

·第二十七届中国科协年会学术论文专题:脑机接口·

沉浸式虚拟现实训练联合穴位针刺 对脑卒中患者单侧空间忽略的影响

袁 景,林 桦,许 磊,徐 冰,王 年,刘智岚,李 果,叶荣菊*

上海市第四康复医院,上海 200040

* 通信作者:叶荣菊,E-mail:356973143@qq.com

收稿日期:2025-01-04;接受日期:2025-05-25

基金项目:上海市卫生健康委员会课题(面上 201940055);上海市静安区卫生科研课题(面上 2022MS15)

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.04005

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



摘要 目的 观察沉浸式虚拟现实(IVR)训练联合穴位针刺对脑卒中患者单侧空间忽略(USN)的影响。**方法** 选择2022年10月—2024年10月在上海市第四康复医院住院治疗的脑卒中USN患者120例,采用Stata 13.0软件产生随机数字序列,分为对照组、IVR组、针刺组、联合组,每组30例。对照组在常规治疗和康复训练基础上接受USN作业治疗(视觉扫描练习、交叉促进练习、忽略侧取物练习、旋转躯干练习和日常生活活动能力训练),30 min/次,2次/d,7 d/周,共4周。IVR组在对照组基础上接受IVR训练(高射炮打飞机、过马路、擦窗、打地鼠、打垒球),每项游戏练习6 min,30 min/d,7 d/周,共4周。针刺组在对照组基础上接受针刺治疗,穴位选择百会、风池、风府、悬钟穴,1次/d,留针20 min,7 d/周,共4周。联合组在IVR组基础上接受针刺治疗,治疗方法分别与IVR组、针刺组一致。分别于治疗前后由不知晓具体分组的研究人员分别采用凯瑟琳-伯哥量表(CBS)、线段划消测试、星星划消测试和画钟测试评定USN症状;采用简化Fugl-Meyer运动功能评估量表上肢部分(FMA-UE)评估上肢运动功能;采用Barthel指数(BI)评定日常生活活动能力;观察患者治疗期间有无因治疗而发生的心悸、眩晕、呕吐、血肿、体位性低血压、运动损伤、癫痫发作等不良反应。**结果** ① USN评分:与治疗前比较,对照组、IVR组、针刺组和联合组治疗后CBS、画钟测试评分均明显降低($P<0.05$),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,IVR组、针刺组和联合组治疗后CBS、画钟测试评分均明显降低($P<0.05$),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组、IVR组、针刺组比较,联合组治疗后CBS、画钟测试评分均明显降低($P<0.05$),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。② FMA-UE和BI评分:与治疗前比较,对照组、IVR组、针刺组和联合组治疗后FMA-UE、BI评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组比较,IVR组、针刺组和联合组治疗后FMA-UE、BI评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。与对照组、IVR组、针刺组比较,联合组治疗后FMA-UE、BI评分均明显升高,差异均具有统计学意义($P<0.05$)。③ 安全性:4组治疗中均未发生严重不良反应。**结论** IVR训练联合针刺可改善脑卒中USN患者USN症状、上肢运动功能和日常生活活动能力,安全性较好,值得临床推广应用。

关键词 脑卒中;单侧空间忽略;虚拟现实;穴位针刺;上肢运动功能;日常生活活动能力

单侧空间忽略(unilateral spatial neglect, USN) 是脑损伤(特别是脑卒中)后最常见的认知行为障碍之一^[1],主要表现为患者大脑病灶对侧身体和空间范围的注意受损,忽略病灶对侧空间的感觉刺

引用格式:袁景,林桦,许磊,等.沉浸式虚拟现实训练联合穴位针刺对脑卒中患者单侧空间忽略的影响[J].康复学报,2025,35(4):363-369,377.

YUAN J, LIN H, XU L, et al. Effects of immersive virtual reality training combined with acupuncture on patients with unilateral neglect after stroke [J]. Rehabil Med, 2025, 35(4): 363-369, 377.

DOI:10.3724/SP.J.1329.2025.04005

©《康复学报》编辑部,开放获取CC BY-NC-ND 4.0协议

© Rehabilitation Medicine, OA under the CC BY-NC-ND 4.0

激,如进门时常碰撞忽略侧门框、读报漏读忽略侧文字等^[2],以右侧大脑顶叶、颞叶、额叶及皮质下核团损伤导致的左侧空间忽略较多见^[3]。急性脑卒中 USN 发生率 47%~80%,其中 13%~20% 在 1 年后仍有不同程度的症状^[4]。USN 降低了患者康复训练效果,容易发生碰撞、跌倒等危险,对日常生活活动能力(activities of daily living, ADL)造成不良影响^[5]。因此,脑卒中 USN 应早期进行康复治疗,对提升患者治疗效果和 ADL 有重要意义^[6]。

