

认知双重任务干扰平衡功能的研究

戚维璜^{1,2,3}, 郑洁皎¹, 安丙辰¹

【摘要】 目的:探讨单项认知任务和双重认知任务的差别,以及音乐双重任务与心算双重任务对平衡功能的不同影响。方法:选取青年25名,在静态平衡仪上进行睁眼与闭眼状态下的左右单足支撑站立测试,共3次,每次间隔2周。3次测试分别为:单项任务、音乐双重任务和心算题双重任务平衡测试。记录重心左右及前后最大摆幅、重心外周面积。结果:3种测试任务中,左右腿之间的差异无统计学意义;音乐双重任务测试和单项任务测试之间无统计学差异。睁眼测试的左右最大摆幅、前后最大摆幅和重心外周面积明显低于闭眼测试($P<0.05$)。心算题双重任务测试在睁眼测试重心左右及前后最大摆幅和重心外周面积上较单项任务测试、音乐双重任务测试均有明显增加($P<0.05$),而闭眼测试的变化并不具统计学差异。结论:视觉是维持机体平衡的重要感觉系统之一,并受认知任务和认知负荷分配的影响。

【关键词】 认知负荷;平衡;单项任务;双重任务;音乐

【中图分类号】 R49 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2014.02.001

Effect of cognitive dual task on body balance QI Wei-huang, ZHENG Jie-jiao, AN Bing-chen. Department of Rehabilitation Medicine, Huadong Hospital, Shanghai 200040, China

【Abstract】 Objective: To compare the differences among single task, music dual task and mental arithmetic dual task on body balance. Methods: The balance function (standing on one leg in eyes-open and eyes-closed situations) of 25 normal university students was recorded. Subjects were tested in three different conditions: single task, dual task 1 (music group) and dual task 2 (mental arithmetic group). The maximum and average deviation of center of pressure in both frontal and vertical plane and peripheral area of center of pressure were collected. Results: There was no significant difference in the three tasks tested between the left and right leg conditions. The data of maximum deviation of center of pressure in eyes-open situations were all less than in eyes-close situations in single task test, dual task 1 and dual task 2 ($P<0.05$). No significant difference was found between single task and dual task 1, but maximum deviation of center of pressure in dual task 2 was increased significantly, and that in the anteroposterior axis, coronal axis and the peripheral area in the dual task 1 in eyes-open situation as compared with single task ($P<0.05$). No increase was observed in eyes-closed situation. Conclusion: Visual system may play an important role in keeping balance of human bodies, but it is disturbed by cognitive load and distribution.

【Key words】 cognitive load; balance; single task; dual task; music

平衡功能是指机体在运动或受到外界影响时能自主调整并维持稳定姿势的能力^[1],有赖于中枢神经控制下的感觉和运动系统功能的共同参与、相互作用及协作,其中任何一个环节出现异常都会导致跌倒的发生^[2]。近年来研究发现认知状况及认知任务是影响跌

倒的重要因素^[3],并已有学者对不同状态下的平衡能力及病理状态下的人群进行了研究^[4-5]。为此,本研究将观察不同认知任务对青年人平衡功能的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2012年12月~2013年2月选取上海体育学院、上海中医药大学等学校的大专及以上学历健康大学生25名,男15名,女10名;年龄(21.5 ± 3.5)岁;身高(169.5 ± 13.5)cm;体质量(68.0 ± 22.0)kg;脚码(25.0 ± 3.0)cm。

1.2 方法 采用德国MTD-Balance静态平衡测试

基金项目:上海市科委“科技创新行动计划”重大项目(13411951100),卫计委项目(2013SY002)

收稿日期:2013-12-25

作者单位:1. 华东医院康复医学科,上海200040;2. 上海体育学院,上海200040;3. 早稻田大学运动科学研究科,东京169-8050

作者简介:戚维璜(1988-),男,博士,主要从事神经康复方面的研究。

通讯作者:郑洁皎, zjjess@163.com

仪,安静环境中对 25 名受试者分别进行 3 项任务平衡测试,测试间隔 2 周,测试内容顺序随机安排。①单项任务平衡测试:即普通的平衡测试,无外界因素干扰。②音乐干预的双重任务平衡测试:即在正常平衡测试的过程中全程聆听指定音乐(门德尔松的《乘着歌声的翅膀》,长笛纯音乐版),音量控制在适中范围,不引起受试者不适。③数学心算题干预的双重任务平衡测试:即在正常平衡测试的过程中全程对被测试者提问,题目包括 3 位数以内的简单四则运算,由同一测试者口头叙述题目。被测试者被要求以尽可能快、正确地完成心算口述答案。测试过程中采用 Berg 平衡反应实验中的单腿站立姿势。分别在睁眼和闭眼状态下保持单腿站立姿势 10s,仪器记录重心移动轨迹,睁眼时目视正前方测试仪自带屏幕,测试时需保持心态平稳维持常态。

