

· 临床研究 ·

虚拟现实技术康复训练对老年人肢体运动功能及生活满意度的影响

许荣梅¹ 王永胜¹ 张雁儒²¹河南理工大学体育学院,焦作 454000; ²河南理工大学骨科研究所,焦作 454000

通信作者:王永胜,Email:wys@hpu.edu.cn

【摘要】目的 观察虚拟现实(VR)技术康复训练对年龄偏高老年人肢体运动功能及生活满意度的影响。**方法** 采用随机数字表法将 60 例年龄偏高且行走能力相对较差的老年对象分为 VR 组和步行组,每组 30 例。步行组老年对象给予常规步行训练,训练期间脉搏速度控制在 100 次/min 左右,每次锻炼 35 min;VR 组则辅以 VR 技术康复训练(包括“滑冰”、“越野行走”、“越野攀登”及“越野骑车”等肢体运动类项目),每次训练约 35 min。于入选时、训练 12 周后分别对 2 组老年对象下肢肌力、身体灵敏性、身体协调性及步行速度等指标进行检测对比,同时采用生活满意度自评量表(LSIA)对 2 组老年对象心理情绪进行评定。**结果** 治疗后 VR 组身体灵敏性指标[(6.62±1.88)s]、协调性指标[(51.46±7.60)s]和生活满意度 LSIA 评分[(17.04±1.91)分]均较治疗前及同期对照组明显改善($P<0.05$),对照组上述指标均无明显变化($P>0.05$);治疗后 2 组老年对象下肢肌力及步行速度指标均较入选时有改善趋势,但差异均无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 与常规步行锻炼比较,VR 康复训练能进一步提高老年对象身体灵敏性及协调性,进而减少跌倒风险,同时还有助于消除不良情绪、提高生活满意度,该训练方法值得在老年群体中推广、实践。

【关键词】 虚拟现实康复训练; 运动功能; 心理情绪; 老年人**基金项目:**河南省科技厅科技攻关项目(162102310164);河南理工大学(咨询服务)横向课题(H21-029)**Funding:** Key Projects of Science and Technology Department of Henan Province(162102310164);Henan Polytechnic University(Consulting Service) Horizontal Project(H21-029)

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.10.013

肢体运动功能是衡量老年人生活自理能力的重要指标。随着年龄增高,肢体运动功能会呈现明显衰退甚至出现不同程度障碍,严重威胁老年人群生活自理能力,对其身心健康造成较大影响^[1-2]。众所周知,健身锻炼是促使老年人身体机能改善及延缓衰老进程的重要手段,但年龄偏高老年人往往因惧怕跌倒及体质较差等原因,较难完成涉及大量复杂动作的健身锻炼,致使康复疗效不理想。相关报道^[3-4]指出,对于老年人应遵循安全性原则,避免采用跌倒风险较大的锻炼方法。

近年来虚拟现实(virtual reality,VR)技术逐渐兴起,并被广泛应用于临床治疗领域,为老年人进行复杂动作训练提供了可能^[3,5-6]。基于此,本研究采用 VR 技术康复训练对年龄偏高且行走能力相对较差老年人进行干预,并观察对其肢体运动功能及生活满意度的影响,发现康复疗效满意。

对象与方法

一、研究对象

于 2019 年 4 月至 8 月期间从河南理工大学北校区周边 4 个社区老年服务中心筛选年龄偏高且行走能力相对较差的 60 例老年人作为研究对象,入选标准包括:①年龄 71~80 周岁,小学或以上文化程度;②无长期健身锻炼习惯,身体健康状态良好,且行走能力明显低于同龄人水平(男性步行速度 ≤ 95 m/min,女性步行速度 ≤ 85 m/min)^[7];③对本研究知晓且能积极配合训练,在实践期间不再接受其它方式的康复训练。排除标准包括:①伴严重肥胖、在 VR 环境下有明显眩晕、恶心等不适反应或有严重视、听觉或肢体功能障碍;有心理疾病、精神疾病或严重认知功能障碍;②患有眩晕症、高血压或心、肝、肺、肾等重要器官病变。本研究同时经河南理工大学医学伦理委员会审批(18BTY127)。

采用随机数字表法将上述 60 例老年对象分为 VR 组及步行组,每组 30 例。观察期间步行组、VR 组分别脱落 4 例、3 例,最终 2 组老年对象一般资料情况详见表 1,表中数据经统计学比较,发现组间差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。

