therapy; spastic cerebral palsy; trunk control; surface electromyography

脑性瘫痪(以下简称脑瘫)是儿童致残的主要疾病之一,在全球发病率为1.5%—4.0%^[1]。痉挛型脑性瘫痪是其中最为常见的一种类型,占全部脑瘫总数的60%—70%^[2]。该类患儿中枢神经系统受损,残存的原始反射及异常神经-肌肉控制模式使得肌张力异常,躯干及骨盆控制不佳,进而导致在不同活动中的姿势控制能力减弱^[3-5],严重影响患儿的日常生活活动能力,给家庭和社会带来了沉重的经济和心理负担。

目前,临床上针对脑瘫患儿异常姿势及运动控制障碍的治疗以神经发育学疗法为主,相关资料显示,神经发育学疗法虽能在一定程度上改善脑瘫患儿的粗大运动功能,但不能充分调动患儿治疗的积极性和主动性,导致疗效欠佳^[6]。因此,寻找一种能够充分调动患儿积极性和主动性的康复手段,对更好地改善患儿运动功能有重要意义。

悬吊运动(sling exercise therapy, SET)是一种神经肌肉激活技术,强调在不稳定状态下进行开链及闭链动作促使机体采取主动运动以达到康复治疗的目的^[7]。该疗法广泛应用于体育、慢性腰背痛及脑卒中的康复训练中,并取得了较好疗效^[8-9]。与成人装置不同的是,儿童悬吊技术设施种类繁多,增加了早期干预装置、悬吊船、悬梯等,是一种集训练与游戏于一体的康复训练方式,可充分调动患儿主动参与的积极性,增加主动运动成分,从而达到对感觉运动器官的最佳刺激,更有利于重建患儿的神经-肌肉控制模式^[10-11]。目前,采用基于儿童悬吊运动系

统的躯干控制训练并利用表面肌电分析进行机制探讨的相关研究鲜见报道。

本研究在常规康复训练基础上联合儿童悬吊运动系统对痉挛型脑瘫患儿进行躯干控制训练,并行粗大运动功能、平衡功能改善程度及表面肌电信号特征的分析,以期为临床上痉挛型脑瘫患儿的康复治疗方法提供部分新思路。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究经湖南省儿童医院伦理委员会审批(批号:HCHLL-2021-52)。选取自2021年3—6月于湖南省儿童医院儿童康复中心明确诊断并入院治疗的痉挛型脑瘫患儿24例,依照随机数字表法将其分为治疗组和对照组各12例,两组患儿在性别、年龄、身高、体重及GMFCS分级等一般资料比较上差异无显著性意义,具有可比性($P>0.05$),见表1。

纳入标准:①符合“中国脑性瘫痪康复治疗指南(2015年)^[12]”中脑性瘫痪的诊断及分类标准者,包括:持续性中枢运动功能障碍、姿势及反射发育异常、肌力及肌张力异常及磁共振辅助诊断;②年龄为3—6岁者;③脑瘫粗大运动功能分级系统(gross motor function classification system, GMFCS)Ⅱ—Ⅲ级者;④患儿依从性好,有基本的沟通能力、能听懂并遵照指令配合康复评估和训练者;⑤患儿监护人知情同意试验方法及目的,并通过湖南省儿童医院伦理委员会认证者。

表1 两组一般资料比较

组别	例数	性别(例)		年龄 ($\bar{x}\pm s$,月)	身高 ($\bar{x}\pm s$,cm)	体重 ($\bar{x}\pm s$,kg)	GMFCS分级(例)	
		男	女				Ⅱ级	Ⅲ级
对照组	12	3	9	50.58±8.72	103.04±5.67	16.67±1.84	8	4
治疗组	12	5	7	51.25±9.19	102.79±5.61	17.00±2.43	10	2

