

虚拟情景互动平衡游戏对脑卒中患者平衡功能及跌倒风险的影响

朱爽, 郝淑燕, 郑广昊, 姜军, 公维军

首都医科大学附属北京康复医院康复诊疗中心, 北京 100144

摘要: **目的** 探讨对脑卒中后偏瘫患者采用虚拟情景互动平衡游戏训练对其平衡功能及跌倒风险的影响。**方法** 选取 2018 年 1 月至 2019 年 1 月的 62 例脑卒中患者随机分为虚拟训练组 ($n = 31$) 和常规组 ($n = 31$), 疗程均为 4 周。虚拟训练组采用虚拟情景互动平衡游戏训练, 常规组进行常规平衡训练。治疗前及治疗 4 周, 采用 Berg 平衡量表 (BBS) 评定患者总体平衡能力, 采用 BioDex 平衡测试系统测量静态跌倒风险指数 (SFI)、动态跌倒风险指数 (DFI) 及姿势稳定极限性 (LOS), 并在训练结束后 4 周和 8 周对患者进行随访记录跌倒次数。**结果** 治疗 4 周, 两组 BBS、LOS 评分较治疗前提高, 且虚拟训练组高于常规组; 两组 SFI、DFI 评分均较治疗前降低, 且虚拟训练组低于常规组; 上述各指标不同时间点、组间、时点间和组间交互作用比较差异均有统计学意义 ($P < 0.05$)。治疗 4 周、训练结束后 4 周及训练结束后 8 周两组患者平均跌倒次数均较治疗前减少 ($P < 0.05$), 且虚拟训练组三个时点平均跌倒次数均少于常规组 ($P < 0.05$), 常规组患者训练结束后 8 周平均跌倒次数较治疗结束后增加 ($P < 0.05$)。**结论** 虚拟情景互动平衡游戏训练可有效促进脑卒中患者平衡功能的恢复并降低跌倒风险。

关键词: 脑卒中; 虚拟交互; 平衡; 跌倒风险

中图分类号: R 493 **文献标识码:** B **文章编号:** 1674-8182(2020)11-1498-05

Effects of virtual reality interactive balance games on balance function and fall risk in stroke patients

ZHU Shuang, QIE Shu-yan, ZHENG Guang-hao, JIANG Jun, GONG Wei-jun

Department of Rehabilitation Medicine, Beijing Rehabilitation Hospital of Capital Medical University, Beijing 100144, China

Corresponding author: GONG Wei-jun, E-mail: gwj1971@163.com

Abstract: Objective To investigate the effect of virtual reality (VR) interactive balance game training on balance function and fall risk in patients with hemiplegia after stroke. **Methods** Sixty-two stroke patients treated from January 2018 to January 2019 were randomly divided into the virtual reality game-based training group (VR group, $n = 31$) and the conventional balance training group (control group, $n = 31$). Rehabilitation treatment was performed in two groups for four weeks. Berg Balance Scale (BBS) was used to evaluate the overall balance ability of the patients. The static fall risk index (SFI), dynamic fall risk index (DFI) and limit of postural stability (LOS) were measured by Biodex balance test system. The patients were followed up 4 and 8 weeks after finishing rehabilitation, and the number of falls was recorded. **Results** There were no significant differences in the assessment scores before treatment between two groups ($P > 0.05$). After treatment, BBS and LOS scores increased compared with those before treatment in two groups ($P < 0.05$) and were statistically higher in VR group than those in control group ($P < 0.05$); SFI and DFI scores decreased compared with those before treatment in both groups ($P < 0.05$) and were statistically lower in VR group than those in control group ($P < 0.05$). There were significant differences in the interaction of above indicators at different time points and groups ($P < 0.05$). The average number of falls decreased compared with that before treatment in two groups ($P < 0.05$) and were significantly less in VR group than those in control group at the end of the trial and 4-, 8-week after treatment ($P < 0.05$). In control group, the average number of falls increased at 8 weeks after treatment compared with that at the end of treatment ($P < 0.05$). **Conclusion** Virtual reality game-based training on balance can effectively promote the recovery of balance function and reduce the risk of fall in stroke patients.

