

平衡训练干预对痉挛型脑瘫儿童立位平衡控制能力的影响

王疆娜¹, 杨敬暖², 毛敏³, 宋祺鹏¹, 张翠², 田雪文¹, 孙威²

【摘要】 目的:探讨16周平衡训练干预对提高痉挛型脑瘫儿童身体站立位平衡控制能力的作用。方法:选取50名7~12岁粗大功能I级的痉挛型脑瘫儿童,并随机分为观察组和对照组各25例。2组均给予常规康复训练,观察组在此基础上接受16周的平衡训练。受试者在干预前和干预后分别接受Berg平衡量表(BBS)、静态平衡及动态平衡测试。结果:治疗16周后,2组BBS评分均明显高于干预前($P<0.05$);静态平衡测试在睁眼(DLO)与闭眼状态(DLC)下足底压力中心在左右方向最大动摇径(Dx)、前后方向最大动摇径(Dy)、移动总路程(Lng)和包络面积(Area)干预后值显著低于干预前($P<0.05$);动态平衡测试干预后得分显著高于干预前($P<0.05$)、最大旋转角速度(MRS)、平均旋转角速度(ARS)显著小于干预前($P<0.05$)。组间平衡能力比较,干预后观察组和对照组Berg平衡量表得分无显著性差异;干预后观察组Dx-DLO、Dx-DLC、Dy-DLO、Dy-DLC、Lng-DLO、Area-DLO显著小于对照组($P<0.05$);干预后观察组动态平衡得分显著高于对照组($P<0.05$),ARS及MRS显著低于对照组($P<0.05$)。结论:16周的平衡仪和常规康复训练干预均可以有效地提高脑瘫儿童身体平衡控制能力,降低跌倒的风险;相比于常规康复训练,平衡仪训练改善静态及动态站立平衡能力效果更好。

【关键词】 平衡训练;脑瘫儿童;姿势控制

【中图分类号】 R49;R742 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.02.009

Effects of 16-week balance training on standing balance ability in children with cerebral palsy Wang Jiangna, Yang Jingnuan, Mao Min, et al. College of Sports and Health, Shandong Sports University, Jinan 250102, China

【Abstract】 Objective: To investigate the effects of 16-week balance intervention training on standing balance control ability in cerebral palsy children. **Methods:** Fifty participants with gross motor functional dysfunction level I aged 7-12 years old were recruited and randomly divided into observation group ($n=25$) and control group ($n=25$). Both groups were given the regular training, and observation group was subjected to 16-week balance training additionally. The Berg balance scale, and static and dynamic balance ability tests were performed before and after intervention, respectively. **Results:** After 16-week treatment, compared with pre-intervention, there were significant differences in the functional Berg balance scores, and static balance and dynamic balance ability variables in both groups before and 16 weeks after interventions ($P<0.05$). After interventions, there was significant difference between observation group and control group in the maximal sway displacement of center of pressure (CoP) in anterior-posterior direction/medial-lateral direction with eyes open and closed condition, length and envelope area of CoP with eyes open ($P<0.05$), dynamic balance score, max rotation speed and average rotation speed ($P<0.05$). **Conclusion:** Both 16-week balance training and regular rehabilitations could improve the balance control ability and reduce the falling risk in cerebral palsy children. Compared with the regular rehabilitation, the balance training can improve the static and dynamic standing balance ability more effectively.

【Key words】 balance training; children with cerebral palsy; postural control

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(特殊教育学校中脑瘫儿童运动功能训练与精准体育教学的整合研究,19YJC880083),山东省重点研发计划(脑瘫儿童步态运动功能障碍的精准量化评估关键技术研究,2019GSF108211;优秀运动员常见运动损伤的生物力学技术诊断及康复研究,2017G006043)

收稿日期:2019-07-09

作者单位:1. 山东体育学院运动与健康学院, 济南 250102; 2. 山东省体育科学研究中心, 济南 250102; 3. 美国北卡罗来那大学, 美国北卡 300020
作者简介:王疆娜(1986-),女,讲师,主要从事特殊人群运动康复方面的研究。

