

• 临床观察 •

动态姿势平衡仪训练儿童小脑出血后重度平衡功能障碍 1 例报道

林夏妃, 丘卫红, 付奕, 陈颖蓓, 李奎, 万桂芳, 谢纯青, 奚祖林

[摘要] 目的 探讨动态姿势平衡仪对小脑出血后共济失调患者进行康复干预的实效性。方法 对 1 例小脑出血后平衡功能障碍的 10 岁男孩采用动态姿势平衡仪进行评估及训练。结果 经过 22 周的平衡训练, 动态姿势平衡仪评估与相关量表评估显示平衡功能显著改善, 步态、姿势控制和日常生活自理能力逐渐提高, 构音障碍明显改善, 患儿可以返回学校继续学习。结论 动态姿势平衡仪能够改善儿童小脑损伤后共济失调所致平衡障碍, 有效提高运动功能及日常生活自理能力。

[关键词] 小脑出血; 共济失调; 动态姿势平衡仪; 平衡训练

Smart Equitest Balance Master Training for Severe Balance Disorder Caused by Cerebellar Hemorrhage in Children: A Case Report LIN Xia-fei, QIU Wei-hong, FU Yi, et al. Department of Rehabilitation Medicine, The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University, Guangzhou 510630, Guangdong, China

Abstract: **Objective** To study the effects and feasibility of Smart Equitest Balance Master training for severe balance disorder caused by cerebellar hemorrhage in children. **Methods** A 10-year-old boy with severe ataxia caused by cerebellar hemorrhage were trained with Smart Equitest Balance Master. He was assessed with Smart Equitest Balance Master, Modified Barthel Index and Berg Balance Scale. **Results** After 22 weeks of balance training, he improved in equilibrium, gait, posture control, activity of daily living, dysarthria, and return to school to continue his study. **Conclusion** Smart Equitest Balance Master training can significantly improve balance function, motor function and activities of daily living after cerebellar hemorrhage.

Key words: cerebellar hemorrhage; ataxia; Smart Equitest Balance Master; balance training

[中图分类号] R743.34 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-9771(2011)03-0283-05

[本文著录格式] 林夏妃, 丘卫红, 付奕, 等. 动态姿势平衡仪训练儿童小脑出血后重度平衡功能障碍 1 例报道[J]. 中国康复理论与实践, 2011, 17(3): 283—287.

平衡是指身体所处的一种姿势状态, 能在运动或受到外力作用时自动调整并维持姿势的一种能力。保持人体平衡需要感觉输入(包括本体觉、视觉、前庭觉)、中枢整合、运动控制的参与^[1]。平衡功能障碍是导致运动功能障碍的重要原因, 严重影响患者步行能力及日常生活活动能力。小脑的基本功能主要表现在维持身体平衡、调节肌张力和协调肌肉运动三方面, 并且在视觉、本体觉以及前庭觉 3 种感觉系统信息传入及整合的过程中发挥重要作用。小脑损伤后, 3 种感觉信息的传入及整合均可受到不同程度的损伤, 导致患者出现严重的平衡功能障碍, 表现为共济失调导致的姿势不稳定、步态异常, 以及由此所致的日常生活活动能力障碍等^[2-5]。有学者认为, 无论是急性期还是慢性期的小脑损伤患者, 都能够通过学习来提高身体的稳定性^[6]。研究表明, 采用动态姿势平衡仪对脑卒中后平衡障碍患者进行训练, 能够有效改善患者的姿势控制能力、平衡功能和日常生活自理能力^[7-10]。我们应用动态姿势平衡仪针对 1 例小脑出血后重度共济失调患儿进行平衡功能定量评估及训练, 现报道如下。

1 临床资料

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划(2006BA104A02)。

作者单位: 中山大学附属第三医院康复医学科, 广东广州市 510630。作者简介: 林夏妃(1985-), 女, 海南海口市人, 硕士研究生, 主要研究方向: 神经康复。通讯作者: 丘卫红。