Key words: Stroke; Virtual interaction; Balance; Risk of fall

Fund program: General Program of National Natural Science Foundation of China (81972148)

据调查显示,75%以上的脑卒中患者存在不同程度的运动功能障碍,并在发病后半年内将普遍面临不能参加社区活动、生活质量严重下降等问题^[1]。临床中,部分脑卒中患者下肢肌力达到一定水平,能够实现有限的步行,但由于平衡功能障碍,导致社区步行所需的长距离行走仍然受到损害^[2]。有文献报道,发生跌倒的成年人中以脑卒中后偏瘫患者最多,在有过摔倒经历的成年人中,25%的人会因为恐惧感而出现活动水平降低,日常生活能力也随之下降,形成恶性循环^[3-4]。虚拟情景互动平衡游戏是虚拟现实技术(virtual reality, VR)应用于康复治疗中的主要方式之一,由于其具有良好的沉浸性、交互性,因此已在平衡障碍的康复训练中广泛应用^[5]。本研究探讨虚拟现实平衡训练对卒中后偏瘫患者平衡能力及跌倒风险的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2018 年 1 月至 2019 年 1 月,首都医科大学附属北京康复医院住院患者 62 例,均符合 1995 年中华医学会全国第四届脑血管病学术会议制订的脑卒中诊断标准^[6],并经头颅 CT 或 MRI 诊断为脑梗死或脑卒中。本研究经医院伦理委员会批准,所有患者均知情同意并签署知情同意书。根据患者入院先后顺序编号,采用随机数字表法将患者分为两组,常规平衡训练组(常规组, $n = 31$)和虚拟情景互动平衡训练组(虚拟训练组, $n = 31$)。两组患者年龄、性别、病程、过去 1 年内跌倒次数等一般资料比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表 1。

表 1 患者一般资料比较 ($n = 31$)

项目	常规组	虚拟训练组	t/χ^2 值	P 值
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$)	60.30 \pm 7.25	61.68 \pm 6.93	1.801	>0.05
病程(月, $\bar{x} \pm s$)	7.68 \pm 1.43	8.25 \pm 0.92	0.305	>0.05
男/女(例)	12/19	10/21	0.282	>0.05
病灶侧(左/右,例)	15/16	17/14	0.258	>0.05
病种(脑梗死/脑出血,例)	19/12	16/15	0.590	>0.05
站位平衡等级(Ⅱ/Ⅲ,例)	20/11	18/13	0.272	>0.05
过去 1 年内跌倒次数	0.94 \pm 0.63	1.19 \pm 0.79	1.420	>0.05

1.2 入选标准 (1)纳入标准:①年龄 18 ~ 75 岁;②首次发病,损伤部位为单侧大脑半球,肢体偏瘫,病情稳定,病程 ≤ 12 个月;③过去 1 年内出现至少 1 次跌倒;④配合度高,依从性强;⑤站位平衡 \geq Ⅱ级,具备一定步行能力,可独立或借助辅助装置行走 6 m 及以上。(2)排除标准:①因视力、前庭、小脑、脑干、周

围神经病变等导致的平衡功能障碍者;②有严重认知障碍及交流障碍不能完成训练者;③有严重骨关节、肌肉损伤或病变及严重肢体残疾者;④既往癫痫病史及严重呼吸、心血管系统疾病或恶性肿瘤者。(3)剔除与脱落标准:①不能按照医嘱进行治疗或资料不完整者;②治疗过程中再次发病,病情加重者;③临床试验过程中出现不良反应,不宜继续进行者。

1.3 常规组训练方法 基于 Brunnstrom 分期判断患者肢体运动功能情况,以重心由低到高、支撑面由大到小为主要原则进行常规训练,包括调节异常肌张力、增加下肢肌群力量、抑制异常运动模式、纠正异常步态等方面,通过言语刺激及视觉反馈指导患者进行静、动态平衡训练。常规平衡训练主要包括:(1)根据患者平衡能力评定结果,对患者于平衡杠内进行个性化练习,如单/双腿站立、单/双腿下蹲、弓步、侧跨步、上下楼梯及步行训练,每次 2 组,每组 10 次,共 20 min;(2)根据患者平衡情况,选择在平地或平衡板上进行站立位或半蹲位抛接球训练,每次 2 组,每组 10 次,共 8 min。该组平衡训练在安静空间内进行,患者在治疗师指导、监督保证安全下独立完成训练,根据前一次训练结果调整训练强度。以上两项训练中间休息 2 min,每次训练总时长 30 min,每天 1 次,每周的前 6 天连续训练,第 7 天休息,连续治疗 4 周。

