

平衡垫训练对偏瘫儿童步行能力的影响

胡晓诗^{1,2}, 岳青^{1,2}, 刘前进^{1,2}, 梁艳华^{1,2}, 郭荣荣², 张燕庆², 杨冰兵², 张通^{1,3}

【摘要】 目的:观察平衡垫训练对偏瘫儿童平衡及步行能力的影响。**方法:**选取北京博爱医院偏瘫儿童30例,随机分为对照组与观察组各15例。对照组每天进行常规康复训练60min,观察组每天进行常规康复训练40min及平衡垫训练20min,共4周。训练前后分别对2组儿童采用10m步行测试(10MWT)、“起立-行走”计时测定(TUGT)、患侧站立阶段百分比、患侧步长、步宽、动态及静态压力中心(COP)椭圆面积进行评定。**结果:**训练4周后,2组10MWT及动态COP椭圆面积均显著提高(均 $P<0.01$),且观察组均高于对照组(均 $P<0.05$);TUGT及静态COP椭圆面积均显著降低(均 $P<0.01$),且观察组均低于对照组(均 $P<0.05$)。训练后,2组步宽均显著减小(均 $P<0.01$),但组间比较差异无统计学意义;2组患侧步长训练前后比较差异无统计学意义;训练后观察组患侧站立阶段百分比较治疗前及对照组明显提高($P<0.05$),对照组治疗前后比较差异无统计学意义。**结论:**平衡垫训练结合常规康复训练能有效改善偏瘫儿童的平衡和步行能力。

【关键词】 偏瘫儿童;平衡垫训练;平衡;步行能力

【中图分类号】 R49;R742 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2023.03.008

Effect of balance pad training on walking ability of hemiplegic children Hu Xiaoshi, Yue Qing, Liu Qianjin, et al. Capital Medical University School of Rehabilitation Medicine, Beijing 100068, China

【Abstract】 Objective: To observe the effect of balance pad training on balance and walking ability of hemiplegic children. **Methods:** Totally, 30 children with hemiplegia in Beijing Boai Hospital were randomly divided into control group and observation group with 15 cases each. The control group received routine rehabilitation training for 60 min every day, and the observation group received routine rehabilitation training for 40 min and balance pad training for 20 min every day for 4 weeks. Before and after training, the children of the two groups were assessed by 10-meter walk test (10MWT), “Time Up and Go” Test (TUGT), the percentage of standing stage on the affected side, the step length of the affected side, step width, envelope area of dynamic and static pressure center (COP). **Results:** After 4 weeks of training, the 10MWT and the envelope area of dynamic COP in both groups were increased significantly ($P<0.01$), and those in the observation group were higher than the control group ($P<0.05$); the TUGT and the envelope area of static COP in both groups were decreased significantly ($P<0.01$), and those in the observation group were lower than the control group ($P<0.05$). After training, the step width of both groups decreased significantly ($P<0.01$), but there was no significant difference between the two groups; there was no significant difference in step length between the two groups before and after training; after training, the percentage of standing stage of the affected side in the observation group was significantly higher than that before training and in the control group ($P<0.05$), and there was no significant difference between the two groups before and after training. **Conclusion:** Balance pad training based on routine rehabilitation training can improve the balance and walking ability of hemiplegic children.

【Key words】 hemiplegic children; balance pad training; balance; walking ability

偏瘫儿童在脑损伤儿童中较为多见,因其存在神经肌肉缺陷,如选择性运动控制障碍、肌张力改变以及主动肌和拮抗肌的不平衡,并同时伴有感觉障碍,从而导致平衡障碍和步态异常^[1],是偏瘫儿童的共同和主

要特征,严重影响其日常生活能力。平衡训练是改善姿势控制和步行能力,进而提高生活质量的重要手段。平衡垫是海绵状或充气式表面不稳定的软垫,在临床治疗中常用于动态平衡的训练。平衡垫训练能提供前庭觉、本体感觉和皮肤触觉等感觉刺激^[2],从而促进中枢神经系统对感觉信息的整合,提高平衡和反应能力^[3]。平衡垫上的训练内容相对简单,便于儿童理解;且有一定趣味性,能充分调动儿童的积极性。简单便携,方便回归家庭后的康复训练。常规康复训练结合

收稿日期:2022-08-05

作者单位:1.首都医科大学康复医学院,北京 100068;2.中国康复研究中心北京博爱医院儿童物理治疗科,北京 100068;3.中国康复研究中心北京博爱医院神经康复科,北京 100068

