

虚拟情景互动训练对老年人跌倒风险的干预效果研究

孟九菊¹, 徐小丹², 张华², 裴向前², 刘糠², 周富², 江园²

【摘要】 目的:探究虚拟情景互动训练对老年人跌倒风险的干预效果。**方法:**40例受试者随机分为对照组和训练组,各20例。对照组受试者仅进行预防跌倒的健康教育干预,训练组受试者在健康教育的同时进行虚拟情景互动训练3个月。训练前后2组受试者均进行动态步态指数(DGI)、记时起立行走测试(TUGT)和修订版跌倒功效量表(MFES)评价,并检测血清脑源性神经营养因子(BDNF)水平。**结果:**训练3个月后,训练组DGI和MFES评分均较训练前显著提高($P<0.01$),并且均明显高于对照组水平(均 $P<0.05$);训练组TUGT和总分较训练前均显著降低(均 $P<0.05$),并且均明显低于对照组水平(均 $P<0.05$);训练组血清BDNF水平较训练前及对照组均显著升高(均 $P<0.01$)。**结论:**虚拟情景互动训练能够改善老年人认知老化,提高步态稳定性和身体运动功能,促进大脑BDNF分泌,对降低老年人跌倒风险具有良好的干预效果。

【关键词】 虚拟情景互动训练;老年人;跌倒;脑源性神经营养因子

【中图分类号】 R49 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2020.01.011

Effect of virtual situational interactive training system on reduction of falling risk of older adults Meng Jiuju, Xu Xiaodan, Zhang Hua, et al. Department of Rehabilitation Medicine, Xindu District People's Hospital, Chengdu 610500, China

【Abstract】 Objective: To investigate the intervention effect of virtual situational interactive training system reducing the falling risk in older adults. **Methods:** Forty older adults were randomly divided into control group and training group, 20 cases in each group. The control group received education of falls prevention program. The training group received education of falls prevention program combined with virtual situational interactive training for three months. The dynamic gait index (DGI), time up and go test (TUGT), modified falls efficacy scale (MFES) and serum BDNF were recorded and evaluated before and after intervention, respectively. **Results:** After virtual situational interactive training, the DGI and serum BDNF of the older adults in training group were enhanced, and the results of TUGT and MFES were significantly improved as compared with those before intervention and the control group (all $P<0.05$), respectively. **Conclusion:** Virtual situational interactive training system can improve cognitive aging, gait stability, body movement function and BDNF levels of the older adults, and has a good intervention effect on reducing the falling risk of older adults.

【Key words】 virtual situational interactive training; older adults; falling; brain-derived neurotrophic factor

随着岁数的增长,老年人自身机体功能衰退,发生跌倒的风险逐渐升高。因跌倒致老年人伤残、死亡的事件时有发生,不仅严重威胁老年人的身心健康和生

活质量,也为家庭和社会带来沉重负担^[1]。跌倒已经是我国65岁以上老年人群的首位伤害死因^[2]。预防和控制老年人跌倒具有重要意义。通过对老年人、家属或护工开展预防跌倒健康宣讲,家庭、社区等生活环境改造,积极处理老年人慢性疾病等措施可以一定程度降低老年人跌倒的风险。Avers等^[3]以人群为基础

进行队列研究结果表明:增强肌肉功能和身体活动能力可有效降低老年人的跌倒风险。太极拳、慢跑、散步、核心肌力训练、简单反应速度训练等不同方式的体育锻炼或康复训练均能够降低老年人跌倒风险^[4-6],然而这些干预方式的锻炼时间、强度、频率缺乏规范化的标准,而且周期较长,内容较单调,老年人的参与度易受影响。虚拟情景互动训练是一套基于计算机体感互动技术的专业康复训练模式,可标准化地评估受试者的状态和指标,同时通过体感互动“游戏”的形式替代传统的康复训练内容,维持康复对象的训练兴趣,提高主动参与性,达到更好的康复训练效果,同时缩短预期的时间。因此,本研究利用虚拟情景互动训练作为运动训练模式,探究其对老年人跌倒风险的干预效果。

基金项目:四川省教育厅科研项目(18ZB0171);成都医学院科研基金一般项目(CYZ17-27)