通讯作者:孙威, sunwei841024@163.com

脑性瘫痪是胎儿或婴幼儿脑部非进行性损伤所致持续存在的中枢性运动和姿势发育障碍、活动受限症候群^[1-2]。2018年我国约有600万脑瘫儿童,未来还将以每年4.6万的数量递增,60%为痉挛型脑瘫^[3]。肌张力、前庭机能、肌肉力量、本体感觉、神经肌肉控制功能异常引起的平衡控制能力降低是导致患儿步态异常的主要原因^[2, 4-6],长期发展将导致关节痉挛畸形,

甚至关节功能的完全丧失^[7]。综述前人研究发现,改善平衡控制能力的训练方法,如悬吊训练^[8]、感统训练^[9]、中频电刺激疗法^[10]、核心力量训练等^[11],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。Biodex 训练作为结合趣味性的平衡训练方法,强调神经肌肉反馈控制的主动训练理念。研究发现,该训练方法具有提高脑卒中病人平衡能力,预防跌倒的良好功效^[12],但对脑瘫儿童的干预效果尚未可知。本研究拟运用专业的平衡训练系统对脑瘫儿童进行纵向干预训练,探讨平衡训练与常规康复训练在改善平衡控制能力的影响,为脑瘫儿童的康复提供参考依据,以指导患儿更科学更有效的康复训练。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究选取 2018 年 1 月~2019 年 2 月接收的痉挛型脑瘫患儿共 50 名为研究对象。纳入标准:符合 2015 年《中国脑性瘫痪康复指南》制定的痉挛型脑瘫诊断、分型标准^[1];年龄 7~12 岁;脑瘫儿童为粗大运动功能 I 级,病症轻微;行走不需要辅助器械,能够独立完成一切日常生活能力;患儿监护人知情同意。排除标准:影响行走能力及步行姿态的骨关节疾病的脑瘫患者;严重的身体其他系统疾病、如先天性心脏病等不能完成实验者;严重智能发育障碍不能完成和配合实验者。50 名受试者被随机分为 2 组。2 组受试者在年龄、性别、病程、身高、体重等一般资料比较,均不具有显著性差异。见表 1。

表 1 2 组一般资料比较

组别	n	男/女 (例)	年龄 (岁, $\bar{x} \pm s$)	身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体重 (kg, $\bar{x} \pm s$)	病程 (年, $\bar{x} \pm s$)
观察组	25	12/13	9.01 $\pm$ 1.23	137.21 $\pm$ 9.76	30.36 $\pm$ 8.04	8.46 $\pm$ 0.98
对照组	25	12/13	9.34 $\pm$ 1.65	135.03 $\pm$ 7.98	29.34 $\pm$ 9.48	8.50 $\pm$ 0.87

1.2 方法 2 组均给予常规康复训练,观察组在此基础上接受 16 周的平衡训练。①常规康复训练:对照组脑瘫儿童采用常规康复训练手段,包括:15min 下肢关节活动度训练:髋髂法、分髋法、“骑马”训练、扶杠侧行、功率车训练;15min 下肢肌肉力量训练:楼梯行走、蹲起跳跃;10min 放松训练:下肢关节肌肉按摩放松;10min 躯干肌肉力量训练:双手搬箱、旋转推球训练;30min 步态训练:侧步走训练、倒步走训练、正常步行训练;10min 休息;30min 平衡训练:通过 Bobath 球进行前后方向重心移动、左右方向重心移动训练。所有的训练都在专业康复师的指导和保护下进行,确保患儿康复的质量和安。常规康复训练每周 3 次,每次 2h,共 16 周。②平衡训练干预:观察组脑瘫儿童除了接受常规康复手段中的干预外,还接受 30min 的平