作者简介:胡晓诗(1987-),女,主管技师,主要从事儿童运动康复方面的研究。

通讯作者:张通, Tom611@126.com

平衡垫训练不仅常用于儿童康复,同时也应用于其他疾患。既往国内外相关研究主要以踝关节不稳定的患者以及成人卒中患者为主^[4-5],对儿童患者的相关疗效研究甚少。本研究采用充气式平衡垫,观察平衡垫训练对偏瘫儿童平衡及步行能力的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2021年10月~2022年7月,选取北京博爱医院住院及门诊的偏瘫儿童30例,纳入标准:经颅脑CT或MRI确诊,单侧肢体受累,诊断符合痉挛型偏瘫(包括脑外伤、脑梗死、脑出血、脑瘤术后等)^[6-7];年龄6~12岁;患侧腓肠肌肌张力改良Ashworth分级Ⅱ级以下,无明显关节挛缩,无视听觉障碍;Holden步行功能分级Ⅱ级以上^[8];能听懂并能配合治疗师的指令。排除标准:严重的心肺疾病,癫痫或精神疾病;认知障碍,不能配合完成训练和测试;其他影响步行的疾病,如骨科疾病等;研究前6个月内接受过肉毒素注射。剔除和脱落标准:主动停止训练;因出院等原因无法继续研究。本研究经中国康复研究中心医学伦理委员会批准(No. 2021-118-1)。30例患儿随机数字表法分为对照组与观察组各15例。2组年龄、性别和偏瘫侧无显著性差异。因样本量较小,故采用Fisher确切检验法。见表1。

表1 2组一般资料比较

组别	n	性别(例)	年龄	偏瘫侧(例)
		男/女	(岁, $\bar{x} \pm s$)	左/右
观察组	15	7/8	8.47 $\pm$ 1.73	5/10
对照组	15	11/4	8.33 $\pm$ 2.06	6/9

1.2 方法 对照组每天进行常规康复训练60min,观察组在每天进行常规康复训练40min的基础上增加平衡垫训练20min,共4周。①常规康复训练:患侧肢体被动活动及牵拉训练以改善关节活动度,缓解腓肠肌和足内肌肌张力;患侧下肢肌力强化训练,如臀大肌、臀中肌,胫前肌肌力强化;患侧下肢负重训练,如单腿跪起及单腿负重训练;重心转移训练和步行训练。对照组每天完成上述训练60min,观察组每天完成上述训练40min,共4周。②平衡垫训练:平衡垫训练内容包括^[9]:站立保持,双脚放于平衡垫中间保持站立;踝关节活动训练,站立位下双脚放于平衡垫上,同时缓慢背屈、跖屈,尽量保持膝关节伸展;交替抬腿,站立位下双脚放于平衡垫上交替抬起;单腿站立,患足放于平衡垫中间,健侧抬起,治疗师扶其上臂予以保护。观察组每天完成40min常规康复训练后,进行上述训练20min,共4周。

1.3 评定标准 训练前和训练4周后由1名对分组不知情的治疗师对患儿进行评定,每次评估都在一天

内进行。①10m步行测试(10-meter walk test, 10MWT):患儿以习惯步行速度步行10米,记录步行速度,共测量3次,取平均值;②“起立-行走”计时测定(Time Up and Go Test, TUGT):是动态平衡的可靠指标,用来评估日常生活所需的功能性移动能力。要求患儿从椅子上起身,以习惯速度向前行走3m,转身,再走回到椅子并坐下,记录完成任务所需时间,共测量3次,取平均值;③步态参数:使用Zebris FDM系统进行评估,患儿裸足在跑台上以舒适的速度行走,测量步宽、患侧步长和患侧站立阶段百分比;④平衡参数:由TeconoBody Prokin3.0进行评估,测量患儿的动态及静态压力中心(center of pressure, COP)椭圆面积(mm²)^[10],即包含95% COP运动的椭圆面积,通过计算椭圆面积来测量。

1.4 统计学方法 采用SPSS 20.0统计软件进行数据分析。用S-W对计量资料进行正态分布检验,符合正态分布以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内比较采用配对样本t检验,组间比较采用独立样本t检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 步行能力 训练前2组10MWT和TUGT差异无统计学意义。训练4周后,2组10MWT均较治疗前显著提高(均 $P < 0.01$),且观察组高于对照组($P < 0.05$);TUGT均较治疗前显著降低(均 $P < 0.01$),且观察组低于对照组($P < 0.05$)。见表2,3。