表 1 入选时 2 组老年对象一般资料情况比较

组别	例数	性别(例)		年龄 (岁, $\bar{x}\pm s$)	身高 (cm, $\bar{x}\pm s$)	体重 (kg, $\bar{x}\pm s$)	步行速度 (m/min, $\bar{x}\pm s$)
		男	女				
步行组	26	14	12	75.8±4.3	167.9±6.7	58.3±8.3	82.0±3.2
VR 组	27	13	14	76.2±4.1	168.3±6.4	59.1±9.1	81.7±3.4

二、干预方法

步行组给予常规步行训练,指导老年对象在下午 4~5 点期间沿公园步道进行健步走锻炼,期间每人手腕佩戴脉搏感应器,锻炼强度为中等水平(控制其脉搏速度在 100 次/min 左右,如出现心慌、恶心等不良反应须及时减慢步行速度),每次锻炼时长为 35 min,每 2 天锻炼 1 次,共持续锻炼 12 周。

VR 组则辅以 VR 康复训练(于下午 4~5 点期间在训练室内进行),选用 VIVE-P110 型 VR 训练系统及头戴式眼镜,该眼镜能将受试者周围视觉环境虚拟成游戏对应场景便于其进行沉浸式训练,主机系统能实时捕获受试者肢体动作、躯体姿势等信息,并将其同步投射到游戏中“对应人物”,即受试者通过肢体动作、调整躯体姿势驱动游戏中“人物”完成相应训练任务。训练时老年对象取站立位,双手各持操控手柄,将自制悬吊绳一端系于老年对象腰部,另一端固定于房顶挂钩处(以避免受试者在训练过程中发生跌倒),训练内容包括“滑冰”、“越野行走”、“越野攀登”及“越野骑车”等肢体运动类游戏项目,每次任意选取其中 2 个游戏项目进行训练,每次训练时长约 35 min,每 2 天训练 1 次,持续训练 12 周。为尽量排除其他因素干扰,2 组老年对象在训练之余及非训练日仍按照原先生活习惯,不再进行专门锻炼。

三、疗效评定分析

于干预前、训练 12 周后分别对 2 组老年对象进行疗效评定,具体评定内容包括:①采用美国产 Biodex System3 Pro 型等速肌力仪检测受试者双侧髋关节及膝关节伸肌肌力,每侧肢体均连续检测 3 次,取最大值纳入分析^[6];②采用“六角反应球试验”检测受试者身体灵敏素质,将六角反应球从 2 m 高处自由落下,嘱受试者在球落地时开始抓球并计时,至球被抓到计时结束,连续检测 3 次,取平均值纳入分析,时间越短提示身体灵敏性越好^[8];③采用踩脚印行走法检测受试者身体协调能力情况,在长度 20 m 区域内设置 40 个脚印(左、右脚印各 20 个),脚印方向、间距(20~60 cm)均随机,要求受试者左脚踩左脚印、右脚踩右脚印并尽快通过测试区域,记录其时长,每踩到脚印外 1 次计时增加 0.5 s,非踩踏脚因身体配合问题在脚印外附加落地 1 次计时增加 1 s,连续检测 3 次,取平均值纳入分析,该时间越长提示受试者身体协调性越差^[9];④采用 400 m 步行法检测受试者行走能力,要求受试者以自然步态从起点匀速走到 400 m 终点,记录所用时长,该时长越短提示受试者步行能力越好;⑤采用生活满意度自评量表(life satisfaction index A, LSIA)评价受试者对当前生活状态的满意程度,该量表由 20 项同意或不同意式条目构成,分值范围 0~20 分,分值越低表示受试者满意度越差^[4]。

四、统计学分析

本研究所得计量资料以($\bar{x}\pm s$)表示,采用 SPSS 19.0 版统计学软件包进行数据分析,计量资料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,计数资料比较采用 χ^2 检验, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

结 果

治疗前 2 组老年对象下肢肌力、身体灵敏性和协调性、步行速度及生活满意度 LSIA 评分组间差异均无统计学意义($P>0.05$);治疗后 VR 组身体灵敏性和协调性、生活满意度 LSIA 评

分均较治疗前及同期对照组明显改善($P<0.05$),对照组上述指标均无明显变化($P>0.05$);治疗后 2 组老年对象下肢肌力及步行速度指标均较入选时有改善趋势,但差异均无统计学意义($P>0.05$),具体数据见表 2~4。