排除标准:①合并癫痫病史者;②合并严重器质性疾病如肌肉骨骼问题、心肺疾病者;③入组前半年内接受过肉毒素注射或选择性脊神经后根切断术等外科手术者。

1.2 方法

两组患儿均接受常规康复训练,治疗组在常规康复训练基础上予以儿童悬吊运动系统进行躯干控制训练,两组均治疗1次/天、5天/周,共计3个月。

1.2.1 常规康复训练:主要包括以Bobath技术为主的神经发育学疗法、牵伸训练、关节活动度训练、肌力训练、平衡训练、任务导向性训练等,45min/次。治疗师采用Bobath技术等神经发育学疗法以抑制患儿的异常姿势、促进正常姿势的发育及恢复,15min/次;徒手或借助器械对患儿躯干及四肢的痉挛肌群进行牵伸训练,以降低痉挛肢体的肌张力,10min/次;被动活动患儿四肢大关节(如肩关节、髋关节等)并诱导患儿主动配合关节活动训练,以改善受累关节的活动度,10min/次;根据患儿的功能水平设置相应的运动任务并规定训练的具体要求,指导患儿按照指令完成运动任务,以增强患儿浅深肌群的肌力及平衡能力,以提高患儿运动时的速度及质量,10min/次。

1.2.2 躯干控制训练:在开始训练之前,对每个患儿进行弱链测试,并根据测试结果为患儿制定加强“薄弱环节”的训练计划,每个动作重复3组,每组重复10次,逐渐递增,组间休息20s。主要动作如下:

①仰卧位髋关节伸展训练:将患儿置于仰卧位,双手放在胸前,将悬吊带置于膝盖/踝下方,指导患儿进行抬臀、伸髋、伸膝;②仰卧分腿训练:将患儿置于仰卧位,双手放在胸前,将悬吊带置于两侧踝关节下方,指导患儿进行分腿、并腿训练;③肘关节支撑训练:患儿取俯卧位,用肘/手支撑,将悬吊带置于双膝/踝下方,指导患儿进行收腹、屈髋、屈膝动作,并嘱咐患儿尽力使身体保持平衡在一条直线上;④骨盆旋转训练:将患儿置于仰卧位,一侧膝关节下方放置悬吊带,另一侧保持悬空,根据患儿情况,选择性在骨盆或腰部下方给予支持带,引导患儿进行抬臀、伸髋、伸膝,每侧10次为一组;⑤俯卧位屈髋屈膝训练:将患儿置于俯卧位,用前臂支撑,将悬吊带置于脚踝下方并抬高,指导患儿进行收腹、屈髋、屈膝后

伸展下肢,同时,嘱咐患儿尽量使身体保持在一条直线,骨盆无旋转;⑥坐位训练:利用悬吊船对患儿进行坐位平衡训练,针对患儿目前的功能水平采取不同坐姿,以提高患儿在动态过程中的坐位平衡能力;⑦站立训练:利用悬吊对患儿进行站立平衡训练,以提高患儿患侧下肢负重、本体感觉及在站立过程中的动态姿势控制能力。根据患儿的“弱链”测试结果及配合程度,从中选取4—5个动作进行训练。

1.3 疗效观察

治疗结束后,分别对患儿的粗大运动功能、平衡能力及协同收缩率进行评估。粗大运动功能的评定选用粗大运动功能测试量表(gross motor function measure scale-88, GMFM-88)、平衡能力的评定选用Berg平衡量表(Berg balance scale, BBS)、协同收缩率(co-contraction ratio, CR)的评定选用表面肌电图。

粗大运动功能评定^[13]:治疗前、后均采用GMFM-88评定患儿的粗大运动功能,每个功能区均采用4级(0—3)评分,其中D区13项,总分39分,主要评定站立功能;E区24项,总分72分,主要评定步行、跑和跳,评分越高,提示患儿粗大运动功能越好。