衡能力训练。平衡能力训练采用美国 Biodex Medical System 公司生产的 Biodex 平衡训练系统中的平衡模式训练^[13]。训练仪稳定性调至 8 级,选用的平衡训练模块包括稳定性极限、迷宫控制和随机控制训练三种模块。训练要求脑瘫儿童光脚站在 Biodex 平衡检测平台上,双手置于两侧扶手上,双脚之间的距离约 8~10cm,夹角约 10~15°,目视前方。平衡训练周期安排同常规康复训练,每周 3 次,每次 2h,共 16 周。

1.3 评定标准 于训练前、训练 16 周后分别进行如下评定:①功能性 Berg 平衡量表测试(Berg balance scale, BBS)^[14]:总得分越高说明被测试者越能够独立完成动作,身体姿势控制能力较好^[15],整个测试一般在 10~15min 内完成。②静态平衡能力测试^[16]:受试者按照测试要求光脚平行站立于测力台上,双脚内缘距离约与肩宽,手臂自然下垂,记录压力中心轨迹。静态平衡测试分为睁眼和闭眼两种状态,睁眼状态下受试者被要求注视身体正前方 2m,高 1.4m 的一目标点。测试指标包括:双脚站立睁眼(DLO)和双脚站立闭眼状态(DLC),足底压力中心在左右方向最大动摇径(Dx)、前后方向最大动摇径(Dy)、移动总路程(Lng)和包络面积(Area)。各项指标数值越小,其静态平衡能力越好。③动态平衡能力测试^[17]:受试者双足站立在德国 Dr-Wolf 公司生产的 Blance-check 动态平衡测试仪,选择 Balance test 动态测试模式进行动态平衡能力测试,测试难度选为简单,测试控制选为 sensor+,测试时间为 20s。测试指标包括:平衡得分(Score)、最大旋转角速度(maximum rotation speed, MRS)、平均旋转角速度(average rotation speed, ARS)。

1.4 统计学方法 应用 SPSS 20.0 统计软件进行统计学分析,计量资料结果采用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间均数比较采用独立样本 *t* 检验,组内均数比较采用配对样本 *t* 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗 16 周后,2 组功能平衡测试 Berg 评分均明显高于干预前($P < 0.05$);静态平衡测试在睁眼与闭眼状态下 Dx、Dy、Lng、Area 干预后值显著低于干预前($P < 0.05$);动态平衡测试干预后平衡得分显著高于干预前($P < 0.05$)、ARS、MRS 显著小于干预前($P < 0.05$)。组间平衡能力对比结果显示,干预后观察组和对照组 Berg 平衡量表得分无显著性差异;干预后观察组 Dx-DLO、Dx-DLC、Dy-DLO、Dy-DLC、Lng-DLO、Area-DLO 显著小于对照组($P < 0.05$);干预后观察组动态平衡得分显著高于对照组($P < 0.05$),

ARS 及 MRS 显著低于对照组 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 平衡测试各项指标 2 组患儿干预前后比较 $\bar{x} \pm s$

项目		观察组 ($n=25$)		对照组 ($n=25$)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
功能平衡测试	Berg 平衡得分(分)	26.6±3.4	36.7±4.1 ^a	27.0±5.2	37.1±3.3 ^a
	Dx-DLO(mm)	23.5±5.2	18.3±4.3 ^{ab}	24.1±3.9	22.1±3.1 ^a
	Dx-DLC(mm)	27.1±3.5	22.5±3.3 ^{ab}	26.9±3.6	25.0±2.8 ^a
	Dy-DLO(mm)	30.1±3.6	25.2±4.5 ^{ab}	31.1±3.2	29.7±4.1 ^a
静态平衡测试	Dy-DLC(mm)	36.6±2.9	30.1±3.0 ^{ab}	35.9±2.5	34.0±4.4 ^a
	Lng-DLO(mm)	330.5±32.1	300.2±28.8 ^{ab}	340.8±40.2	322.1±37.2 ^a
	Lng-DLC(mm)	402.6±38.8	389.3±45.4 ^a	410.4±37.2	390.3±35.0 ^a
	Area-DLO(mm ²)	553.2±40.1	502.5±45.2 ^{ab}	545.8±50.5	540.2±43.7 ^a
动态平衡测试	Area-DLC(mm ²)	763.2±60.2	756.2±67.8 ^a	770.2±70.1	757.2±70.3 ^a
	平衡(分)	932.2±54.1	1232.2±632.1 ^{ab}	843.1±60.2	1032.8±58.5 ^a
	ARS(°/s)	5.2±2.2	3.1±1.6 ^{ab}	4.9±2.1	4.0±1.2 ^a
	MRS(°/s)	10.2±4.4	7.2±2.5 ^{ab}	9.9±5.1	8.7±3.0 ^a