1.1 病历摘要 患儿, 男, 10 岁, 既往体健, 2009 年 1 月 24 日无明显诱因下出现头痛、呕吐、烦躁, 4 h 后出现昏迷, 急送医院, 头颅 CT 检查诊断为“自发性小脑半球出血破入脑室”, 出血量约 50 ml(图 1), MRA 检查提示“右侧小脑上蚓部动静脉畸形”。行小脑血肿清除术。术后患儿一直处于浅昏迷状态, 予抗炎、营养神经、高压氧、针灸等治疗, 1 个月余后神志转清, 伴有平衡障碍、肢体活动障碍、吞咽障碍及构音障碍, 日常生活完全依赖。外院予物理治疗、肢体功能训练、吞咽训练、言语治疗, 5 个月后患儿吞咽功能改善, 可自主进食, 但仍有构音障碍、双侧肢体共济失调, 可在监护下独立站立约 3 min, 不能独立步行, 遂来我科门诊进一步康复治疗。



图 1 头颅 CT(2009-01-24)

1.2 评定

1.2.1 临床评定 MMT 肌力评定: 双上肢肌力 5 级, 双下肢肌力 4 级, 躯干屈肌(主要是腹直肌)肌力 3 级。

四肢肌张力正常。三级平衡检测法^[11]:坐位平衡 3 级,站位平衡 1 级。共济运动检查:双侧指鼻试验、跟膝胫试验均严重晃动,定位不准;轮替运动差,辨距不良,右侧尤明显。改良巴氏指数(MBI)42 分,在修饰、吃饭、如厕、穿衣、洗澡方面均需最大帮助,不能行走及上下楼梯。Berg 量表评分(BBS)33 分,其中由站到坐、独立坐、床椅转移 3 项动作完成较好,其余完成较差。语言评估:运动失调型构音障碍。

1.2.2 动态姿势平衡仪评估 采用美国 Nurocom 公司生产的动态姿势平衡仪(Smart Equitest Balance Master)进行评估。测试内容包括感觉整合测试(sensory organization test, SOT)和运动控制测试(motor control test, MCT)。SOT 测试通过视包围箱以及平台的不同晃动组合,将患者置于 6 种不同的条件下,通过分别对本体觉或/和视觉的干扰,可将视觉、本体觉及前庭觉的作用进行单因素分析,测试患者在复杂感觉环境中应用视觉、前庭觉、本体感觉信息维持姿势平衡的能力,并得出综合平衡指数,提供患者在维持姿势平衡过程中踝、髌策略的相对使用比例(详见表 1);MCT 测试中患者睁眼立于动态平台上,平台板以不同幅度向前或向后水平移动,引发自主性姿态反应,以反应潜伏时、反应强度和反应对称性为评定指标,测定人体在受到非预期的外来干扰后快速恢复姿势平衡的能力。

表 1 SOT 测试检查步骤与方法

检查状态	条件
1	自然站立,睁眼
2	自然站立,闭眼
3	站立,睁眼,视包围箱沿矢状位旋转
4	站立,睁眼,受力平台沿矢状位旋转
5	站立,闭眼,受力平台沿矢状位旋转
6	站立,睁眼,受力平台和视包围箱均沿矢状位旋转

评定结果:SOT 不能坚持完成,表现为在检查状态 5、6 中,患儿在视觉信息缺如或输入不准确以及本体感觉受到干扰的状态下,不能保持身体平衡而需要扶持;提示患儿对视觉、本体觉及前庭感觉信息利用能力均不同程度降低,重心散在分布,明显偏左(见表 3 及图 2A、图 3A);MCT 结果显示,在应对外来干扰反应时,双下肢负重不对称,重心偏向左侧(表 3)。

1.3 存在的主要问题 ①不管是静态时还是应对外来干扰时,重心均明显偏向左侧(图 4),导致静态站立时患儿身体摆动幅度增加,身体姿势稳定性下降,在应对外来干扰时容易因为重心分布不均导致跌倒,不能很好完成步行、上下楼梯等日常功能活动;②SOT 检查状态 1 和 2 中,静态站立时患儿身体摆动幅度较大,在缺乏视觉信息传入的状态下,身体晃动明显增加,平

衡分数明显降低(表 3 及图 2);检查状态 5 和 6 中,在受力平台摇摆及闭眼或视包围箱摆动的状态下,患儿不得不依赖于前庭信息来保持身体平衡,过度的身体重心移动使重心活动范围超出身体重心的稳定极限,导致患儿不能维持身体姿势的平衡而跌倒(表 3 及图 2),提示患儿的视觉、本体觉及前庭感觉信息的传入及整合能力均受到不同程度的影响,其中前庭感觉功能受损最严重(图 3);③患儿平衡功能障碍严重影响其日常生活活动能力及生活质量,日常生活需要家人全面照顾;④运动性构音障碍(运动失调型)。