收稿日期:2019-03-04

作者单位:1.成都市新都区人民医院康复医学科,成都610500;2.成都医学院第一附属医院康复医学科,成都610500

作者简介:孟九菊(1988-),女,主管技师,主要从事老年康复方面的研究。

通讯作者:江园,85741920@qq.com

1 资料与方法

1.1 一般资料 观察对象为2017年10月~2018年10月成都市新都区老年人,采用方便抽样,共选取40例。纳入标准:年龄65~75岁;纽约心脏协会(New York Heart Association, NYHA)心功能分级II级以上;无肢体活动障碍;糖尿病患者血糖控制良好,高血压患者血压控制良好;了解本研究目的,自愿参加运动训练,并签署知情同意书。排除标准:有严重认知障碍,不能理解训练内容;肢体运动功能障碍;有严重的心、肾、肝、功能不全;有严重骨质疏松症(T 值 ≤ -2.5);滥用酒精、药物或其他影响中枢神经系统功能的物质;精神异常。剔除标准:不能坚持完成训练,中途退出。将受试者按数字表随机分为对照组和训练组,每组20例。对照组:男8例,女12例;年龄(69.3 ± 3.8)岁。训练组:男9例,女11例;年龄(70.4 ± 3.1)岁。2组受试者年龄、性别差异无统计学意义。

1.2 方法 对照组受试者仅进行预防跌倒的健康教育干预,发放预防跌倒手册,电话随访1次/周。训练组受试者在接受健康教育的同时进行虚拟情景互动训练,训练周期为3个月。训练方法具体如下:康复治疗师首先对受试者介绍虚拟情景互动训练系统(X5501-SK)的训练内容,以及训练时所使用的无线控制器(主、副手柄)、胸带和脚带的相关注意事项。患者在治疗师的指导下热身5 min后,佩戴无线控制器、胸带和脚带,尽量正对系统识别器,将手柄的前端对着系统识别器进行调试感应效果,以及活动的范围(距离系统识别器1.6~2.3m之间为最佳识别效果)。在治疗师的指导下选择相应训练模块:①认知训练:侧重训练受试者的注意力、计算力、记忆力、分析能力等。系统根据Loewenstein认知功能评定表所制定的认识训练项目进行基础认知训练,如辨认物体、形状、颜色,算术运算等,受试者通过自主选择的方式进行训练;②反应训练:侧重于训练受试者的注意力、定向力、执行力、视知觉、反应速度等。患者通过无线控制器进行基础反应训练,如控制屏幕中的小球定向移动获得相应分数等“游戏”;③伸展运动:侧重于通过体感技术训练受试者大脑及肢体协调能力。患者通过无线控制器进行肢体的伸展运动训练,如按照屏幕指令或“游戏”的方式完成平伸双臂的运动;④综合训练:患者通过无线控制器进行:直体曲(主要锻炼人体的柔韧性)、象限跳(主要锻炼上下肢的协调能力)、平衡感(主要锻炼协调能力)、收腹跳(主要锻炼人体的缓冲能力)、耐力跑(原地跑步,主要锻炼肌肉能力)。训练后患者在治疗师的指

导下进行放松,并记录心率、血压。以上训练内容根据受试者个人耐受情况,由易到难,由简单到复杂逐步调整训练参数,每次训练时间共计30~35min,1次/d,5次/周。如果受试者在训练过程中出现身体不适,立即停止训练,监测血压、心率,给予对症处理。