1.4 虚拟训练组训练方法 采用 Doctor Kinetic 动能医生体感互动训练系统中虚拟情景交互平衡训练游戏进行训练。(1)虚拟健身:患者跟随虚拟健身教练完成弓步、上下楼梯、单/双腿下蹲、侧跨步动作及步行训练,每次 2 组,每组 10 次;(2)飞翔游戏:患者站位下张开双臂模拟小鸟展翅飞翔姿势,上下摆动双臂速度控制小鸟飞翔高度,左右倾斜躯干控制飞翔方向,同时接住“空中”的目标物以获取分数;(3)滑雪游戏:患者双足分开与肩同宽模拟滑雪姿势,屈伸双膝可改变滑雪速度,身体重心转移可改变滑板行进方向,同时躲避滑道上的障碍物获取分数。该组平衡训练在安静空间进行,患者在治疗师指导、监督保证安全下独立完成训练,根据前一次训练结果调整训练难度。以上三种游戏各 8 min,每种游戏中间休息 1 min,每次训练总时长 30 min,每天 1 次,每周的前 6 d 连续训练,第 7 天休息,连续治疗 4 周。

1.5 评定方法 两组患者分别在治疗前及治疗 4 周进行评定。(1)总体平衡功能:采用 Berg 平衡量表(BBS)^[7]评定患者平衡功能,包括坐站转移、无扶持

站立、无扶持坐位等 14 项相关活动,分数越高表明平衡功能越好,总分 ≤ 36 分提示有 100% 的跌倒危险。(2) 静态跌倒风险指数(SFI)、动态跌倒风险指数(DFI):采用 BioDex 平衡测试系统测量,分数越高跌倒风险越高, ≥ 59 分有高风险。(3) 姿势稳定极限性(LOS):采用 BioDex 平衡测试系统测量,分数越高跌倒风险越高。训练结束后第 4 周和第 8 周由责任护士给患者及家属打电话进行电话随访,以了解患者在训练结束后的 4 周内及 8 周内出现无法控制地或非故意地倒在地上或其他较低的平面情况的次数,并进行记录和统计^[8]。

1.6 统计学方法 采用 SPSS 21.0 软件进行统计分析。脑卒中患者年龄、病程、BBS、SFI、DFI 及 LOS 评分等计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示,采用 Kolmogorov-Smirnov 法进行正态性检验,符合正态分布,组间比较采用成组 t 检验,比较不同时点、组间及二者交互作用的差异采用两水平重复测量方差分析;对性别、病灶侧、病种、站位平衡等级等计数资料采用例数(%)表示,组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

本研究共纳入住院脑卒中患者 62 例,其中 3 例脱落:常规组 1 例因个人原因转院,虚拟训练组 1 例因训练中头晕不适而退出,1 例由于病情加重转科治疗。最终共 59 例患者(常规组 30 例,虚拟训练

组 29 例)完成全部 4 周的训练。

2.1 两组 SFI、DFI 评分比较 治疗前两组 SFI、DFI 评分比较差异均无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 4 周两组 SFI、DFI 评分均较治疗前降低,且虚拟训练组治疗后 SFI、DFI 评分均低于常规组,各指标在不同时点间、组间、时点间与组间交互作用比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.2 两组 BBS 评分比较 治疗前两组 BBS 评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 4 周两组 BBS 评分均较治疗前提高,且虚拟情景互动平衡训练后 BBS 评分高于常规组,BBS 评分在不同时点间、组间、时点间和组间交互作用比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

2.3 两组 LOS 评分比较 治疗前两组 LOS 评分比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 4 周两组 LOS 评分均较治疗前增加,且虚拟训练组治疗后 LOS 评分高于常规组,LOS 评分在不同时点间、组间、时点间和组间交互作用比较差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 4。

2.4 两组跌倒次数比较 治疗前两组病程内跌倒次数比较差异无统计学意义($P > 0.05$)。治疗 4 周、训练结束后 4 周及训练结束后 8 周两组患者平均跌倒次数均较治疗前减少,且虚拟训练组 3 个时点平均跌倒次数均低于常规组,差异有统计学意义($P < 0.05$);常规组患者训练结束后 8 周平均跌倒次数较治疗后增加($P < 0.05$)。见图 1。