1.4 康复目标 ①无需辅助状态下患儿可以独立步行;②能够独立完成日常生活活动,生活自理;③改善构音不清,能够与他人进行言语交流、沟通;④返回学校继续学习,完成学业。

1.5 平衡训练方案 根据评估结果,采用动态姿势平衡仪对患儿进行平衡功能训练,在训练过程中通过视觉反馈对患儿的视觉、本体觉、前庭觉循序渐进地进行针对性的训练,每训练 2~4 周评估 1 次,根据患儿能力和存在的不足调整康复训练方案及训练强度,共 22 周(表 2)。

1.5.1 第 1 阶段(1~4 周) 每天 1 次,每次训练 20 min,每周训练 5 d,共 4 周。训练的全过程需要治疗师站在患儿身后予以站立辅助及保护。训练内容:①节律性重心转移训练:患儿站在动态平台上,随着屏幕上的光标的移动,在较小的重心转移活动范围内(30%)进行身体重心控制训练;②因患儿平衡能力较差,在视窗和平台同时晃动时不能保持身体稳定性,因此训练时仅分别给予视窗晃动或平台晃动,均为小幅度晃动(15%),使正常视觉信息或本体感觉信息的传入受到干扰,提高患儿利用视觉、本体感觉信息保持身体平衡的能力。

1.5.2 第 2 阶段(5~14 周) 经过 4 周训练,患儿的站立平衡能力较前改善,独立站立时间较前延长。因此在此阶段可适当加强平衡训练的强度,延长训练时间。每天 1 次,每次训练 40 min,每周训练 5 d,共 8 周。训练时,治疗师站在患儿身后,视患儿情况必要时予以辅助及帮助。训练内容:①节律性重心转移训练:加强身体重心控制训练、单腿负重训练,逐渐增加迈步训练和平衡板训练,增加重心转移活动范围(45%);②在第 2 阶段初(5~9 周),站立时分别给予视窗或平台晃动,晃动幅度较前增加,增加视觉信息和本体感觉信息传入;因患儿平衡能力较前改善,增加了视窗和平台小幅度晃动训练,提高患儿利用前庭信息维持身体平衡的能力;在后期(9~14 周),视窗、平台晃动幅度逐渐增加,进一步加强视觉、本体及前庭感觉信息的输入,提高患儿利用感觉信息控制身体平衡的能力。

1.5.3 第 3 阶段(15~22 周) 经过前 14 周的训练,患儿的平衡情况改善明显,站位平衡已达 2 级。此时患儿已返回学校读书,每周仍训练 3 次,每次 40 min,共 8 周。训练强度增加至视窗和平台晃动幅度为 45%,继续增加重心转移活动范围(60%)。训练时,治疗师站在患儿身旁,必要时给予言语提醒帮助。在第 2 阶段训练基础上增加上、下楼梯训练,利用球、平衡板等进行协调功能训练,强化患儿利用感觉信息维持身体稳定的能力及运动协调能力训练。

患儿在进行上述平衡训练的同时,根据各阶段患儿情况给予耐力训练、针灸、构音障碍、脑电生物反馈治疗等康复治疗。

表 2 不同阶段动态姿势平衡仪平衡训练内容及强度

训练内容	1~4 周	5~9 周	10~14 周	15~18 周	19~21 周	22 周
视窗活动(%)	15	25	45	45	不需要	不需要
受力平台活动(%)	15	25	45	45	不需要	不需要
视窗+受力平台活动(%)	不能	15	15	35	45	45
重心转移活动范围(%)	30	45	45	60	60	60
右下肢负重程度(%)	25	25	45	55	60	100
迈步训练(min)	不能	不能	20	15	10	5
平衡板训练(min)	不能	不能	10	20	10	10
步态训练(min)	不能	不能	不能	10	20	10
上、下楼梯训练(min)	不能	不能	不能	不能	15	20
协调功能训练(min)	不能	不能	不能	不能	20	20
治疗师帮助程度	最大	最大	中等	中等	少量	最小

2 结果

该患儿在本科连续坚持 22 周的平衡功能训练后,运动控制能力都有了较大的提高,平衡功能显著改善,步态、姿势控制和日常生活自理能力逐渐提高,构音障碍也有明显改善。具体表现为:①BBS 由 33 分增加到

