

认知双重任务训练对青年人动态平衡的影响

庄雯雯^{1,2}, 郑洁皎¹, 陈秀恩¹

【摘要】 目的:探讨认知平衡双重任务训练与常规平衡训练对提高动态平衡能力的作用。**方法:**选取年龄在20~25岁之间的健康青年人20名,随机分为2组各10例,观察组进行认知、平衡双重任务训练;对照组进行常规平衡功能训练。训练前后采用动态平衡测试仪评定其动态平衡能力,用连线测试评定其认知注意力。**结果:**训练2周后,在感觉统合测试(SOT)中观察组SOT综合得分及第5、6项测试得分均明显高于训练前及对照组($P<0.05$, 0.01),训练前后观察组第1、2、3、4项得分及对照组各项得分差异无统计学意义;在重心稳定极限测试中,观察组反应时较训练前明显降低($P<0.05$),移动速度、端点行程距离、最大偏移距离及方向控制能力较训练前明显提高($P<0.05$, 0.01),对照组在训练后移动速度、端点行程距离及最大偏移距离较训练前明显提高($P<0.05$, 0.01),而在反应时和方向控制方面训练前后差异无统计学意义,2组间比较差异无统计学意义。**结论:**认知双重任务训练可以提高青年人的动态平衡能力,且效果优于单任务平衡训练。

【关键词】 认知;动态平衡;双重任务;跌倒

【中图分类号】 R49 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2017.02.009

Effect of cognitive dual task training on the dynamic balance of young people Zhuang Jiwen, Zheng Jiejiao, Chen Xiuen. Huadong Hospital Affiliated to Fudan University, Shanghai 200040, China

【Abstract】 Objective: To explore the effect of dual task training and routine balance training on improving dynamic balance ability. **Methods:** Selected 20 young people aged 20-25 years old were randomly divided into two groups ($n=10$ in each group). The experimental group was given cognitive and balanced dual task training, and the control group was subjected to routine balance function training. The dynamic balance ability was assessed by the dynamic balance tester before and after training, and the cognitive attention was assessed by the connection test. **Results:** After two weeks of training, there was significant difference between the experimental group before and after training in sensory integration test ($P<0.01$), and the control group had no significant improvement before and after training. In the center of the stability limit test, the difference was statistically significant in the reaction time, movement speed, maximum offset results, the direction of travel and the endpoint control results before and after training in the experimental group ($P<0.05$, or $P<0.01$). The moving speed ($P<0.05$), and the endpoint travel and the maximum offset results ($P<0.01$) showed statistically significant differences before and after training in the control group. **Conclusion:** Cognitive dual task training can improve the dynamic balance ability of young people, and the effect is better than the single task balance training.

【Key words】 cognition; dynamic balance; dual task; fall

平衡是指身体所处的一种姿态以及在自身运动或受到外力作用时能够自动调整并维持姿势的一种能力^[1]。人类大部分日常任务的完成都依赖于身体的平衡功能^[2],近年来国内外已有许多研究证明认知是影响平衡的重要因素之一^[3],并已有关于认知结合平衡

训练对静态平衡的研究^[4]。为此,本研究将观察认知结合平衡训练对动态平衡的影响。另外,许多研究已发现我国青年人体质有所下滑^[5]。青年的体质健康状况关系到国家、民族未来的发展,重视他们的体质问题并对其进行干预训练具有积极的现实意义。平衡能力是评定运动机能及健康水平的重要身体素质指标,是反应人体体质水平的重要指标^[6]。国内外研究证明,科学合理的训练能够改善正常人平衡能力并预防跌倒^[7]。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2016年3月~2016年7月随机选取20名在我科实习的治疗师作为研究对象。入选标准:

基金项目:上海市重要薄弱学科建设项目(2015ZB0402);上海申康医院发展中心上海市市级医院新兴前沿技术联合攻关项目(SHDCI2014126);上海加快中医药事业发展三年行动计划(ZY3-LCPT-1-1008);上海市科委2013年度“科技创新行动计划”医学与农业领域重点项目(13411951100);上海市卫计委面上项目(201640093)