1.3 评定标准 记录 3 种任务下睁、闭眼左、右腿平衡测试的左右最大摆幅、前后最大摆幅和重心外周面积。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计软件进行分析。计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,单因素方差分析,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

25 名青年人在 3 种任务测试中,左右腿之间的差异无统计学意义;睁眼测试的左右、前后最大摆幅和重心外周面积明显低于闭眼测试($P < 0.05$)。音乐双重任务测试和单项任务测试之间比较差异无统计学意义。心算题双重任务测试在睁眼测试重心左右最大摆幅、前后最大摆幅和重心外周面积上较单项任务测试、音乐双重任务测试均明显增加(均 $P < 0.05$),而闭眼测试的变化并不具统计学差异。见表 1。

表 1 25 名健康青年人 3 项任务平衡测试的运动轨迹比较

					$\bar{x} \pm s$
运动轨迹	单腿	睁眼/ 闭眼	单任务 测试	音乐双重 任务测试	心算双重 任务测试
左右最大摆幅 (mm)	右腿	睁眼	17.77±5.14 ^a	16.14±4.27 ^a	23.56±5.31 ^{ab}
		闭眼	33.05±10.15	30.86±16.53	35.16±11.95
	左腿	睁眼	17.23±5.81 ^a	16.77±5.06 ^a	29.24±7.83 ^{ab}
		闭眼	38.27±13.99	32.27±11.68	36.33±16.51
前后最大摆幅 (mm)	右腿	睁眼	28.23±9.30 ^a	27.23±8.82 ^a	34.78±9.91 ^{ab}
		闭眼	58.55±22.55	50.23±15.73	54.56±26.22
	左腿	睁眼	31.59±13.25 ^a	26.18±5.30 ^a	43.78±11.40 ^{ab}
		闭眼	61.14±30.13	61.09±27.71	65.67±18.67
重心外周面积 (mm ²)	右腿	睁眼	313.23±153.82 ^a	279.32±137.52 ^a	530.11±151.51 ^{ab}
		闭眼	1243.95±733.59	1016.95±652.31	1292.67±903.01
	左腿	睁眼	354.73±256.80 ^a	284.23±114.25 ^a	927.33±314.90 ^{ab}
		闭眼	1542.41±1022.32	1304.36±926.35	1511.67±1068.91

与闭眼比较,^a $P < 0.05$;与单项任务测试、音乐双重任务睁眼测试比较,^b $P < 0.05$

3 讨论

视觉是维持人体平衡的重要感觉系统^[2]。本研究进一步证实了视觉对平衡功能的影响,并发现被动接受的音乐作为第二任务对视觉的干扰不明显,而心算双重任务可以干扰视觉维持平衡的能力。视觉系统在平衡控制中对自身空间位置等信息进行收集,有利于保持重心的平衡^[2,6];闭眼时缺少视觉反馈,当人体的前庭系统与本体感觉系统功能衰退时,人体的摆动幅度增大,平衡调节能力下降。由于被测试者皆为正常青年人,具有较好的平衡能力,故测试过程中采用 Berg 平衡反应实验中的单腿站立姿势。青年的本体感觉与前庭器官正处于巅峰时期,即使在闭眼单脚站立这种不稳定状态下,运动系统也能通过对肌肉的调节保持姿势相对的稳定,良好的牵张反射和精确迅速的神经调节确保了平衡,防止双脚落地或跌倒的发生,因此能够完成本研究闭眼单腿站立的测试,但视觉阻断对青年人平衡的影响还是要引起足够的重视。本研究发现闭眼可以明显增加重心左右、前后最大摆动幅度和重心外周面积,增加跌倒、损伤的概率。老年人的前庭系统与本体感觉系统功能均不同程度衰退,因此保持良好的视觉环境,如治疗眼部疾病、改善照明措施等方法对于预防老年人跌倒均有重要的意义。

根据 Graham^[7] 和 Sweller 等^[8] 的认知负荷理论,当总认知负荷未超出机体拥有的认知负荷时,会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。而当总认知负荷超出机体拥有的认知负荷时,认知负荷不足会导致任务绩效下降^[9]。视觉输入需要占用机体的认知负荷^[6]。当视觉输入关闭后,原先分配到视觉接受的认知负荷因为闭眼而没有被分配,继而出现了空余的认知负荷,这部分认知负荷可以分配到心算任务上,因此闭眼状态心算题测试时,青年人的平衡功能未出现明显变化。睁眼状态心算题测试时,视觉和心算题都会占用认知负荷。由于总负荷超过了人体拥有的最高负荷,视觉和心算互相争夺认知资源,影响到视觉维持平衡的功能,这很好解释了本研究所发现的闭眼心算双重任务测试时被测试者的重心摆动幅度与单任务测试相比并没有出现明显变化;睁眼测试时,心算题双重任务明显增加了重心摆动幅度,提示心算题任务与视觉竞争了维持平衡的认知资源。