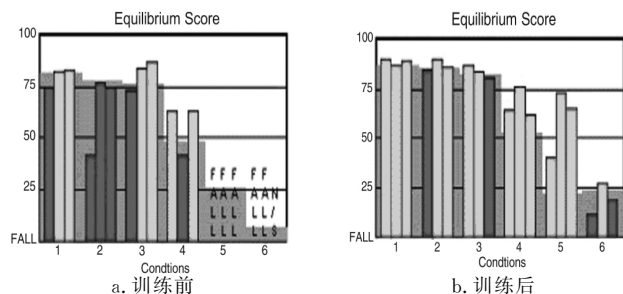
53 分,除了双足前后站立、单腿站立动作外,其余动作均能很好完成;患儿可独立步行,姿势稳定性较前提高,共济失调步态也有较大改善,四肢粗大动作较前协调(表 3);②MBI 由 42 分增加到 95 分,修饰、如厕、上下楼梯、洗澡等方面均能独立完成,在使用餐具方面仍需少量帮助(表 3);③平衡仪评估结果:SOT 显示患儿整体平衡能力有明显提高(表 3、图 2 及图 3),能够很好利用视觉、本体觉和前庭感觉信息在平衡受到干扰状态下保持身体稳定,重心分布居中(见图 4);MCT 测试显示双下肢重量分布对称性(WS)明显改善(见表 3)。

训练结束时患儿可以在无帮助状态下独立步行,日常生活活动大部分可以完成,生活大部分自理,构音较前清晰,康复目标基本完成,患儿返回学校继续学习。

表 3 不同阶段评估结果变化

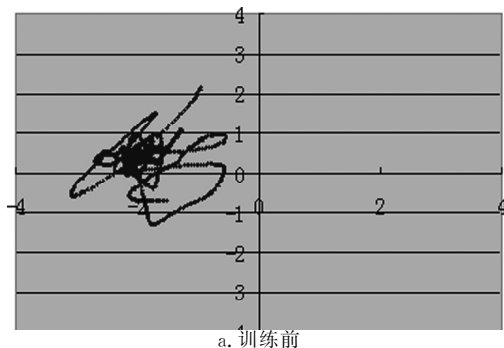
评估内容	训练前	2 周	10 周	15 周	22 周	3 个月
BBS ^a	33	35	42	46	53	51
MBI ^b	42	70	75	95	95	95
ES ^c	43	41	47	62	60	58
WS ^d	70	92	78	103	113	117

注:a:BBS;Berg 平衡量表,满分 56 分;b:MBI;改良巴氏指数,满分 100 分;c:ES;平衡分数(动态姿势平衡仪生成),满分 100 分;d:WS:重量对称性(weight symmetry,动态姿势平衡仪生成),分值在 0~200 之间,分数接近 100 提示重心分布居中,接近 0 提示重心偏左,接近 200 提示重心偏右。



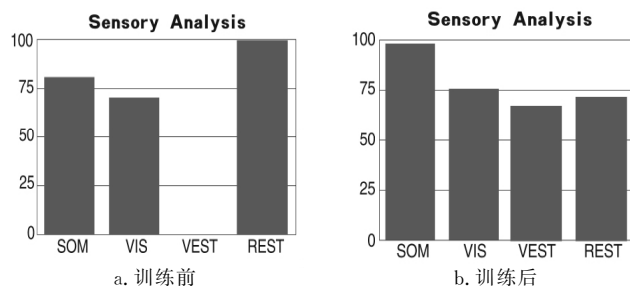
注:FALL:在外来干扰下不能保持身体平衡而接受了治疗师的扶持;N/S:不能完成该项测试。图中阴影部分为平衡分数异常值范围,超过阴影部分为正常。

图 2 动态姿势平衡仪 SOT 测试



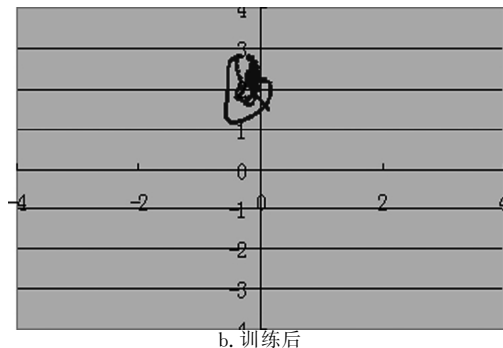
注:均为患儿无需辅助下静态站立 20 s 时的重心轨迹图。

图 4 动态姿势平衡仪静态站立重心轨迹图



注:SOM:本体感觉;VIS:视觉;VEST:前庭;PREF:视觉依赖。

图 3 动态姿势平衡仪 SOT 感觉分析



训练结束后 3 个月随访,患儿可以独立步行上学及回家,构音基本清晰,在学校与同学、老师之间关系融洽,书写速度较前加快,字迹较前清晰,课堂考试均基本可以当堂完成,成绩良好。日常生活活动基本可以独立完成,每周周末坚持进行游泳、爬山、乒乓球等锻炼。随访评估结果:BBS 55 分、MBI 95 分、ES 58 分、WS 117 分,与训练结束时变化不大(表 3)。