收稿日期:2016-08-16

作者单位:1. 复旦大学附属华东医院康复医学科,上海 200040;2. 上海体育学院,上海 200438

作者简介:庄雯雯(1991-),女,硕士研究生,主要从事运动康复方面的研究。

通讯作者:郑洁皎, zjjess@163.com

运动系统、神经系统及耳鼻喉科病史系统回顾和体格检查无异常;无眩晕史;偶尔但非定期参加体育锻炼;实验前未曾接触平衡测试仪、未进行过特殊的平衡训练。采用随机数字法分为2组各10例。①观察组,男性5例,女性5例,年龄(22.0 ± 1.41)岁,身高(164.7 ± 6.99)cm,体质量(60.2 ± 11.37)kg。②对照组,男性5例,女性5例,年龄(22.0 ± 1.49)岁,身高(170.8 ± 9.67)cm,体质量(62.3 ± 9.84)kg。2组一般资料比较差异无统计学意义。

1.2 方法 ①2组在训练开始之前均进行数字字母连线测试并记录用时和错误数。②2组在训练开始之前采用 NeuroCom Balance Manager 动态平衡测试仪进行感觉统和测试和姿态稳定极限测试并记录结果。③训练方法:使实验对象站在测力台指定位置,并在治疗师的指示下将重心分别移动到显示屏上的中、前、后、左、右五个指定光标中,在每个光标中保持2min。观察组在控制重心移动的同时利用“六六脑·脑功能认知障碍诊治系统软件 v1.0”完成 Stroop 冲突抑制任务训练。④2组均训练5次/周,10min/次,共2周。训练结束后实验对象需再进行数字字母连线测试与动态平衡仪上的四项测试并记录结果。

1.3 评定标准 采用 NeuroCom Balance Manager 动态平衡测试系统获得客观数据,该系统包括 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 的精密测力板、医疗隔离电源、计算机、专用平衡处理和分析软件及打印机。软件将压力传感器上的力学信号记录并转换成数字信号传入电脑中,并进行分析处理。被测试者脱鞋,穿上保护装备,双足站在测力板上依据身高分配的指定位置。①感觉统和测试(Sensory Organization Test, SOT):动态平衡测试系统依次提供6项环境,每项测试3次,每次10s,每项测试得分取3次的平均值。第1项:睁眼,环境和地面稳定;第2项:闭眼,环境和地面稳定;第3项:睁眼,地面稳定,环境晃动;第4项:睁眼,环境稳定,地面摆动;第5项:闭眼,环境稳定,地面摆动;第6项:睁眼,环境晃动,地面摆动。要求受试者双手自然下垂,眼睛平视前方,尽量保持身体稳定站立。测试系统将重心晃动速度、幅度、轨迹长等综合计算出分数。数据记录每一次测试得分以及感觉统和测试综合得分(即动态平衡能力得分)。②姿态稳定极限(Limit of Stability, LOS)测试:受试者现将重心保持在两足中间,根据屏幕提示,依次将重心移动到前方、右前方、右方、右后方、后方、左后方、左方、左前方这八个方向的最远距离。每一个方向测试完后都要将重心移回中间再重新开始下一个方向的测试。数据记录每个方向的反应时、移动速度、端点行程、最大偏移、方向控制,以及每

个指标的综合值。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 19.0 统计软件进行处理,数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内均数比较采用配对样本 t 检验,组间均数比较采用独立样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 感觉统合测试 训练2周后,观察组 SOT 综合得分及第5、6项测试得分均明显高于训练前及对照组($P < 0.05, 0.01$),训练前后观察组第1、2、3、4项得分及对照组各项得分差异无统计学意义。见表1。

表1 SOT 各项测试2组训练前后比较 分, $\bar{x} \pm s$

SOT 得分	观察组($n=10$)		对照组($n=10$)	
	训练前	训练后	训练前	训练后
综合	76.5 ± 6.5	82.3 ± 4.1^{bc}	77.5 ± 7.4	77.1 ± 5.8
第1项	94.6 ± 1.8	95.8 ± 1.3	93.9 ± 2.0	96.6 ± 2.4
第2项	93.7 ± 2.0	94.1 ± 1.6	92.8 ± 2.2	92.2 ± 3.4
第3项	91.9 ± 4.9	94.3 ± 2.4	91.1 ± 4.3	92.6 ± 1.7
第4项	78.4 ± 9.8	83.9 ± 5.3	81.9 ± 5.2	80.1 ± 8.9
第5项	65.0 ± 12.0	72.0 ± 7.2^{ac}	65.7 ± 13.5	66.1 ± 10.6
第6项	59.7 ± 10.5	70.9 ± 8.8^{ac}	60.1 ± 17.6	59.0 ± 14.3