1.3 评定标准 2组受试者于干预前后进行以下评估:①动态步态指数(the dynamic gait index, DGI)^[7]:该量表包括8个项目,每个项目分为0分、1分、2分、3分共4个等级,满分为24分。分数越低表示受试者平衡性和步行能力越差。②计时起立行走测试(time up and go test, TUGT)^[8-9]:患者穿平底鞋,坐在有扶手的靠背椅上,身体靠椅背,双手放在扶手上。听从治疗师的“开始”指令后,从靠背椅上起身,站稳后,按平时走路的步态向前走,通过3m远的地面标记物处后转身,走回到椅子前,再转身坐下,靠到椅背上。记录所用的时间,并对测试过程中的步态及可能会摔倒的危险性按以下标准打分。1分:正常;2分:非常轻微异常;3分:轻度异常;4分:中度异常;5分:重度异常。③修订版跌倒功效量表(modified falls efficacy scale, MFES)^[10]:2组受试者于干预前后进行MFES评定:该量表包括14项条目,其中室内日常活动9项:包括更衣、沐浴、从椅子上起坐、上床与下床、在房间里走动、应答开门或接电话、伸手到箱子或抽屉里拿东西、做轻体力家务活、准备简单的饭菜;室外活动5项:包括上下楼梯、过马路、乘坐公共交通工具、简单的购物、做轻体力园艺或晾晒衣服;评估在实施上述活动时不跌倒的信心,进行定量分析。每个项目0~10分,共11个等级。0分:完全不能;5分:一般;10分:良好。各项分数的累计平均分为最后得分。④血清脑源性神经营养因子(brain-derived neurotrophic factor, BDNF)检测:2组受试者于干预前后进行晨起空腹取静脉血约5mL,3000 r/min离心5 min后取血清,按BDNF检测ELISA试剂盒(江莱生物)说明书采用酶联免疫吸附(enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA)法检测血清BDNF水平。

1.4 统计学方法 采用SPSS 21.0统计软件分析,计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,组内均数前后比较用配对 t 检验,组间均数比较用独立样本 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2组患者跌倒风险评估及BDNF结果:训练3个月后,训练组DGI和MFES评分均较训练前显著提高(均 $P < 0.01$),并且均明显高于对照组水平(均 $P < 0.05$)。训练后,训练组TUGT和总分较训练前均显

著降低(均 $P < 0.05$),并且均明显低于对照组水平(均 $P < 0.05$)。训练组血清 BDNF 水平较训练前及对照组均显著升高(均 $P < 0.01$)。见表 1。

表 1 2 组患者干预前后各评估指标结果比较 $\bar{x} \pm s$

分组	n	时间	DGI(分)	TUGT		MFES(分)	BDNF(pg/mL)
				时间(s)	总分		
对照组	20	干预前	16.25±2.75	6.63±0.93	3.20±0.83	7.80±1.20	18.35±2.58
		干预后	16.65±2.96	6.85±1.18	3.15±0.75	8.20±1.01	17.85±2.18
训练组	20	干预前	16.45±2.39	6.55±0.94	3.30±0.73	7.75±0.91	18.17±2.10
		干预后	18.90±2.53 ^{bc}	5.95±1.05 ^{bc}	2.65±0.81 ^{bc}	8.85±0.99 ^{bc}	22.15±2.64 ^{bd}

与干预前比较,^a $P < 0.05$,^b $P < 0.01$;与对照组比较,^c $P < 0.05$,^d $P < 0.01$

3 讨论

运动控制是一种人体管理或调节肢体动作的能力。保持良好的运动控制能力依赖于中枢神经系统对肌肉骨骼的合理支配来控制身体在空间位置的稳定性和方向性,同时也受人体感觉信息处理和环境因素的影响。老年人由于生理性的衰老或病理性的疾病引起认知、视觉、神经系统、肌肉骨骼等机能减退,导致对运动控制能力下降而出现跌倒^[11]。我国对防控老年人跌倒问题的研究起步较晚,虽然已经引起越来越多国内学者的重视,但是针对高跌倒风险老年人群的运动控制干预方式研究还有待加强^[12]。目前针对老年人跌倒的运动控制干预手段主要集中于:认知训练、平衡训练、力量训练、姿势控制等方面。这些干预手段缺少规范化的标准,对受试者状态和指标的测量易存在人为操作偏移造成的误差。

虚拟情景互动训练系统是以运动学基础、奥瑞姆自理理论和游戏治疗理论为理论基础,通过传感器的动态捕捉功能和计算机软件的运行进行人机交互。虚拟情景互动训练系统融合了认知训练、平衡训练、力量训练、姿势控制等多种运动控制干预方式,训练内容涉及记忆力、注意力、分析力、执行力等训练,根据受试者情况设定不同的训练难度,并随时进行调整,也可以选择重点强化训练。这不仅有助于提高老年人认知、视觉、神经系统、肌肉骨骼等生理机能,也可以根据个体差异给予针对性地、循序渐进的运动控制干预。此外,虚拟情景互动训练系统具有互动训练和相应的评定评估两种模块,使得受试者的训练更加规范化、标准化、科学化,训练效果得到量化,治疗过程具有趣味性,提高患者依从性,对受试者的认识能力、运动能力以及心理状态都有治疗作用。本研究采用的虚拟情景互动训练系统包括认知训练、反应训练、伸展运动和综合训练 4 个模块。每个模块训练各有不同的侧重,针对受试者记忆力、注意力、分析力、执行力、平衡性、运动能力等进行训练。训练组的老年人接受虚拟情景互动训练 3 个月后,DGI 评分和 MFES 评分均较训练前显著提