平衡功能评定^[14]:治疗前、后均采用BBS评估患儿的平衡功能,该量表共有14个项目,每项计分0—4分,共56分,评分越高,提示患儿的平衡功能越好。

协同收缩率评定:对患儿躯干活动分析可知,腹直肌与腹外斜肌作为躯干屈曲的主动肌,位于脊柱运动轴前方,可在腰骶关节和胸腰关节处拉动脊柱向前,并与位于脊柱背侧的竖脊肌与臀大肌协同作用以保证躯干的正常运动功能。本研究分别于治疗前、后采用Free EMG 300表面肌电图记录患儿躯干屈伸最大等长收缩状态下腹直肌、竖脊肌、腹外斜肌及臀大肌的肌电信号。测试时房间温度保持在25℃左右,患儿清醒状态下充分暴露腰腹部,用75%酒精棉球清洁皮肤,将电极沿肌肉纤维走向粘贴、固定于肌腹最隆起处,以保证电极与皮肤接触良好,将运动噪音降至最低。电极放置好后,患儿取坐位,治疗师在其前方以玩具逗引,预测表面肌电信号,检查噪音比符合要求。嘱咐患儿自然放松,当测试界面同步显示的sEMG出现非干扰活动信号时开始肌电信号采集,鼓励患儿坚持动作5s以上,共测试3次,其

间连续采集肌电信号。选取每次动作下波形最平稳的2s作为肌电检测数据,运行仪器自带的信号处理软件得到积分肌电值(integrated electromyogram, iEMG),取3次测量的平均值计算CR并进行统计学分析。所有患儿的肌电信号均由同一治疗师进行采集。本研究按如下公式^[15]计算:CR=拮抗肌积分肌电图面积/(拮抗肌积分肌电图面积+主动肌积分肌电图面积)×100%。

临床疗效评价以GMFM-88目标区分值及BBS评分作为总体疗效评价标准,具体评定标准^[16]参照尼莫地平法:疗效率=[(治疗后评分-治疗前评分)/治疗前评分]×100%。①显效:疗效率≥50%;②有效:疗效率20%—50%;③无效:疗效率<20%;治疗总有效率=显效率+有效率。

1.4 统计学分析

数据采用SPSS 25.0统计学软件进行处理,满足正态性检验的计量资料以平均值±标准差来表示,组内比较采用配对*t*检验,符合方差齐性组间比较选用两独立样本*t*检验,不符合正态性及方差齐性则采用秩和检验,以*P*<0.05为差异具有显著性意义。

2 结果

2.1 治疗前后GMFM-D、GMFM-E及BBS评分比较

治疗前,两组患儿的GMFM-D、GMFM-E及BBS评分比较差异无显著性意义(*P*>0.05),具有可比性;治疗3个月后,两组患儿GMFM-D、GMFM-E及BBS评分均高于治疗前(*P*<0.01),且治疗组患儿治疗3个月后的GMFM-D、GMFM-E及BBS评分显著高于对照组(*P*<0.01),见表2。

2.2 治疗前后CR比较

治疗前,两组患儿在进行臀桥、坐位伸手取物时的CR比较差异无显著性意义(*P*>0.05),具有可比性;治疗3个月后,2组患儿CR均低于治疗前(*P*<0.01);治疗组患儿在进行臀桥、坐位伸手取物时的CR低于对照组,且差异具有显著性意义(*P*<0.01),见表3。

2.3 治疗后临床疗效比较

治疗3个月后,治疗组粗大运动功能及平衡功能改善有效率较对照组高,且差异具有显著性意义(*P*<0.01),见表4。

表2 两组GMFM-D、GMFM-E及BBS评分比较 ($\bar{x}\pm s$,分)

组别	例数	GMFM-D	GMFM-E	BBS
对照组	12			
治疗前		29.58±1.44	31.25±1.77	30.50±2.61
治疗后		33.08±1.88 ^①	35.58±2.64 ^①	36.25±3.05 ^①
治疗组	12			
治疗前		29.67±1.30	31.58±2.11	31.59±3.00
治疗后		35.75±2.30 ^{①②}	39.25±3.72 ^{①②}	40.42±3.87 ^{①②}