表2 2组患儿训练前后10MWT的比较 m/s, $\bar{x} \pm s$

组别	n	训练前	训练后	t	P
观察组	15	0.72 $\pm$ 0.21	0.99 $\pm$ 0.24	-7.597	<0.001
对照组	15	0.71 $\pm$ 0.15	0.82 $\pm$ 0.16	-7.904	<0.001
t		0.061	2.311		
P		0.952	0.028		

表3 2组患儿训练前后TUGT的比较 s, $\bar{x} \pm s$

组别	n	训练前	训练后	t	P
观察组	15	15.38 $\pm$ 3.20	11.40 $\pm$ 2.22	10.623	<0.001
对照组	15	15.57 $\pm$ 3.73	13.67 $\pm$ 3.24	5.384	<0.001
t		0.148	2.242		
P		0.883	0.033		

2.2 步态参数 训练前2组步宽、患侧步长和患侧站立阶段百分比差异无统计学意义。训练4周后,2组步宽均显著减小(均 $P < 0.01$),但组间比较差异无统计学意义;2组患侧步长训练前后及组间比较差异无统计学意义;训练后观察组患侧站立阶段百分比治疗前及对照组明显提高($P < 0.05$),对照组治疗前后比较差异无统计学意义。见表4,5。

2.3 平衡参数 训练前2组静态及动态COP椭圆面积差异无统计学意义。训练4周后,2组静态COP椭圆

表 4 2 组患儿训练前后患侧站立阶段百分比的比较

组别	n	%, $\bar{x} \pm s$			
		训练前	训练后	t	P
观察组	15	69.07±3.56	71.49±3.85	-2.458	0.028
对照组	15	67.47±3.75	68.25±2.77	-2.085	0.056
t		1.202	2.647		
P		0.24	0.013		

圆面积均显著降低(均 $P<0.01$),且观察组低于对照组($P<0.05$);动态 COP 椭圆面积均显著增高(均 $P<0.01$),且观察组高于对照组($P<0.05$)。见表 6。

3 讨论

本研究显示,常规康复训练能有效改善偏瘫儿童的平衡和步行能力,在常规康复训练的基础上结合平衡垫训练,效果更显著。既往国内外关于疾患儿童的功能研究主要集中在脑性瘫痪儿童,涉及到的平衡和步态的训练方式主要有平衡板训练^[11-12]、悬吊^[13]、核心肌力训练^[14]、交互式电脑游戏^[15-16]、虚拟现实干预^[17-18]、跑步机训练等^[19]。平衡垫的相关研究在成人康复中相对较多可能与儿童样本收集比成人困难,且训练和评估配合度低于成人有关。因此本研究选取的是 6~12 岁的儿童,配合度相对较高。此外,在有关感觉统合训练的研究中,平衡垫是作为感觉统合训练众多项目中的一项,没有单独进行研究^[20]。本研究在平衡垫训练中选用站立保持,踝关节活动训练,交替抬腿和单腿站立四项内容,包含了站立过程中的静态保持,重心转移,动态平衡和单腿负重的要素,动作简单,儿童容易理解与掌握。

本研究显示,平衡垫训练结合常规康复训练能有效地改善偏瘫儿童的步行能力,与对照组相比有统计学差异。10m 步行速度和 TUGT 是反映偏瘫儿童的功能性步行能力的有效指标,步宽减小也表明儿童在步行过程中的平衡能力有所提高,从而减少步行中需要

的重心侧移距离,降低能量消耗,提高步行速度。Ky-oung 等^[5]研究发现在不稳定表面上进行运动可以改善偏瘫卒中患者的躯干肌肉激活和步行速度,与本研究结果一致。还有研究表明,平衡训练除改善平衡外,还可以增强下肢肌肉力量^[21]。