高,并且均明显高于对照组水平。TUGT 时间和总分较训练前均显著降低,并且均明显低于对照组水平。上述结果表明虚拟情景互动训练可以有效提高老年人认知功能和运动控制能力,提高步态稳定性,对降低跌倒风险具有良好的干预效果。

大脑对各种内外刺激信息的处理并非只是化学递质在神经元间的传递和存储,更是神经网络的复杂作用。神经可塑性是大脑是处理和储存信息基础,涉及神经元结构和功能上的可塑性变化,对神经环路的建立和控制脑的认知功能具有重要作用^[13]。BDNF 是一种神经营养因子,对神经元的生长、分化、生理功能具有调控和功能作用,是大脑内海马神经元和神经胶质发育和存活所依赖的物质。BDNF 可以调节突触传递和突触可塑性,而突触是神经元之间信息传递的主要方式,是神经可塑性的关键部位^[14]。因此,BDNF 在重塑大脑认知功能中起到重要作用,也参与学习的可塑性机制。提高大脑分泌 BDNF 水平将有助于改善老年人认知及学习记忆能力^[15]。体育锻炼和运动干预对维持和改善大脑功能具有积极的作用,这与有氧运动,特别是主动运动促进 BDNF 水平增加密切相关^[16]。实验动物的研究已经证实有氧运动可影响大鼠海马神经元 BDNF 表达,游泳训练、自主跑轮运动均可以上调 BDNF mRNA 的表达^[17]。李嫄等^[18]针对急性脑梗死患者进行运动疗法干预后,患者血清 BDNF 水平升高,临床症状得到改善。王昌权^[19]也报道了早期运动康复训练可促进急性脑梗死患者脑组织中的 BDNF 表达,有助于患者神经功能、运动功能的改善。本研究中,训练组的老年人接受虚拟情景互动训练 3 个月后,血清 BDNF 水平较训练前及对照组水平也显著升高。该结果表明:虚拟情景互动训练可以促进大脑 BDNF 的分泌和表达,改善脑神经元功能,对延缓老年人认知老化和降低跌倒风险具有积极的作用。由此,我们认为:虚拟情景训练不仅从宏观上通过提高身体机能改善老年人的运动控制能力,也从微观上通过 BDNF 调节神经元突触的结构与功能提高神经可塑性,是其有效改善老年抗跌倒能力的可能机制。

综上所述,虚拟情景互动训练系统能够改善老年人认知老化,提高步态稳定性和身体运动功能,促进大脑 BDNF 分泌,对降低老年人跌倒风险具有良好的干预效果。

【参考文献】

- [1] 师昉,李福亮,张思佳,等.中国老年跌倒研究的现状与对策[J].中国康复,2018,33(3):246-248.
- [2] 刘朝阳,高德伟.老年跌倒评估和预防[J].实用老年医学,