注:①与治疗前比较*P*<0.05;②与对照组比较*P*<0.05。

表3 两组协同收缩率(CR)比较 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	臀桥下	坐位伸手取物下
对照组	12		
治疗前		0.48±0.04	0.50±0.03
治疗后		0.43±0.05 ^①	0.45±0.03 ^①
治疗组	12		
治疗前		0.47±0.04	0.50±0.02
治疗后		0.38±0.06 ^{①②}	0.40±0.04 ^{①②}

注:①与治疗前比较*P*<0.05;②与对照组比较*P*<0.05。

表4 两组临床疗效比较

组别	例数	显效		有效		无效		总有效率 (%)
		例	%	例	%	例	%	
对照组	12							
粗大运动功能		0	0.00	0	0.00	12	0.00	0.00
平衡功能		0	0.00	4	33.33	8	66.70	33.3
治疗组	12							
粗大运动功能		0	0.00	7	58.33	5	41.67	58.33 ^①
平衡功能		0	0.00	12	100.00	0	0.00	100.00 ^①

注:①与对照组比较*P*<0.05。

3 讨论

3.1 基于SET的躯干控制训练的疗效分析

在本研究中,治疗组在常规康复训练基础上采用儿童悬吊运动系统进行躯干控制训练,结果显示,治疗组治疗后GMFM-D、GMFM-E及BBS评分均明显高于对照组,与胡淑珍^[17]和王军^[18]的研究结果相似,提示基于悬吊运动疗法的躯干控制训练能够改善脑瘫患儿的粗大运动功能及平衡能力,提高其站立步行能力。其原因可能是在不稳定状态下进行开链及闭链运动可强化刺激躯干肌群与身体各肌群间的协调性,加强躯干的稳定性^[19]。此外,在悬吊支撑和减重作用下,患儿执行康复动作变得相对简单易行。同时,更具游戏性的康复训练方式,能够充分调动患儿主动参与的积极性,主动和独立运动成分增加,说明基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练能有效促进患儿本身与治疗环境及目标的整合,从而有效改善患儿的运动功能及平衡能力。

本研究采用的表面肌电检测方法是一种直接评

估躯干肌在收缩和放松时生物电活动的无创性检查方法,能够反映脑瘫患儿康复治疗前后躯干功能改善情况,也能间接反映神经中枢的控制功能。由CR计算公式可知,CR是指拮抗肌在主动肌收缩过程中所占比例大小,其反映了机体运动过程中主动肌和拮抗肌的协调程度^[20]。有关脑性瘫痪表面肌电特征的研究显示,痉挛型脑瘫患儿的CR值明显增高^[21],且与运动障碍的严重程度呈正相关。在本研究中,基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练患儿在进行臀桥、坐位伸手取物时的CR明显低于常规康复训练,差异具有显著性,究其原因,可能是患儿躯干屈伸肌群的协调程度得到改善,同化程度降低,从而提高了患者进行其他体位活动时的能力,说明该训练方法对痉挛型脑瘫患儿的神经-肌肉控制具有一定促进作用。

3.2 改善痉挛型脑瘫患儿躯干控制的重要性

躯干是身体的中心,躯干稳定性对人体平衡的维持以及运动控制至关重要,是人体在各种体位下进行有效活动的必要前提。痉挛型脑瘫患儿的核心稳定性较差,躯干控制能力欠佳^[3],严重影响患儿的运动发育和生活自理。因此,现代研究认为,痉挛型脑瘫患儿的康复治疗应从躯干控制入手^[22-23]。