本研究表明,平衡垫训练结合常规康复训练能有效地改善偏瘫儿童的平衡能力。COP 椭圆面积反映人体重心所走过的区域范围和摇摆程度。本研究中静态 COP 椭圆面积减小,说明患儿的静态平衡能力改善;动态 COP 椭圆面积增大,说明患儿在站立时可控制条件下的重心移动范围增大,动态平衡能力改善,且统计结果与对照组有显著差异。在不稳定表面上进行的运动能诱发机体最高的肌肉活动水平,特别是胫骨前肌和腓骨长肌^[4],因此平衡垫训练可能提高了踝关节的控制能力,而踝关节的使用策略是姿势控制和平衡的基础^[22]。这与 Ridder 等^[4]的研究结果一致。此外,与平坦的不稳定表面相比,平衡垫训练对患者平衡功能的改善还可能与本体感觉有关。偏瘫儿童因其脑部高位中枢受损,使其平衡反射缺如,感觉障碍,肌力、肌张力及运动控制障碍。平衡垫训练不仅能够增加肌肉和关节机械感受器的敏感性,促进脊髓本体感觉的输入^[23],提高关节运动时的神经肌肉控制能力^[24];还可以增加足底皮肤受体的敏感性,介导在不稳定平面上身体摆动增加时的姿势反射^[9]。Tony 等^[25]研究发现在柔顺的海绵表面进行动态平衡训练会使患者的动态站立平衡得到更大改善。Satoshi^[26]利用平衡垫对老年人进行足底知觉训练,发现足底两点辨别觉和右侧顶叶结合区的激活在调节站立姿势稳定性方面起着重要作用。

本研究中,2 组儿童训练前后患侧步长均无明显改善,可能与健侧负重时间未明显变化有关,也可能与平衡垫训练未有效强化患侧步行摆动期所需关键肌有

表 5 2 组患儿训练前后步宽和患侧步长的比较

组别	n	步宽				患侧步长			
		训练前	训练后	t	P	训练前	训练后	t	P
观察组	15	14.07±3.01	12.60±3.54	4.363	0.001	21.67±5.35	22.53±4.09	-1.746	0.103
对照组	15	12.67±2.80	11.80±2.68	3.389	0.004	20.47±5.30	20.53±4.50	-0.133	0.896
t		1.320	0.698			0.617	1.274		
P		0.198	0.491			0.542	0.213		

表 6 2 组患儿训练前后静态 COP 和动态 COP 椭圆面积的比较

组别	n	静态				动态			
		训练前	训练后	t	P	训练前	训练后	t	P
观察组	15	549.73±145.33	348.27±128.15	19.518	<0.001	8600.47±884.00	16698.00±5163.95	-6.405	<0.001
对照组	15	593.60±147.26	455.13±136.88	10.161	<0.001	8310.40±1696.26	13153.87±3080.80	-8.877	<0.001
t		-0.821	-2.207			0.587	2.283		
P		0.418	0.036			0.563	0.030		

关。

本研究仍存在局限性有待改进。有研究指出,平衡训练结束后2~4周,偏瘫儿童站立平衡的训练效果会下降^[27],但本研究未进行训练后的随访,今后可增加随访的相关评估来观察训练效果是否可以维持。本研究只选取了痉挛期偏瘫儿童,今后可以选取不同类型的运动障碍儿童,研究他们对干预的反应是否相同。本研究样本量较小,可以扩大样本量以更准确地了解平衡垫训练对偏瘫儿童的有效性。也可以配合肌电图对训练中及训练后的相关肌肉的活动水平进行更深入的观察和研究,配合三维步态分析系统观察平衡垫训练对步行中的关节活动是否有积极或消极影响。还可以进一步深入研究该训练对本体感觉的影响等等。