3 讨论

小脑维持身体平衡的功能分别与古小脑、旧小脑和新小脑的功能相关联。古小脑主要接受来自前庭器官的冲动,通过控制前庭神经核的功能来维持身体平衡;旧小脑接受全身各处的肌、腱、关节的本体感觉冲动,部分前庭冲动和视、听、触等外部感觉冲动,整合后经传出纤维控制肌肉的张力,维持身体的姿势和平衡;新小脑对大脑皮质发动的随意运动和半机械运动有制动作用,防止运动过度,校正肢体(特别是四肢远端)的精细动作^[12]。对小脑损伤的动物模型试验以及共济失调患者的研究证实,小脑损伤患者的感觉运动皮层的兴奋性受到严重抑制,这种兴奋性是人类得以对周围环境学习和适应的重要因素,抑制的程度与学习障碍的严重程度相关^[13-15]。因此,损伤后感觉运动皮层兴奋性的抑制程度也会影响到患者运动技巧及日常生活活动能力的再学习过程。

目前针对小脑损伤后共济失调所致的平衡功能障碍有效的治疗方法不多,人类小脑疾病的恢复过程还缺乏相关的证据。然而动物实验结果表明,只要病损没有波及整个小脑半球,其病灶的相邻区域能够适应并补偿损伤的部位的功能^[3,16]。相关研究提示,脑血管病导致的平衡障碍与患者本身的感觉运动成分不足和选择恰当的感觉输入信号的能力降低密切相关^[17-19];人体姿势稳定的维持需要足够的视觉、本体觉和前庭觉信息的正确传入,当一种或多种感觉信息的传入变得不可靠时,中枢神经系统通过感觉重组迅速判断哪些感觉所提供的信息是有用的,哪些感觉所提供的信息是相互冲突的,从而选择出准确定位信息的感觉冲动。因此,改变感觉信息的传入可以作为平衡干扰的方法之一,通过运动学习获得身体适应性,改善肌肉活动与稳定身体动作之间的联系来减少跌倒的发生,维持平衡干扰过程中站立姿势的稳定^[20-24]。人体处于不断变化的动态环境中,用于姿势控制的感觉信息来源也是动态变化的,随着周围环境条件的改变而改变,当感觉传入信息相互矛盾或躯体感觉传入信息减少时,姿势定向依赖于前庭感觉信息系统^[25-26]。相关研究结果提示,前庭系统在姿势平衡的维持中发挥了重要的作用^[27-29]。

本例患儿的评估结果提示,患儿的 3 种感觉功能

均有不同程度受损,其中前庭功能受损最严重,因此在训练过程中,我们将前庭功能的改善作为重要目标。最初通过受力平台的活动或者通过视窗的晃动加强患儿利用感觉信息维持身体平衡的能力。在这两种状态下,与平衡有关的 3 种感觉信息中只有 1 种感觉信息输入受到干扰,患儿可以通过利用其他 2 种正确的感觉信息来维持身体平衡;其中在受力平台活动的状态下,患儿主要依赖视觉信息、前庭感觉信息维持身体平衡;在视窗晃动的状态下,患儿主要依赖本体感觉、前庭感觉控制身体稳定的能力。最后通过受力平台活动和视窗晃动来加强患儿在复杂环境中利用感觉信息保持身体稳定性的能力,在受力平台活动和视窗晃动的状态下,患儿主要依赖前庭感觉来维持姿势的稳定性。通过反复、针对性的感觉功能训练后,患儿的共济失调症状、身体平衡能力及日常生活活动能力都有了明显的改善,并且训练的效果维持了 3 个月,说明通过利用不同感觉信息输入、循序渐进的感觉功能训练有助于提高患儿对视觉、本体感觉和前庭感觉的整合能力,从中选择合适的感觉信息维持姿势稳定性,从而有效、持续地改善患儿的平衡能力,并有助于长期的整体运动功能恢复。此外,在训练的过程中,我们并没有单纯针对某种感觉功能进行单一的感觉训练,而是利用 3 种感觉信息之间的互相矛盾和互相代偿作用,提高中枢神经系统的对 3 种感觉信息整合能力,逐步提高患儿平衡控制能力。相关研究报道也提示,感觉代偿可以提高中枢神经系统控制姿势的综合能力,进一步活化和整合运动过程^[17]。通过恰当的感觉干扰训练后,患儿能够更容易掌握选择更可靠、更有效的感觉信息参与姿势控制,因此平衡仪训练对恢复感觉系统调节平衡的功能比传统训练方法有着明显的优势。