表 2 治疗前、后 2 组老年对象髋关节及膝关节肌力情况比较(N, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	膝关节伸展肌力		髋关节伸展肌力	
		干预前	干预后	干预前	干预后
步行组	26	209.8±31.4	213.1±30.7	215.2±32.4	223.3±31.0
VR 组	27	210.3±29.6	212.8±29.5	213.9±30.5	224.0±29.8

表 3 治疗前、后 2 组老年对象身体灵敏性及协调性比较(s, $\bar{x}\pm s$)

组别	例数	六角反应球测试结果		踩脚印行走测试结果	
		干预前	干预后	干预前	干预后
步行组	26	7.25±2.31	7.01±2.29	57.44±8.08	55.82±7.84
VR 组	27	7.31±2.36	6.62±1.88 ^{ab}	57.09±8.10	51.46±7.60 ^{ab}

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与步行组相同时间点比较,^b $P<0.05$

表 4 治疗前、后 2 组老年对象步行速度及 LSIA 评分比较($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	400 m 步行时长(s)		LSIA 评分(分)	
		干预前	干预后	干预前	干预后
步行组	26	297.3±27.4	293.7±27.1	14.07±2.99	15.80±2.40
VR 组	27	299.2±28.6	294.4±28.4	13.82±3.05	17.04±1.91 ^{ab}

注:与组内干预前比较,^a $P<0.05$;与步行组相同时间点比较,^b $P<0.05$

讨 论

本研究结果显示,治疗后 VR 组身体灵敏性、协调性及生活质量满意度均较治疗前及步行组明显改善($P<0.05$),2 组老年对象下肢肌力及步行速度均较治疗前有改善趋势,但差异无统计学意义($P>0.05$)。上述结果表明,VR 康复训练在改善年龄偏高老年对象肢体动作灵敏性、协调性及生活质量方面效果显著,较常规步行锻炼更有优势。

影响老年人肢体运动功能的因素较多,除受多种病理因素影响外,肌肉力量、灵敏素质及协调性也与肢体运动功能密切相关,其中以肌肉力量的影响作用较显著,临床也普遍认为老年人步履蹒跚、身体平衡能力变差、跌倒风险增高与肌力对身体的支撑及保护作用不足有关^[10]。相关研究证实肌力(尤其是下肢肌力)改善、核心肌力增强能显著提高人体平衡功能,对维持老年人身体稳定性及预防跌倒具有重要作用^[11-12]。而肢体灵敏性、协调性不仅可用来衡量人体稳定性,同时也能评价执行复杂动作时的完成质量情况,但较少应用于针对老年对象(尤其是年龄偏高老年人)的康复治疗领域。由于灵敏性、协调性身体素质训练多包括大量复杂动作,而老年人(尤其是高龄老年人)往往较难完成,并且在训练过程中发生跌倒的风险较高,故针对老年(尤其是年龄偏高)人群亟待改进康复训练措施。

VR 训练是目前逐渐兴起的一种康复训练方法,该疗法通过计算机技术形成逼真的三维视、听、触一体化虚拟环境,使用

户以自然的方式与虚拟世界中的物体进行交互,从而产生身临其境般的感受及体验,为惧怕跌倒的老年人进行复杂动作训练提供了可能,具有现实意义及可行性价值^[9]。本研究结果显示,经 12 周干预后 VR 组老年对象身体灵敏性、协调性及生活质量满意度均较治疗前及步行组明显改善,其治疗机制包括:①受试者在 VR 环境中能体验到现实世界的真实感受,从而获得类似于在真实环境中训练的疗效,如 Liao 等^[13]对帕金森病老年患者进行 VR 健身游戏训练,发现在改善肌力、感觉功能及行走功能方面与传统运动训练相当;②有研究发现,VR 训练能激活大脑皮质运动感觉系统的某些记忆场景,增强对肢体神经、肌肉的刺激,同时辅以相应动作训练能巩固该刺激信号,有利于充分调动神经系统兴奋性,而特定区域神经系统兴奋性增强能有效提高人体反应能力及身体灵敏性,从而改善肢体功能^[14-15];③VR 训练可有效消除老年对象惧怕跌倒的恐惧感,很多在现实中不敢去做或无法完成的训练动作,在 VR 环境下可放开身心充分尝试,有利于身体姿势调控能力得到强化训练,继而提高老年对象对肢体运动的信心及满足感,同时还能消除日常生活中的不良情绪。