近年来,有关躯干控制训练的研究不断深入,临床上针对脑瘫患儿躯干控制训练的方法也日益增多。大量研究证实:躯干控制训练作为一种以激活核心区稳定性、提高躯干控制能力为目标的康复治疗技术,更有利于核心肌群的肌力及肌耐力的提高、促进躯干的稳定和平衡的建立,进而提高患儿参与日常生活活动的能力^[24-25]。

3.3 基于SET的躯干控制训练的作用机制

SET是一种感觉运动综合康复技术,强调在不稳定状态下进行静态保持或动态的主动运动训练,以早期激发神经网络建立正确的控制功能区,进而减少神经中枢控制失常所致的异常姿势及代偿模式,促进神经-肌群之间的反馈,提高机体在运动过程中的感知觉功能、平衡、协调及运动控制^[26]。相较于神经发育学疗法等常规康复训练,基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练兼具了感觉-运动控制、核心稳定性和肌力训练,使康复治疗效果更为持久。

综上所述,基于儿童悬吊运动系统的躯干控制

训练可一定程度上增强神经-肌肉之间的联系,提高躯干核心肌群力量、增强躯干稳定性,进一步改善患儿的平衡维持和运动控制,有助于患儿的运动发育及日常活动能力提高。治疗师可将基于儿童悬吊运动系统的躯干控制训练与具体的康复任务、游戏及趣味活动结合使用,以提高患儿的接受度,使得他们可以更加主动地参与到康复训练中,进而达到提高训练效果、促进患儿运动功能改善的目的。

参考文献

- [1] Tian CY, Leng LG, Tian ZM. How to deal with cerebral palsy in 21st century: a new epoch in clinic treatment[J]. 中国应用生理学杂志, 2014, 30(6): 511—515.
- [2] 尚培民, 高春丽. Rood技术结合核心肌群稳定性训练对痉挛型偏瘫脑性瘫痪患儿运动能力及活动能力的影响[J]. 中国中西医结合儿科学, 2020, 12(3): 221—224.
- [3] 石淑霞, 吴建贤. 痉挛型脑瘫患儿躯干稳定性控制功能评估[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013, 35(4): 278—281.
- [4] Dallmeijer AJ, Rameckers EA, Houdijk H, et al. Isometric muscle strength and mobility capacity in children with cerebral palsy[J]. Disabil Rehabil, 2017, 39(2): 135—142.
- [5] 王利江, 刘秋燕, 于晓明, 等. 肌电生物反馈治疗痉挛型脑性瘫痪患儿尖足的效果[J]. 中国康复理论与实践, 2016, 22(10): 1209—1213.
- [6] 张尚, 李晓捷, 郭爽, 等. 神经发育学疗法应用于脑性瘫痪的循证医学研究进展[J]. 中国康复医学杂志, 2019, 34(7): 865—869.
- [7] Emar HA, El-Gohary TM, Al-Johany AA. Effect of body-weight suspension training versus treadmill training on gross motor abilities of children with spastic diplegic cerebral palsy[J]. Eur J Phys Rehab Med, 2016, 52(3): 356—363.
- [8] 赵勇, 刘陈, 金炳旭, 等. 基于Neurac的核心肌群训练对痉挛型脑瘫儿童步行及平衡功能的影响[J]. 按摩与康复医学, 2020, 11(22): 35—38.
- [9] 牟谷萼, 肖露, 张元勋, 等. 悬吊训练结合本体感觉训练对脑卒中患者上肢功能的影响[J]. 中国康复医学杂志, 2021, 36(8): 963—967.
- [10] Chang WD, Huang WS, Lee CL, et al. Effects of open and closed kinetic chains of sling exercise therapy on the muscle activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis[J]. J Phys Ther Sci, 2014, 26(9): 1363—1366.
- [11] Snarr RL, Hallmark AV, Casey JC, et al. Electromyographical comparison of a traditional, suspension device, and towel pull-up[J]. J Hum Kinet, 2017(58): 5—13.
- [12] 唐久来, 秦炯, 邹丽萍, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015): 第一

(下转第499页)