另外,认知任务的分配也可能是导致心算题测试影响视觉发挥促进机体平衡的因素。睁眼状态下由于维持身体平衡的 3 个系统(前庭、本体感觉、视觉)都在正常运行,与正常状态无差别,大脑皮层会把计算任务的优先级上升,优先处理心算题,导致认知负荷被占

用,躯干维持稳定的能力相对下降;而闭眼状态下,维持平衡的系统调整发生改变,大脑皮层把维持平衡的优先级提高,把心算题任务的优先级下降,通过这种调整继续维持了人体的相对平衡。

本研究发现无论在睁眼、闭眼,音乐双重任务对青年人平衡的影响不明显。根据注意的瓶颈理论^[10],音乐作为被动接受的外部刺激,会被作为一种干扰信号被大脑接收。由于没有认知的主动参与,对大脑认知的影响较小。青年人认知负荷较大,这种小的干扰还不能吸引被测试人员的更多关注,没有影响被测试者的平衡功能。

总之,视觉是维持机体平衡的重要感觉系统,认知任务和认知负荷的分配将会影响视觉维持平衡功能,为进一步探讨认知功能影响平衡功能奠定了基础。

【参考文献】

- [1] 郑洁皎,赵尚敏.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] 朱琪,羊建中,乔蕾,等.视觉代偿对系统性红斑狼疮患者平衡功能的影响[J].中国康复,2012,25(6):439-440.
- [3] Zheng JJ, Wang XQ, Hua YH. Cognitive Dual-Task training improves balance function in patients with stroke [J].

Healthmed,2012,6(3):840-845.

- [4] 肖春梅. 单项任务与双重任务条件下平衡训练提高老年人平衡能力比较研究[J]. 中国体育科技, 2012, 48(3): 100-103.
- [5] Akito H, Masanori N, Yoshikuni M. Music therapy in parkinson's disease: Improvement of parkinsonian gait and depression with rhythmic auditory stimulation[J]. Parkinsonism & Related Disorders, 2006, 1(2): 76-76.
- [6] Walker C, Brouwer BJ, Culham EG. Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke[J]. Phys Ther, 2000, 80(9): 886-895.
- [7] Graham C. Research into Cognitive Load Theory and Instructional Design at UNSW[J]. Cognitive Load Theory & Instructional Design at UNSW. 1998. From http://education.arts.unsw.edu.au/CLT_NET_Aug_97.HTML.
- [8] Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning[J]. Cognitive Science, 1988, 12(2): 257-285.
- [9] Falk M, Sebastian B. Young and old adults prioritize dynamic stability control following gait perturbations when performing a concurrent cognitive task[J]. Gait&Posture, 2013, 37(3): 373-377.
- [10] 罗跃嘉, 魏景汉. 注意的认知神经科学研究[M]. 北京: 高等教育出版社, 2003, 3-4.

• 近期国外期刊文摘 •

半月板修复术后的负重

康复治疗是半月板手术修补后恢复的一个重要影响因素。然而,最佳的康复方案尚未建立。此项研究旨在探究在进行半月板修复术后,自由或受限的康复方案对患者结局的影响。

这一前瞻性随机对照实验纳入了 60 名半月板损伤的年轻患者。他们都接受了手术修补,之后他们被随机分为 2 组,自由康复方案组的患者自术后第二天患侧膝关节的活动范围和负重可不受限制地进行,而限制康复组的患者在术后 6 周内患侧膝关节活动范围和负重都受到一定限制。在术后第 3、12、24 个月对受试者进行评估,内容包括骨关节炎预后评分(KOOS)及 Tegner 功能评分。主要结局变量为手术失败,研究者将手术失败定义为在研究的 2 年内对具有持续症状或症状出现复发的患者采用重复关节镜检查进行评估而确定。

在 24 个月的随访中,自由康复组中的九名患者和限制康复组中的十名患者在关节镜检中发现半月板未愈合。两年来,限制康复组的 KOOS 疼痛评分为 82,而自由康复组的是 87。Tegner 评分在限制康复组是 4.1,自由康复组为 4.5。这两组数据差异均无意义。

结论:此项前瞻性研究提示,与对负重和活动范围进行限制的康复方案相比,在半月板修补术后采用自由康复方式是安全的,并不会增加手术失败率。

Lind M, Nielsen T, Faunø P, et al. Free Rehabilitation Is Safe after Isolated Meniscus Repair: A Prospective, Randomized Trial Comparing Free with Restricted Rehabilitation Regimens. Am J Sports Med. 2013, December; 41(12): 2753-2758.

中文翻译由复旦大学华山医院吴毅教授主译编