与干预前比较, ^a $P < 0.05$; 与对照组比较, ^b $P < 0.05$

3 讨论

3.1 两种干预方式对脑瘫儿童身体平衡控制能力影响的分析 国内外众多研究表明, Berg 平衡量表应用于脑瘫儿童的功能性平衡控制评估, 具有较高的信效度^[5, 18]。本研究结果显示, 经过 16 周的干预, 2 组受试者 Berg 量表得分均有显著提高, 其跌倒风险降低。研究结果与国内外脑瘫儿童训练干预研究的结果相似。陈天聪等^[18]研究同样显示 12 周的康复训练可以显著提高脑瘫儿童的 Berg 测试得分。我们研究发现, 静态平衡测试结果说明, 训练干预后两组患者足底压力中心晃动幅度减小, 晃动轨迹较训练前更集中, 说明身体平衡控制能力得到了改善。Ehab 等^[13]研究结果发现, 干预后脑瘫患儿左右方向动摇径、前后方向动摇径和移动速度均出现显著性降低, 说明训练干预有效的改善了平衡控制能力。动态平衡测试指标 Score、MRS 以及 ARS, 反映人体神经系统在不稳定状态下根据躯体感觉、视觉和前庭觉系统输入的信息作出应答反应, 并通过肌骨系统的神经肌肉控制来调节人体重心, 并及时调整身体姿势达到控制身体平衡的能力^[17]。本研究结果证明, 16 周的平衡干预训练和常规康复训练, 可以提高动态平衡得分, 降低旋转角速度, 可知干预后脑瘫儿童对姿势控制的调整及控制能力有所增强, 可以更好的控制动态平衡能力。由上可知, 平衡训练和常规康复训练均可以有效的改善脑瘫儿童功能性平衡能力、静态平衡能力以及动态平衡能力, 起到提高身体平衡控制能力的作用。

3.2 两种干预方式对脑瘫儿童身体平衡控制能力的对比分析 本研究结果显示, 相比于常规康复训练, 16 周的平衡训练可以更加有效地改善静态平衡能力和动态平衡能力, 说明观察组脑瘫儿童平衡控制能力的康复效果相比于对照组效果更好。造成这种现象的原因

可能与平衡训练仪特殊的训练模式有关。Biodex 训练更多的是对视觉反馈和本体感觉的整合训练。Lord 等^[19]研究发现在控制视觉时(闭眼、戴眼罩), 人体闭眼站立时压力中心移动面积增加约 30%, 说明人体站立姿势稳定性明显下降, 验证了视觉反馈对平衡控制的重要作用。脑瘫儿童在静态平衡仪上训练可能可以更多的依赖视觉反馈的信息, 及时精确的对目标位置做出姿势调整反馈, 进而更有效的起到改善平衡控制的作用。本体感觉是一种人体感知空间位置、姿势变化及身体各部位的运动变化的深感觉^[21]。研究显示髌、踝关节本体感觉信息输入是维持平衡的重要因素, 约占感觉信息输入的 70%^[22]。静态平衡仪训练主要通过踝关节和髌关节的调节来控制位置点向目标点靠近, 这种训练对关节运动的精确度效果更佳。由以上分析可知, 观察组的训练方法更有利于视觉反馈和本体感觉信息的整合提高, 改善平衡控制能力。