- 2016, 30(5): 364-367.
- [3] Avers D, Brown M. White paper: Strength training for the older adult [J]. J Geriatr Phys Ther, 2009, 32(4):148-152, 158.
- [4] 刘翠鲜, 沈志祥. 老年跌倒的特点与预防策略[J]. 中国老年学杂志, 2013, 33(2): 459-461.
- [5] 刘善云, 王晓晗, 于金龙, 等. 核心力量结合有氧运动对老年女性跌倒风险的干预效果[J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(17): 4186-4188.
- [6] 张弘, 江园, 张海, 等. 简单反应速度训练对降低老年跌倒风险的效果[J]. 广东医学, 2018, 39(4): 573-576.
- [7] 杨雅琴, 王拥军, 冯涛, 等. 功能性步态评价的临床应用[J]. 中国康复医学杂志, 2011, 26(12): 1186-1189.
- [8] 燕铁斌. “起立-行走”计时测试简介-功能性步行能力快速定量评定法[J]. 中国康复理论与实践, 2000, 6(3): 115-117.
- [9] Kalula SZ, Swingler GH, Sayer AA, et al. Does chair type influence outcome in the timed "Up and Go" test in older persons[J]? J Nutr Health Aging, 2010, 14(4): 319-323.
- [10] 诸葛毅, 俎德玲, 王小同, 等. 卫生部指南量表测试老年人跌倒风险[J]. 中国老年医学杂志, 2014, 1(34): 188-190.
- [11] 韩平, 梁杰, 王晓玲, 等. 八段锦改善老年人运动控制能力的作用机制分析[J]. 福建中医药, 2015, 46(1): 1-2.
- [12] 张庆来. 姿势控制理论与老年人跌倒研究进展[J]. 首都体育学院学报, 2018, 30(6): 569-576.
- [13] 龚胜兰, 富文俊, 黄彬青, 等. 抑郁症海马神经可塑性损伤机制探讨及丹枢逍遥散调控作用的研究进展[J]. 辽宁中医杂志, 2016, 43(3): 663-666.
- [14] 林蒙蒙, 张美玲, 王小军, 等. 中草药有效成分对神经可塑性的影响及机制研究进展[J]. 中国药理学与毒理学杂志, 2016, 30(7): 754-761.
- [15] 寇光, 尹绢, 郭奕芬, 等. 桑拿联合运动训练对慢性心力衰竭致认知功能障碍的影响[J]. 重庆医学, 2016, 45(24): 3416-3418.
- [16] Ke Z, Yip S, Li L, et al. The effects of voluntary, involuntary, and forced exercises on brain-derived neurotrophic factor and motor function recovery: a rat brain ischemia model[J]. Plos ONE, 2011, 6(2): 1-8.
- [17] 魏宁, 王斌. 运动、脑源性神经营养因子与学习记忆[J]. 辽宁体育科技, 2018, 40(5): 62-65.
- [18] 李婧, 季兴, 邹东华, 等. 运动疗法对急性脑梗死患者血中的脑源性神经营养因子的影响[J]. 中国医药导报, 2015, 12(15): 154-156, 162.
- [19] 王昌权. 早期康复训练对急性脑梗死患者运动功能及血清脑源性神经营养因子水平的影响[J]. 新乡医学院学报, 2017, 34(10): 946-948.

《中国康复》杂志 2017 年高被引论文 TOP10

- [1] 张艳丽, 崔颖. 间歇经口管饲对脑卒中所致吞咽障碍患者营养状况及吞咽功能的影响[J]. 中国康复, 2017, 32(5): 397-400.
- [2] 王芳, 叶金波, 赵仕蓉, 等. 综合康复训练联合肌内效贴布对脑卒中后肩手综合征 I 期的疗效观察[J]. 中国康复, 2017, 32(3): 205-206.
- [3] 孙玮, 赵晨光, 牟翔, 等. 低频重复经颅磁刺激治疗脑卒中患者上肢痉挛的临床研究[J]. 中国康复, 2017, 32(2): 102-105.
- [4] 荣积峰, 王卫宁, 吴毅, 等. 悬吊核心稳定训练对脑卒中恢复期患者平衡功能和步行能力的影响[J]. 中国康复, 2017, 32(2): 109-112.
- [5] 孙红波, 张兆国, 刘超. 中西医结合康复护理在断指再植患者术后的应用[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 53-55.
- [6] 陈源, 张继荣. 脑卒中患者步行功能障碍的康复现状[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 70-73.
- [7] 郑旭, 邱玲, 张敏, 等. 颈部肌群等长抗阻训练配合针刺及牵引疗法治疗颈型颈椎病的临床研究[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 17-19.
- [8] 章志超, 熊键, 王小云, 等. 电针配合盆底肌电生物反馈治疗对脊髓损伤后神经源性膀胱的疗效观察[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 13-16.
- [9] 范星月, 刘波, 周安荣, 等. 孕期盆底肌康复训练促进产后盆底恢复的临床观察[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 56-58.
- [10] 范利, 杨坚, 张颖, 等. 等速肌力训练对偏瘫患者上肢运动功能恢复的影响[J]. 中国康复, 2017, 32(1): 10-12.