表 2 两组治疗前后 SFI、DFI 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

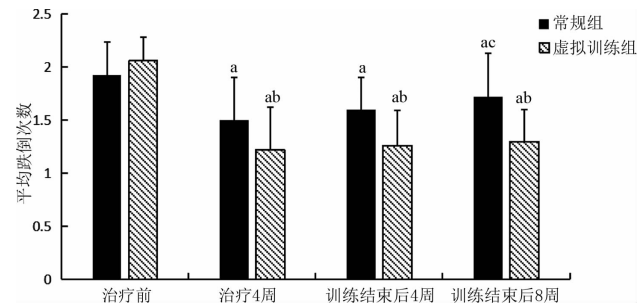
组别	例数	SFI		DFI	
		治疗前	治疗 4 周	治疗前	治疗 4 周
常规组	30	39.24 \pm 13.50	36.12 \pm 15.28	4.89 \pm 2.25	4.13 \pm 2.08
虚拟训练组	29	41.32 \pm 11.71	35.90 \pm 17.32	4.76 \pm 2.17	3.71 \pm 1.76
$F_{\text{时间}}/P_{\text{时间}}$ 值		169.691/0.031		355.689/0.012	
$F_{\text{分组}}/P_{\text{分组}}$ 值		9.810/0.021		18.601/0.030	
$F_{\text{交互}}/P_{\text{交互}}$ 值		22.330/0.019		69.223/0.040	

表 3 两组治疗前后 BBS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 4 周
常规组	30	38.12 \pm 4.30	43.28 \pm 3.61
虚拟训练组	29	37.53 \pm 3.21	50.11 \pm 2.83
$F_{\text{时间}}/P_{\text{时间}}$ 值		257.341/0.011	
$F_{\text{分组}}/P_{\text{分组}}$ 值		8.281/0.032	
$F_{\text{交互}}/P_{\text{交互}}$ 值		45.128/0.027	

表 4 两组治疗前后 LOS 评分比较 (分, $\bar{x} \pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗 4 周
常规组	30	28.91 \pm 13.20	30.17 \pm 12.63
虚拟训练组	29	25.73 \pm 10.81	33.20 \pm 12.87
$F_{\text{时间}}/P_{\text{时间}}$ 值		173.078/0.022	
$F_{\text{分组}}/P_{\text{分组}}$ 值		8.524/0.045	
$F_{\text{交互}}/P_{\text{交互}}$ 值		25.343/0.015	



注:与本组治疗前比较,^a $P < 0.05$;与常规组比较,^b $P < 0.05$;与本组治疗 4 周比较,^c $P < 0.05$ 。

图 1 两组患者治疗前后及随访跌倒次数比较柱状图

3 讨论

本研究采用平衡测试系统对脑卒中患者治疗前后动、静态跌倒风险指数进行评估,同时针对动、静态平衡能力进行训练。有学者提出,脑卒中患者由于姿势控制、活动能力以及本体感觉下降导致平衡功能出现障碍^[9-10],其中静态平衡和动态平衡能力的降低是跌倒的主要危险因素^[11-12]。本研究结果显示,常规平衡功能训练和虚拟情景互动平衡游戏训练均可有效提高患者平衡能力;而后者在降低患者静态、动态平衡跌倒风险指数及姿势稳定极限性方面较常规组更加显著。上肢的自由摆动在实现稳定的步行中发挥重要作用^[13],不仅可以使下肢肌群充分激活,有效改善步长、步频,还能够避免步行状态下躯干的异常代偿^[14-15],本研究中 VR 平衡训练时要求更多的上肢运动参与(如飞翔游戏),而上肢运动对于平衡功能的影响是临床中常规平衡训练过程中易被忽略的方面,可能是 VR 平衡训练有效降低患者动静态跌倒风险的原因之一。

本研究电话随访结果提示,常规组训练结束后 8 周的平均跌倒次数较治疗 4 周增加,而参与虚拟情景互动平衡游戏训练的患者在训练结束后 8 周的跌倒次数与治疗 4 周比较差异无统计学意义,笔者认为导致这一结果的原因较多。首先,脑卒中患者由于下肢肌力较弱,常采用保守的策略来克服障碍和控制平衡,容易产生异常动作模式,增加跌倒的风险,而这种异常模式的纠正需要漫长的康复过程^[16]。另外,也可能与脑卒中患者认知功能受到不同程度损害有关。Whitney 等^[17]认为关注对认知功能障碍的二级预防和改善运动功能的干预措施可能会降低卒中患者的跌倒风险。本研究认为,相比常规平衡训练,虚拟现实情境互动游戏可能从更多途径对脑卒中患者平衡功能进行激活。在虚拟现实环境中,神经运动回路在多个层面参与运动动作的观察^[18]。有学者提出基于 VR 的双任务(运动结合认知训练)训练在提升患者认知及运动功能的同时可有效改善患者平衡控制^[19-20]。Nissim 等^[21]提出改善言语、工作记忆可有效降低潜在的跌倒风险;国内学者也提出 VR 可有效加深患者对平衡技巧及防跌倒方面的记忆^[22]。Bhatt 等^[23]提出对于平衡功能较差的患者多次重复及更大的治疗剂量和训练强度,而有研究证实重复性是 VR 能够改善卒中患者平衡障碍的重要原因^[24]。所以,笔者认为 VR 由于具备较好的沉浸性、交互性及趣味性,可使患者在愉悦的状态下更加专注的完成需要多次重复的训练,有效增强患者对平衡技巧的记忆,基