值得注意的是, 观察组和对照组功能性 Berg 平衡量表得分并没有显著性差异, 这可能与不同的姿势控制策略有关。脑瘫儿童因其自身存在的神经肌肉系统控制障碍, 前馈控制功能障碍, 而更多的是依赖后馈控制系统。静态及动态平衡后馈控制属于小范围小幅度的精准动作姿势控制, 而功能性 Berg 平衡后馈控制属于大范围、大幅度的粗大功能姿势控制^[23]。前者需要膝关节和踝关节的小肌肉群快速协同控制; 而后者需要全身所有肌群特别是核心控制肌群的参与控制^[23]。本研究选取的平衡仪训练方式, 主要是对下肢小肌群的协同控制进行训练, 进而通过髌、膝、踝关节控制策略, 起到改善精准小幅度的姿势控制能力, 而无法对全身大肌群特别是核心肌群起到锻炼作用, 无法更好地改善功能性平衡能力。本研究结果提示, 康复医疗工作者在进行脑瘫儿童平衡仪训练康复时, 应注重加强全身肌群特别是核心控制肌群的专业训练。

综上所述, 16 周的平衡仪干预和常规康复干预均可以有效地提高脑瘫儿童身体平衡控制能力, 并能够降低跌倒的风险; 而平衡仪训练对静态及动态平衡控制能力干预效果更好。本研究结果提示在脑瘫儿童的康复训练中可以尝试加入平衡仪训练以更好地改善站立平衡能力。

【参考文献】

- [1] 唐久来, 秦炯, 邹丽萍, 等. 中国脑性瘫痪康复指南(2015): 第一部分[J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(7): 747-754.
- [2] 王军, 郎永斌, 杜江华. 悬吊运动训练对痉挛型脑瘫患儿运动及平衡功能的影响[J]. 中国当代儿科杂志, 2018, 20(6): 465-469.
- [3] 张丽华, 金彩君, 王立辛, 等. 感觉统合训练对痉挛型脑瘫儿童立位平衡功能的影响[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(1): 72-

- 74.
- [4] Grande-Alonso M, Moral SB, Mínguez ZA, et al. Biobehavioural analysis of the vestibular system and posture control in patients with cervicogenic dizziness. A cross-sectional study[J]. *Neurologia*, 2018, 33(2): 98-106.
- [5] 姜积华, 张新斐, 陈小芳, 等. 本体感觉训练对跟腱延长术后痉挛型脑瘫肢体运动功能的影响[J]. *按摩与康复医学*, 2015, 6(8): 47-48.
- [6] 章马兰, 刘振寰. 针刺对痉挛型脑瘫患儿下肢肌张力的影响[J]. *中国针灸*, 2018, 38(6): 27-32.
- [7] 漆带丽, 颜华, 李婵. 股四头肌训练仪在脑瘫患儿康复中的应用[J]. *当代护士*, 2010, 8(1): 75-76.
- [8] 岑红燕, 黄军祥, 彭林海, 等. 悬吊运动训练对脑卒中偏瘫患者下肢功能障碍的康复效果[J]. *中国医学创新*, 2019, 16(2): 15-18.
- [9] 董卓琰, 吴谦, 雷晓辉, 等. 感统训练联合骑马术对脑瘫患儿功能恢复的临床研究[J]. *中国社区医师*, 2018, 34(15): 177-178.
- [10] 杜颖, 娄丹. 运动疗法结合电刺激治疗痉挛型脑性瘫痪患儿疗效分析[J]. *中国中西医结合儿科学*, 2018, 10(1): 44-47.
- [11] 查磊, 鲁雷. 核心力量训练对不同人群的应用效果研究[J]. *商丘师范学院学报*, 2018, 28(6): 95-99.
- [12] 潘翠环, 叶正茂, 缪萍, 等. 平衡功能训练对脑卒中后步行功能恢复的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(3): 263-264.
- [13] Abd El-Kafy, El-Basatiny. Effect of postural balance training on gait parameters in children with cerebral palsy[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2014, 93(11): 938-947.
- [14] Christovao TC, Pasini LA, Grecco LA, et al. Effect of postural insoles on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled study[J]. *Braz J Phys Ther*, 2015, 19(1): 44-51.
- [15] Kembhavi G, Darrah J, Magill-Evans J, et al. Using the berg balance scale to distinguish balance abilities in children with cerebral palsy[J]. *Pediatr Phys Ther*, 2002, 14(2): 92-99.
- [16] 袁空军, 吴加弘. 广场舞和太极拳锻炼对中老年女性动态平衡能力的影响[J]. *北京体育大学学报*, 2018, 41(3): 82-86.
- [17] 何璐, 徐开寿, 邱晒红, 等. Berg 平衡量表对痉挛性脑瘫儿童平衡功能评定的信度研究[J]. *中国康复*, 2010, 25(1): 21-23.
- [18] 陈天聪, 叶一卫, 程佩峰, 等. 运动平板训练对学龄期脑瘫患儿平衡功能与步态的影响[J]. *中国康复医学杂志*, 2014, 29(7): 633-636.
- [19] Lord SR, Ward JA, Williams P. Exercise effect on dynamic stability in older women: a randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 1996, 77(3): 232-236.
- [20] Fitzpatrick R, McCloskey DL. Proprioceptive, visual and vestibular thresholds for the perception of sway during standing in humans[J]. *J Physiol*, 1994, 478 (Pt 1): 173-186.
- [21] Deursen RW, Simoneau GG. Foot and ankle sensory neuropathy, proprioception, and postural stability[J]. *J Orthop Sports Phys Ther*, 1999, 29(12): 718-726.
- [22] Thorstensson AH, Rotherthson. Adaptations to changing speed in human locomotion: speed of transition between walking and running[J]. *Acta Physiologica*, 2010, 131(2): 211-214.
- [23] Gome uka NA, Bona RL, Rosa RGD, et al. Adaptations to changing speed, load, and gradient in human walking: Cost of transport, optimal speed, and pendulum[J]. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2014, 24(3): e165-e173.