与训练前比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;与对照组比较,^c $P < 0.05$

2.2 姿态稳定极限测试 训练2周后,观察组反应时较训练前明显降低($P < 0.05$),移动速度、端点行程距离、最大偏移距离及方向控制能力较训练前明显提高($P < 0.05, 0.01$);对照组在训练后移动速度、端点行程距离及最大偏移距离较训练前明显提高($P < 0.05, 0.01$),而在反应时和方向控制方面训练前后差异无统计学意义。2组间各项评定比较差异无统计学意义。见表2。

表2 LOS 各项测试2组训练前后比较 $\bar{x} \pm s$

参数	观察组($n=10$)		对照组($n=10$)	
	训练前	训练后	训练前	训练后
反应时(s)	0.8 ± 0.3	0.5 ± 0.1^a	0.8 ± 0.2	0.6 ± 0.2
移动速度(deg/s)	4.9 ± 1.8	6.8 ± 1.7^a	4.2 ± 1.3	6.5 ± 1.9^a
端点行程(%)	69.2 ± 15.7	84.7 ± 7.3^b	70.0 ± 8.3	83.4 ± 12.2^b
最大偏移(%)	83.7 ± 12.5	96.5 ± 4.2^a	81.8 ± 10.0	93.7 ± 7.3^b
方向控制(%)	73.7 ± 7.4	81.9 ± 2.7^b	79.0 ± 8.3	80.1 ± 4.7

与训练前比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$

3 讨论

近年来国内对于平衡训练的研究重点主要放在有平衡功能障碍的人群上,如偏瘫、脑瘫、运动器官损伤患者和平衡能力衰减的老年人^[8-9],以及运动员、宇航员等对平衡能力要求很高的专业人员^[10],对普通健康人的平衡能力的训练研究和相关报道都很少。另外,国外的一些研究指出,拥有较好平衡能力的运动员或大学生,在他们平时的比赛或者运动中发生运动损伤

的几率较低^[11-12],这说明平衡能力的提高,确实有助于人体在运动过程中较好的控制身体,以降低伤害的发生率。同时也提示我们,对运动员甚至非运动专业的普通大学生进行平衡能力的训练,在对于预防他们在运动中损伤的发生,也具有重要的意义。我国国民体质监测中对人体平衡能力进行测定,认为平衡功能最佳年龄在20~25岁之间^[13-14],因此研究此段年龄的青年人平衡能力有重要意义。

人类的平衡感觉系统包括视觉、本体感觉和前庭觉。感觉统合测试通过改变环境或人体感觉输入条件,测试出人体在动态环境下的平衡能力。动态平衡能力包括2个方面^[15]:①自动态平衡,即人体在进行各种自主运动,例如由坐到站,或者站着将重心向各个方向移动即本研究中的LOS测试;②他动态平衡,即人体在外界干扰下保持平衡,例如推、拉力下恢复稳定状态或者在环境、地面状态改变影响姿势的同时,保持自身姿势稳定的能力,即本研究中的SOT。感觉统合测试会通过隔离受试者一种或多种感觉,测试出某一种感觉功能是否正常。比如其中第5项,要求受试者在闭眼,足下地面摆动的情况下保持平衡。此时受试者主要是运用前庭觉来维持自身姿势控制。人体对姿势和平衡的控制,不仅受大脑皮质、脊髓等运动中枢的调控,还涉及认知和感觉加工过程^[16],是知觉、认知和运动系统交互作用的结果。研究认为,当总认知负荷未超出机体可承受的认知负荷时,可以有多余认知负荷供使用,这为完成双重任务操作提供了理论基础。但是,当总认知负荷超出机体可承受的认知负荷时,认知负荷不足会导致任务完成率下降^[17]。

认知平衡双重任务训练被定义为同时或交替性进行两项或两项以上的认知和平衡训练^[18]。认知训练包括一系列记忆或注意任务(涉及工作记忆和执行功能),如数字计算、视觉寻找、言语流畅性及反馈训练等。常见的平衡训练形式包括走路、平衡板、平衡仪等^[19-20]。认知功能主要包括记忆力、执行功能、空间定向能力、言语功能等。平衡功能的维持是大脑全面信息处理系统的一部分,与认知过程相互影响,尤其是空间记忆^[21]。前人对老年人进行空间记忆-平衡双重任务训练后,发现与空间记忆相关的认知资源可用于动态平衡的恢复^[22]。其原因在于使用空间记忆用于指导空间注意力和运动的空间位置,可通过额叶前部皮质空间编码形成,提高大脑前额的锻炼^[23-24]。