于 VR 技术的独特优势使得本研究中虚拟训练组的患者在治疗结束后的较长一段时间仍然能够较好的预防跌倒。

本研究中虚拟训练组中有 1 例患者因训练中出現头晕不适而退出,视觉延迟可能是导致头晕恶心等不适感的主要原因,其解决还需依靠 VR 技术的不断完善,同时,训练过程中专业治疗师的监督十分必要。本研究结束后选择电话形式进行随访主要考虑大部分患者为外地居住者,相较上门随访所需的人力物力较小。有研究证实上门随访可更直观的获得精确信息^[25],在合适的条件下,本团队将在接下来的研究中选择上门随访。

综上所述,虚拟情景互动平衡游戏训练较常规平衡训练可有效促进脑卒中患者平衡功能恢复,降低跌倒风险。

参考文献

- [1] de Corbetta D, Imeri F, Gatti R. Rehabilitation that incorporates virtual reality is more effective than standard rehabilitation for improving walking speed, balance and mobility after stroke: a systematic review[J]. J Physiother, 2015, 61(3): 117-124.
- [2] Rose DK, Nadeau SE, Wu SS, et al. Locomotor training and strength and balance exercises for walking recovery after stroke: response to number of training Sessions [J]. Phys Ther, 2017, 97(11): 1066-1074.
- [3] Mayo NE, Becker R, Georges P, et al. Predicting Falls among patients in a rehabilitation hospital [J]. Am J Phys Med Rehabilitation, 1989, 68(3): 139-146.
- [4] Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for Falls among elderly persons living in the community [J]. N Engl J Med, 1988, 319(26): 1701-1707.
- [5] 刘笑萌, 谢辉, 邓多喜, 等. 虚拟现实技术在国内外认知功能康复中的研究动态与方向 [J]. 按摩与康复医学, 2018, 19(20): 20-22, 25.
- [6] 中华神经科学会. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. 中华神经科杂志, 1996, 29(6): 379.
- [7] 陈丹凤, 燕铁斌, 黎冠东, 等. 三种平衡评定量表在脑卒中早期患者中的应用及其相关性研究 [J]. 中国康复, 2018, 33(2): 133-135.
- [8] Kerse N, Parag V, Feigin VL, et al. Falls after stroke: results from the Auckland regional community stroke (ARCOS) study, 2002 to 2003 [J]. Stroke, 2008, 39(6): 1890-1893.
- [9] Walker ER, Hyngstrom AS, Schmit BD. Influence of visual feedback on dynamic balance control in chronic stroke survivors [J]. J Biomech, 2016, 49(5): 698-703.
- [10] Kim N, Park Y, Lee BH. Effects of community-based virtual reality treadmill training on balance ability in patients with chronic stroke [J]. J Phys Ther Sci, 2015, 27(3): 655-658.

induced gastrointestinal hypomotility[J]. *J Clin Psychiatry*, 2008, 69(5):759-768.

- [12] Solismaa A, Kampman O, Lyytikäinen LP, et al. Genetic polymorphisms associated with constipation and anticholinergic symptoms in patients receiving clozapine[J]. *J Clin Psychopharmacol*, 2018, 38(3):193-199.
- [13] Gershon MD, Tack J. The serotonin signaling system: from basic understanding to drug development for functional GI disorders[J]. *Gastroenterology*, 2007, 132(1):397-414.
- [14] Chen HB. Clinical research on the relation between body mass index, motilin and slow transit constipation[J]. *Gastroenterol Res*, 2010, 3(1):19-24.
- [15] Eapen V, John G. Weight gain and metabolic syndrome among young patients on antipsychotic medication: what do we know and where do

we go? [J]. *Australas Psychiatry*, 2011, 19(3):232-235.