随着患儿对 3 种感觉信息整合能力的提高,患儿的平衡控制能力、日常生活活动能力也逐渐改善。在训练 5 周时,我们即开始针对患儿的前庭功能进行训练;训练 10 周时,患儿利用前庭信息维持姿势稳定的能力仍较差;15 周时,患儿的前庭功能恢复最明显,可以在复杂环境下,如站在一个不稳定的平面(受力平台活动)并闭上眼睛或视窗活动时,利用前庭信息保持身体平衡,整体平衡能力也有明显提高,日常生活自理能力也有最大改善,提示前庭功能的恢复有助于患儿整体运动功能的提高,从而改善患儿的日常生活活动能力,提高生活自理能力。相关研究也提示,康复专业人员在设计平衡训练计划时,制定与平衡有关的感觉训练(特别是前庭感觉)的具体目标有助于平衡和运动能力的全面恢复^[16,30]。从训练的时间来看,视觉、本体感觉功能的恢复相对较快,前庭功能的恢复最慢,前庭功能的改善需要长期、反复的训练。

在动态姿势平衡仪训练过程中,患儿双足自然站立于指定位置,利用屏幕上显示的身体重心视觉信息反馈,身体随显示屏上的光标移动,进行较差侧下肢负重能力训练,以及重心在身体的稳定极限内不同方向的转移、步行、上下楼梯等功能性活动的重心转移训练。在训练 2 周后,患儿的双下肢负重不均得到明显改善,重心分布基本居中;随着训练的进一步加强,重心分布改善也进一步巩固。此外,在感觉信息受到干扰的情况下,通过视觉生物反馈,学会控制地移动身体重心保持姿势稳定,有效地促进了运动的再学习,提高患儿身体对平衡干扰的适应能力,扩大了在稳定极限内移动身体重心的能力;同时结合步行、上下楼梯等与日常生活活动相关的训练,在功能性活动训练中教会控制身体重心、提高身体适应能力,从而最终获得控制姿势与平衡的能力,提高日常生活自理能力,为回归学校生活准备了必要的条件。

该患儿通过连续 22 周的动态姿势平衡仪平衡训练,取得了较好的效果。我们有以下几点体会:①利用不同感觉信息的反复输入,通过针对性的感觉功能康复训练,特别是前庭感觉功能训练,有助于患儿整体平衡功能和整体运动能力的提高;②根据视觉反馈的信息,在治疗师的提醒和帮助下,通过有意识地将身体重心转移到患侧下肢,提高动态平衡能力;③利用动态平衡仪训练重心控制,改善对身体重心和稳定极限的意识、控制能力以及协调能力,提高神经肌肉对平衡变化的反应,在静态和动态活动中促进平衡和协调能力的恢复,提高身体的稳定性;④利用视觉反馈对人体平衡系统进行综合训练时,借助计算机辅助康复程序令康复过程更系统、更直观和富有趣味性,提高患儿对平衡训练的兴趣和耐受能力。

本例患儿的结果提示,动态姿势平衡仪训练有助于纠正重心在双下肢的不对称分布,提高患儿的姿势稳定性,感觉功能训练有助于患儿中枢神经系统对 3 种感觉信息的整合能力,改善患儿的平衡功能和运动能力。采用动态平衡仪与传统康复训练相结合的治疗方法,能够最大限度地改善患儿的平衡功能、提高日常生活自理能力,使患儿能够尽早回归社会和学校,提高生活质量。