综上所述,本研究结果表明,VR 康复训练能消除老年人惧怕跌倒的恐惧心理,在训练过程中促其尽情实践那些在传统训练中无法完成的复杂动作,能进一步提高老年对象身体灵敏性及协调性,进而减少跌倒风险,同时还有助于消除不良情绪、提高生活满意度,该训练方法值得在老年群体中推广、实践。

参 考 文 献

- [1] Wu H, Ouyang P. Fall prevalence, time trend and its related risk factors among elderly people in China [J]. Arch Gerontol Geriatr, 2017, 73 (11): 294-299. DOI: 10.1016/j.archger.2017.08.009.
- [2] 蔡伦, 林岑, 周肅, 等. 老年人跌倒的公共卫生研究进展 [J]. 中国老年学杂志, 2018, 38(9): 2265-2268. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2018.09.085.
- [3] 陈美玲, 潘志庚, 宋建文, 等. 虚拟现实技术在预防老年跌倒中的应用研究 [J]. 健康研究, 2020, 40(1): 28-32. DOI: 10.3969/j.issn.1674-6449.2020.01.009.
- [4] Park SH. Tools for assessing fall risk in the elderly: a systematic review and meta-analysis [J]. Aging Clin Exp Res, 2018, 30(1): 1-16. DOI: 10.1007/s40520-017-0749-0.

- [5] 马宏霞. 基于虚拟现实技术的运动康复应用研究 [J]. 中国老年学杂志, 2010, 30(12): 1630-1631. DOI: 1005-9202(2010)12-1630-02.
- [6] 余彬, 曾庆, 黄国志. 头戴式虚拟现实系统在运动康复治疗中的应用进展 [J]. 中国康复医学杂志, 2018, 33(6): 734-737. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2018.06.025.
- [7] 刘晖, 宋清华. 肌力联合快速反应能力训练对行走能力较差老年人肢体运动功能的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(12): 932-934. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.12.014.
- [8] 柴娇, 杨铁黎, 姜山. 开放情境下 7~12 岁儿童动作灵敏性发展的研究——六角反应球抓球测试 [J]. 山东体育学院学报, 2011, 27(9): 60-65. DOI: 10.14104/j.cnki.1006-2076.2011.09.001.
- [9] 王永胜, 侯俊, 王楠, 等. 虚拟现实技术联合常规肌力训练对老年人身体稳定性的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(1): 40-42. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.01.010.
- [10] 商海滨, 郭海玲, 杨光月, 等. 老年人跌倒风险与肌肉功能、肌力、肌量的相关性研究 [J]. 上海中医药杂志, 2020, 54(1): 11-13. DOI: 10.16305/j.1007-1334.2020.S1.004.
- [11] Cadore EL, Rodríguez-Mañás L, Sinclair A, et al. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review [J]. Rejuvenation Res, 2013, 16(2): 105-114. DOI: 10.1089/rej.2012.1397.
- [12] 刘善云, 陈东焯, 连志强, 等. 核心力量练习对男性老年人下肢肌力、平衡能力与跌倒风险的干预效果 [J]. 中国运动医学杂志, 2015, 34(12): 1139-1142, 1151. DOI: 10.16038/j.1000-6710.2015.12.001.
- [13] Liao YY, Yang YR, Wu YR, et al. Virtual reality-based wii fit training in improving muscle strength, sensory integration ability, and walking abilities in patients with Parkinson's disease: a randomized control trial [J]. Int J Gerontol, 2015, 9(4): 190-195. DOI: 10.1016/j.ijge.2014.06.007.
- [14] 孙志成, 马金霖, 顾晓美, 等. 基于虚拟现实的八段锦锻炼对养老院轻度认知障碍老年患者的影响 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(4): 322-326. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.04.007.
- [15] 区瑞庆, 杨媛乐, 林倩仪. 虚拟现实技术结合改良强制性运动疗法对脑卒中偏瘫上肢功能恢复的临床研究 [J]. 中国医药科学, 2019, 9(24): 233-236. DOI: 10.3969/j.issn.2095-0616.2019.24.064.

(修回日期: 2021-07-20)

(本文编辑: 易 浩)