• 外刊拾粹 •

经皮神经电刺激治疗头痛

在发达国家,约有 2%的人口每天都会经历慢性头痛。在过去的二十年中,针对头痛治疗的侵入性和无创性神经刺激技术以及无创性神经调控技术得到了长足的发展。本研究旨在探究经皮神经电刺激(PENS)对原发性头痛的疗效。

本研究为回顾性研究,纳入了在 2012 年至 2016 年间的 36 例慢性难治性头痛患者。在这些患者中 25 例患有原发性头痛,其中 14 例为慢性偏头痛(CM),9 例为慢性丛集性头痛(CCH),2 例是新发的每日持续性头痛(NDPH)。研究者应用 21 号针头将经皮神经电刺激治疗传递至疼痛同侧的枕神经。治疗每次 25 到 30 分钟,每 12 秒钟刺激一次,频率为 2Hz 至 100 Hz,一天三次,电压根据患者个人的耐受度而定,介于 1.2 伏与至 2.5 伏之间。

在患有慢性丛集性头痛的患者中,9 例中有 6 例在第一次治疗后症状明显改善,表现为发作频率和/或严重程度降低至少持续 4 周。通过进一步的治疗,其中 4 例患者在后续治疗中获得了相似的改善。但是,在 CM / NDPH 患者中,仅有 4 例在 PENS 治疗中获益。对枕大神经阻滞的治疗反应并不能预测对 PENS 的治疗反应。

结论:这项针对难治性原发性头痛患者的回顾性研究发现,经皮神经电刺激可能对慢性丛集性头痛的患者有益。

(樊蕴辉 译)(陆蓉蓉 审译)

Weatherall M, et al. Percutaneous Electrical Nerve Stimulation (PENS) Therapy for Refractory Primary Headache Disorders: A Pilot Study. *Br J Neurosurg*. 2019. doi.org/10.1080/02688697.2019.1671951.

中文翻译 由 WHO 康复培训与研究合作中心(武汉)组织

本期由复旦大学华山医院 吴毅教授主译编