Vuillermé等^[25]研究了青年人的认知注意如何影响着站立时的平衡能力,发现认知注意的焦点对压力中心摆动速度有影响,并从神经学的角度出发,认为有意的动作控制会调动额外的身体动作单元,使神经肌

肉的活动增加,反而影响站立姿势的控制。前人以年轻人为被试,通过控制认知任务和平衡任务的难度探讨对平衡能力的影响,发现当认知任务难度增加,姿势摆动降低^[26]。认知任务难度的提高使受试者把注意力从平衡相关的因素转移开,避免对姿势的过度矫正,从而增加姿势稳定性。前人采用了音乐双重任务对青年人进行干预,发现对平衡的影响不明显。这可能是因为音乐是一种被动接受的外部刺激,会被作为一种干扰信号被大脑接收,但由于没有认知的主动参与,对大脑认知的影响较小^[4]。也可能是因为音乐作为认知干预时,对年轻人的注意力影响太小,从而不能影响平衡能力。Silsupadol等^[27]考察了对平衡受损老年人的两种平衡训练方式的效果,一种为单任务平衡训练,另一种为双任务训练,即在平衡训练时执行记忆任务。结果发现,双任务下的训练效果可持续3个月,并且在被试在新的双任务中的操作也得到了改善,证实了双任务训练的迁移作用。而Stroop冲突抑制认知训练需要受试者主动参与,经过认知训练,对冲突信号起监控作用的前扣带回皮层激活程度降低,而执行冲突解决的前额皮层激活程度增加,加强了自上而下的认知控制能力,进而导致干扰控制能力的提升^[28-29]。本研究发现训练结束后,观察组动态平衡提高的结果明显优于对照组,这验证了前人的研究结果:与空间记忆相关的认知资源可用于动态平衡的恢复^[30]。并且观察组认知测试提高的结果也优于对照组,这验证了我国学者认知平衡双重任务训练可以同时促进平衡和认知能力的结论^[21]。

另外,对于认知双重任务训练对提高维持平衡的哪种能力提高最显著,目前还没有统一定论。有研究指出,双任务训练对中枢神经系统疾病,如轻度认知功能障碍、阿尔茨海默病、痴呆、脑卒中、帕金森病等老年患者认知功能的积极效应更为显著^[31-32]。也有研究认为,认知双重任务对视觉在维持平衡时的能力提高可能更有效^[4]。而本研究在感觉统合测试中发现第5项(闭眼,环境稳定,地面摆动)和第6项(睁眼,环境晃动,地面摆动)测试中观察组训练后成绩均有显著提高,这提示认知平衡双重任务训练可能在提高人体感觉统合中的前庭觉方面更有效,这需要我们再做进一步的研究。

【参考文献】

- [1] 郑洁皎,赵尚敏,陈秀恩,等.运动习惯对老年人平衡能力的影响[J].中国康复理论与实践,2008,14(1):73-73.
- [2] 宋利娜,张洪斌.脑卒中偏瘫患者平衡功能康复方法研究进展[J].中国康复医学杂志,2012,27(8):781-783.
- [3] Wang XQ, Pi YL, Chen BL, et al. Cognitive motor intervention