【参考文献】

- [1] Liu W, Hu Y, Li J. Effect of Virtual Reality on Balance Function in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-analysis [J]. *Front Public Health*. 2022, 25(4):865474-865485.
- [2] 张丽华,金彩君,王立苹,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.
- [3] 史新炜,杨卫利,介卫君.八段锦结合平衡垫训练对老年帕金森患者下肢运动功能、躯体平衡力的影响[J]. *实用中西医结合临床*,2021,21(11):56-57.
- [4] Ridder R, Willems T, Vanrenterghem J, et al. Influence of balance surface on ankle stabilizing muscle activity in subjects with chronic ankle instability. [J]. *Journal of rehabilitation medicine*,2015,47(7):632-638.
- [5] Jung KS, Cho HY, In TS. Trunk exercises performed on an unstable surface improve trunk muscle activation, postural control, and gait speed in patients with stroke[J]. *Phys Ther Sci*. 2016,28(3):940-944.
- [6] 贡国俊,王景刚,张恭巍,等.先天性偏瘫和获得性偏瘫患儿上肢功能的临床分析[J]. *中国康复*,2020,35(4):201-203.
- [7] 董婕,吴卫红,高明明,等.简易促通装置对痉挛型偏瘫患儿手功能康复的作用[J]. *中国康复医学杂志*,2016,31(11):1239-1242.
- [8] 崔显超,贺道远,肖文武,等.肌电生物反馈联合膝关节控制训练对脑卒中偏瘫患者下肢运动功能的临床疗效[J]. *中国康复*,2022,37(9):528-531.
- [9] Hirase T, Inokuchi S, Matsusaka N, et al. Effects of a balance training program using a foam rubber pad in community-based older adults: a randomized controlled trial[J]. *Geriatr Phys Ther*. 2015, 38(2):62-70.
- [10] 马婷婷,张皓.机器人辅助步态训练对痉挛型脑性瘫痪患儿运动和步行功能的效果[J]. *中国康复理论与实践*,2021,27(11):1260-1265.
- [11] GaticaRojas V, Méndez R G, Guzman M E, et al. Does Nintendo Wii Balance Board improve standing balance? A randomised controlled trial in children with cerebral palsy [J]. *Eur J Phys Rehab Med*. 2017, 53(4):534-544.
- [12] Tarakci D, Ersoz Huseyinsinoglu B, Tarakci E, et al. Effects of Nintendo Wii-Fit® video games on balance in children with mild cerebral palsy [J]. *Pediatr Int*. 2016,58(10):1042-1050.
- [13] 王军,郎永斌,杜江华,等.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):38-42.
- [14] 尚培民,李燕萍.核心稳定性训练对痉挛型脑性瘫痪患儿运动功能及步行能力的影响[J]. *中国中西医结合儿科学*,2019,11(5):372-375.
- [15] Jelsma D, Geuze RH, Mombarg R, et al. The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable developmental coordination disorder and balance problems [J]. *Hum Mov Sci*. 2014,33(2):404-418.
- [16] Andrysek J, Klejman S, Steinnagel B, et al. Preliminary evaluation of a commercially available videogame system as an adjunct therapeutic intervention for improving balance among children and adolescents with lower limb amputations [J]. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012,93(2):358-366.
- [17] Lazzari RD, Politti F, Belina SF, et al. Effect of transcranial direct current stimulation combined with virtual reality training on balance in children with cerebral palsy: a randomized, controlled, double-blind, clinical trial [J]. *Motor Behav*. 2017 May-Jun;49(3):329-336.
- [18] 韩晶,梁明,谢荣.虚拟现实技术对脑瘫患儿下肢功能康复疗效的系统评价[J]. *中国康复*,2020,35(10):541-546.
- [19] Duarte Nde A, Grecco LA, Galli M, et al. Effect of transcranial direct-current stimulation combined with treadmill training on balance and functional performance in children with cerebral palsy: a double-blind randomized controlled trial [J]. *PLoS One*. 2014 Aug 29;9(8):1-8.
- [20] 俞鑫璐,李鑫,杨婷婷.感觉统合治疗在脑性瘫痪康复中应用的系统综述[J]. *中国康复理论与实践*,2022,28(02):183-189.
- [21] 刘雷.平衡训练对增加力量和肌肉平衡的影响[J]. *当代体育科技*,2019,9(15):51-52.
- [22] Stagg CJ, Bachtar V, O'Shea J, et al. Cortical activation changes underlying stimulation induced behavioral gains in chronic stroke[J]. *Brain*. 2012, 135(3):276-284.
- [23] Hughes CM, Tommasino P, Budhota A. Upper extremity proprioception in healthy aging and stroke populations, and the effects of therapist- and robot-based rehabilitation therapies on proprioceptive function[J]. *Front Hum Neurosci*. 2015,2(3):120-129.
- [24] 朱娟,许光旭,张文通,等.全身振动刺激对脑卒中偏瘫患者步行效率的影响[J]. *中国康复*,2014,29(6):430-432.
- [25] Hsu YS, Kuan CC, Young YH. Assessing the development of balance function in children using stabilometry[J]. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2009,73(5):737-740.
- [26] Matsuno S, Yoshiike T, Yoshimura A, et al. Contribution of Somatosensory and Parietal Association Areas in Improving Standing Postural Stability Through Standing Plantar Perception Training in Community-Dwelling Older Adults[J]. *Aging Phys Act*. 2021,29(5):761-770.
- [27] Hsieh HC. Preliminary Study of the effect of training with a gaming balance board on balance control in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial [J]. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020, 9(2):142-148.