【参考文献】

- [1]南登崑. 康复医学[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:58—59.
- [2]Cooper IS. Involuntary Movement Disorders[M]. New York, NY: Harper & Row, Publishers Inc,1969.
- [3]Amici R, Avanzini G, Pacini L. Cerebellar Tumor Resections: Clinical Analysis and Physiopathologic Correlations[M]. New York, NY: S Karger and Co,1976:35—76.
- [4]Holmes G. The cerebellum of man[J]. Brain,1939,62:1.
- [5]Iloje SO. Measurement of muscle tone in children with cerebellar

- ataxia[J]. East Afr Med, 1994,71(4):256—260.
- [6]Gill-Body KM, Popat RA, Parker SW, et al. Rehabilitation of balance in two patients with cerebellar dysfunction[J]. Phys Ther, 1997,77(5):534—552.
- [7]Srivastava A, Taly AB, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: Role of force platform with visual feedback technique[J]. Neurol Sci,2009,287(1—2):89—93.
- [8]付奕,窦祖林,丘卫红,等. 脑卒中患者姿势控制能力的量化评价[J]. 中国康复医学杂志,2010,(10):947—952.
- [9]Cheng PT, Wang CM, Chung CY, et al. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients[J]. Clin Rehabil,2004,18(7): 747—753.
- [10]崔浩瀚,王玉龙,王玉珍,等. 平衡仪反馈训练法和 Bobath 平衡训练法对偏瘫患者平衡和功能性行走能力的影响[J]. 中国康复医学杂志,2005,20:753—755.
- [11]倪朝民. 神经康复学[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:53.
- [12]芮德源. 临床神经解剖学[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:334—339.
- [13]Liepert J, Kucinski T, Tüscher O, et al. Motor cortex excitability after cerebellar infarction[J]. Stroke,2004,35(11):2484—2488.
- [14]Hore J, Flament D. Changes in motor cortex neural discharge associated with the development of cerebellar limb ataxia[J]. Neurophysiol,1988,60(4):1285—1302.
- [15]Manto M, Ben Taib NO. A novel approach for treating cerebellar ataxias[J]. Med Hypoth,2008,71(1):58—60.
- [16]Ito M. The Cerebellum and Neural Control[M]. New York, NY: Raven Press Inc,1984:1—7.
- [17]赵春禹,张通,钮竹. 平衡训练在脑血管病康复中的机制及问题[J]. 中国康复理论与实践,2007,13(8):727—729.
- [18]Bonan IV, Colle FM, Guichard JP, et al. Reliance on visual information after stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil,2004,85(2):268—273.
- [19]Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, et al. Reliance on visual information after stroke. Part II: effectiveness of a balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke. A randomized controlled trial[J]. Arch Phys Med Rehabil,2004,85(2): 274—278.
- [20]Fransson PA, Johansson R, Hafstrom A, et al. Methods for evaluation of postural control adaptation[J]. Gait Posture,2000,12(1): 14—24.
- [21]McCollum G, Shupert CL, Nashner LM. Organizing sensory information for postural control in altered sensory environments[J]. Theor Biol,1996,180(3):257—270.
- [22]Flores AM. Objective measurement of standing balance[J]. Neural Repair,1992,45:102—108.
- [23]Oie KS, Kiemel T, Jeka JJ. Multisensory fusion: simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture[J]. Brain Res Cogn Brain Res,2002,14(1):164—176.
- [24]Fujiwara K, Kiyota T, Maeda K, et al. Postural control adaptability to floor oscillation in the elderly[J]. Physiol Anthropol,2007,26(4):485—493.
- [25]Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control[J]. Neurophysiology,2002,88(3): 1097—1118.
- [26]Hussan K, Kashlan E, Sheppard NT, et al. Evaluation of clinical measures of equilibrium[J]. Aryngoscope,1998,108(3):311—319.
- [27]郭丽敏,迟放鲁. 姿势平衡中的感觉相互作用[J]. 上海医学,2003,26(4):258—261.
- [28]Allum JH, Pfaltz CR. Visual and vestibular contributions to pitch sway stabilization in the ankle muscles of normals and patients with bilateral peripheral vestibular deficits[J]. Exp Brain Res,1985,58(1):82—94.
- [29]Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control[J]. Neurophysiology,2004,91(1):410—423.
- [30]Jean-Francois B, Boucher JP, Leriux A. Balance training following stroke: effects of task-oriented exercises with and without altered sensory input[J]. Int J Rehabil Res,2006,29(1):51—59.

(收稿日期:2010-11-23 修回日期:2011-01-25)