- for gait and balance in Parkinson's disease: Systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Rehabil*, 2016, 30(2): 134-144.
- [4] 戚维璜, 郑洁皎, 安丙辰. 认知双重任务干扰平衡功能的研究[J]. *中国康复*, 2014, 29(2): 83-85.
- [5] 邓希泉, 邹宇春. 改革开放以来青年健康的主要问题研究[J]. *北京青年研究*, 2015, 12(1): 23-42.
- [6] 华冰. 加滑扰动训练对大学男生平衡能力影响效果评价[J]. *中国学校卫生*, 2016, 37(5): 776-780.
- [7] Logghe IH, Verhagen AP, Rademaker AC, et al. The effects of Tai Chi on fall prevention, fear of falling and balance in older people: a meta-analysis[J]. *Prev Med*, 2010, 51(3-4): 222-227.
- [8] Cho KH, Lee KJ, Song CH. Virtual-reality balance training with a video-game system improves dynamic balance in chronic stroke patients[J]. *Tohoku J Exp Med*, 2012, 228(1): 69-74.
- [9] Fourtassi M, Rode G, Tilikete C, et al. Spontaneous ocular positioning during visual imagery in patients with hemianopia and/or hemineglect[J]. *Neuropsychologia*, 2016, 86(2): 141-152.
- [10] Lee BA, Lee SH, Oh DJ. Effects of peripheral injury in athletes with long-term-exercise participation in modern pentathlons[J]. *J Exerc Rehabil*, 2013, 9(5): 481-488.
- [11] Trojian TH, Mckeag DB. Single leg balance test to identify risk of ankle sprains[J]. *Br J Sports Med*, 2006, 40(7): 610-613.
- [12] Steinberg N, Eliakim A, Zaav A, et al. Postural balance following aerobic fatigue tests: A longitudinal study among young athletes[J]. *J Mot Behav*, 2016, 48(4): 332-340.
- [13] 国家体育总局群体司. 年国民体质检测报告[M]. 北京: 北京人民体育出版社, 2002: 234-237.
- [14] 国家体育总局. 国民体质测定标准手册. 成年人部分[M]. 北京: 人民体育出版社, 2004: 357-359.
- [15] 刘崇, 任立峰, 史建伟, 等. 人体平衡能力的评价系统[J]. *中国组织工程研究*, 2009, 13(2): 363-367.
- [16] Yogev-Seligmann G, Hausdorff JM, Giladi N. The role of executive function and attention in gait[J]. *Mov Disord*, 2008, 23(3): 329-342.
- [17] Fraser KL, Ayres P, Sweller J. Cognitive load theory for the design of medical simulations[J]. *Simul Healthc*, 2015, 10(5): 295-307.
- [18] Shin SS, An DH. The effect of motor dual-task balance training on balance and gait of elderly women[J]. *J Phys Ther Sci*, 2014, 26(3): 359-361.
- [19] Pichierri G, Wolf P, Murer K, et al. Cognitive and cognitive-motor interventions affecting physical functioning: a systematic review[J]. *BMC Geriatr*, 2011, 11(1): 29-33.
- [20] Rahe J, Petrelli A, Kaesberg S, et al. Effects of cognitive training with additional physical activity compared to pure cognitive training in healthy older adults [J]. *Clin Interv Aging*, 2015, 10(3): 297-310.
- [21] 陈秀恩, 郑洁皎, 施海涛, 等. 认知注意力、平衡功能双重任务训练对预防老年人跌倒的临床研究[J]. *中国康复*, 2016, 31(3): 215-217.
- [22] Cheng KC, Pratt J, Maki BE. Do aging and dual-tasking impair the capacity to store and retrieve visuospatial information needed to guide perturbation-evoked reach-to-grasp reactions[J]? *PLoS One*, 2013, 8(11): 794-801.
- [23] Bai CH, Bridger EK, Zimmer HD, et al. The beneficial effect of testing: an event-related potential study[J]. *Front Behav Neurosci*, 2015, 9(3): 248-255.
- [24] Huppert T, Schmidt B, Beluk N, et al. Measurement of brain activation during an upright stepping reaction task using functional near-infrared spectroscopy[J]. *Hum Brain Mapp*, 2013, 34(11): 2817-2828.
- [25] Pradels A, Pradon D, Hlavackova P, et al. Sensory re-weighting in human bipedal postural control: the effects of experimentally-induced plantar pain[J]. *PLoS One*, 2013, 8(6): 655-660.
- [26] Swan L, Otani H, Loubert P, et al. Reducing postural sway by manipulating the difficulty levels of a cognitive task and a balance task[J]. *Gait & Posture*, 2007, 26(3): 470-474.
- [27] Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, et al. Effects of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: a double-blind, randomized controlled trial[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009, 90(3): 381-387.
- [28] Millner AJ, Jaroszewski AC, Chamarthi H, et al. Behavioral and electrophysiological correlates of training-induced cognitive control improvements[J]. *Neuroimage*, 2012, 63(2): 742-753.
- [29] Protopapas A, Vlahou EL, Moirou D, et al. Word reading practice reduces Stroop interference in children [J]. *Acta Psychol (Amst)*, 2014, 148(2): 204-208.
- [30] Cheng KC, Pratt J, Maki BE. Effects of spatial-memory decay and dual-task interference on perturbation-evoked reach-to-grasp reactions in the absence of online visual feedback[J]. *Hum Mov Sci*, 2013, 32(2): 328-342.
- [31] Reijnders J, Van Heugten C, Van Boxtel M. Cognitive interventions in healthy older adults and people with mild cognitive impairment: a systematic review[J]. *Ageing Res Rev*, 2013, 12(1): 263-275.
- [32] Muniz R, Serra CM, Reisberg B, et al. Cognitive-motor intervention in Alzheimer's disease: long-term results from the maria wolff trial[J]. *J Alzheimers Dis*, 2015, 45(1): 295-304.