- [16] Every-Palmer S, Ellis PM. Clozapine-induced gastrointestinal hypomotility: a 22-year Bi-national pharmacovigilance study of serious or fatal 'slow gut' reactions, and comparison with international drug safety advice[J]. *CNS Drugs*, 2017, 31(8):699-709.
- [17] Bouras E, Vazquez-Roque M. Epidemiology and management of chronic constipation in elderly patients[J]. *Clin Interv Aging*, 2015, 10:919-930.
- [18] Catalano LT, Heerey EA, Gold JM. The valuation of social rewards in schizophrenia[J]. *J Abnorm Psychol*, 2018, 127(6):602-611.
- [19] Stubbs B, Thompson T, Acaster S, et al. Decreased pain sensitivity among people with schizophrenia: a meta-analysis of experimental pain induction studies[J]. *Pain*, 2015, 156(11):2121-2131.

收稿日期:2020-08-01 修回日期:2020-08-22 编辑:王国品

(上接第 1501 页)

- [11] Schinkel-Ivy A, Inness EL, Mansfield A. Relationships between fear of falling, balance confidence, and control of balance, gait, and reactive stepping in individuals with sub-acute stroke[J]. *Gait Posture*, 2016, 43:154-159.
- [12] Schmid AA, Rittman M. Consequences of poststroke Falls: activity limitation, increased dependence, and the development of fear of falling[J]. *Am J Occup Ther*, 2009, 63(3):310-316.
- [13] 王盛, 陈昕, 王彤. 脑卒中患者上肢活动状态与平衡及步行关系的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2018, 33(8):984-987.
- [14] 赵文霞, 臧国栋, 苏畅, 等. 患手前伸、健手背后起坐训练对脑卒中偏瘫患者平衡及下肢运动功能的影响[J]. *中国临床研究*, 2015, 28(1):37-39.
- [15] Wee SK, Hughes AM, Warner MB, et al. Effect of trunk support on upper extremity function in people with chronic stroke and people who are healthy[J]. *Phys Ther*, 2015, 95(8):1163-1171.
- [16] 许明, 祁芳, 倪伟, 等. “多功能下肢康复治疗仪”的制作及其技术原理和运动仿真[J]. *中国中医药现代远程教育*, 2015, 13(2):66-67.
- [17] Whitney DG, Dutt-Mazumder A, Peterson MD, et al. Fall risk in stroke survivors: effects of stroke plus dementia and reduced motor functional capacity[J]. *J Neurol Sci*, 2019, 401:95-100.
- [18] Alves J, Vourvopoulos A, Bernardino A, et al. Eye gaze correlates of motor impairment in VR observation of motor actions[J]. *Methods*

Inf Med, 2016, 55(1):79-83.

- [19] 庄雯雯, 郑洁皎, 陈秀恩. 认知双重任务训练对青年人动态平衡的影响[J]. *中国康复*, 2017, 32(2):119-122.
- [20] Kannan L, Vora J, Bhatt T, et al. Cognitive-motor exergaming for reducing fall risk in people with chronic stroke: a randomized controlled trial[J]. *Neuro Rehabilitation*, 2019, 44(4):493-510.
- [21] Nissim M, Hutzler Y, Goldstein A. A walk on water: comparing the influence of Ai Chi and Tai Chi on fall risk and verbal working memory in ageing people with intellectual disabilities—a randomised controlled trial[J]. *J Intellect Disabil Res*, 2019, 63(6):603-613.
- [22] 赵亚利, 张博华, 李志贤, 等. MOTomed 智能运动训练配合强化步行训练对脑卒中后偏瘫患者下肢功能康复的作用[J]. *中国临床研究*, 2019, 32(7):976-978, 982.
- [23] Bhatt T, Dusane S, Patel P. Does severity of motor impairment affect reactive adaptation and fall-risk in chronic stroke survivors? [J]. *J Neuroeng Rehabilitation*, 2019, 16(1):43.
- [24] Chen L, Lo WL, Mao YR, et al. Effect of virtual reality on postural and balance control in patients with stroke: a systematic literature review[J]. *Biomed Res Int*, 2016, 2016:7309272.
- [25] 张扬, 冒萧萧, 管得宁, 等. 帕金森病患者跌倒恐惧的临床特征及危险因素分析[J]. *中国临床研究*, 2017, 30(12):1608-1611.

收稿日期:2020-03-07 修回日期:2020-04-11 编辑:石嘉莹