目前治疗脑卒中 USN 的方法主要包括视扫描训练、佩戴棱镜、镜像治疗、经颅磁/电刺激等^[7]。这些方法虽能减轻 USN 症状,但方式较单调、乏味,对多感觉信息综合能力训练不足,和真实日常环境差异较大。电脑虚拟现实(virtual reality, VR)技术具备视听等多种反馈,通过电脑产生虚拟现实的环境,提供各种贴近生活的康复训练,训练过程较为有趣、安全性高,可减轻患者 USN 症状,满足患者个体化需求,已逐步成为治疗 USN 的方法之一^[8]。既往的非沉浸式 VR 技术,训练者主要通过控制鼠标、操纵杆等,与显示屏中的二维虚拟环境进行互动。本研究创新采用沉浸式 VR(immersive virtual reality, IVR)技术,训练者通过佩戴头戴式设备将自己置身于更有身临其境感的三维虚拟环境空间中^[9]。具有强烈沉浸感的 IVR 技术在增强训练效果的同时,在实际应用中也存在一些局限性,若 IVR 训练持续时间过长、强度过高,易导致老年患者出现视觉疲劳或眩晕感;此外,IVR 训练较依赖视听感觉,对躯体感觉的刺激较为有限,难以直接调控神经生理功能,因此有必要优化 USN 康复策略。有研究显示,USN 可能与“经络血脉不通,而致窍闭神匿,神不导气”有关,针刺可活血、行气、通络,使脑髓得到气血荣养^[10]。头针结合体针可更有效减轻 USN,提高肢体运动功能和 ADL,针刺治疗最常用的穴位是百会穴^[11]。但针刺治疗效果不一,往往依赖临床医师的经验和选穴情况,也无法提供充足的空间-运动整合刺激^[12]。

IVR 技术通过沉浸式环境为患者提供动态、多维的视听空间刺激,提高其注意力并完成目标任务,这不仅能补偿针刺穴位在空间-运动整合刺激方面的不足,还能协同针刺穴位强化病灶相关神经网络区域的再塑;针刺穴位则可通过体感-自主神经调节上的特点,补偿 IVR 技术体感刺激的不足,为训练提供神经生理基础的支持。本研究采用 IVR 训练联合针刺穴位治疗脑卒中后 USN,取得良好疗效。

1 临床资料

1.1 病例选择标准

1.1.1 诊断标准 参考《中国各类主要脑血管病诊断要点 2019》^[13]有关脑卒中的诊断标准。

1.1.2 纳入标准 ① 年龄 30~80 岁;② 发病 30~180 d;③ 经线段划消测试、线段等分、画钟或临摹画图试验测评诊断为 USN;④ 初发脑卒中后左侧忽略患者,脑卒中部位在大脑右半球;⑤ 右利手,能接受相关指导并顺利完成相关康复训练;⑥ 受试者对本研究知情同意并签署知情同意书。

1.1.3 排除标准 ① 患有精神分裂、认知功能明显下降等不能配合训练;② 存在失用、失认、视野缺损或无法矫正的严重视听障碍;③ 存在右侧肢体活动不利;④ 合并恶性肿瘤或其他系统严重疾病。

1.1.4 中止和脱落标准 ① 受试者不能坚持本试验治疗方案;② 中途出现病情恶化,或出现严重不良反应;③ 各种原因要求自动退出临床试验。

1.2 一般资料

依据预试验结果,4 组凯瑟琳-伯哥量表(Catherine Bergego Scale, CBS)评分治疗前后均值分别为 2.74、3.68、3.92、4.46,标准差 1.56、1.66、1.42、1.38,采用检验效能($1-\beta$)为 0.9,检验水准(α)为 0.05(Bonferroni 校正后 0.012 5),采用 PASS 15.0 软件计算出每组样本量 25 例,考虑 15% 脱落率,每组纳入患者 30 例,共 120 例。

本研究选择 2022 年 10 月—2024 年 10 月在上海市第四康复医院住院治疗的脑卒中 USN 患者 120 例,采用 Stata 13.0 软件产生随机数字序列,分为对照组、IVR 组、针刺组、联合组,每组 30 例。4 组年龄、性别、发病天数、受教育时间、疾病类型、基础疾病、美国国立卫生研究院卒中量表(National Institutes of Health Stroke Scale, NIHSS)评分、简易认知状态检查量表(Mini-Mental State Examination, MMSE)评分等一般资料比较,差异均无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。见表 1。本研究已通过上海市第四康复医院医学伦理委员会审批(审批号:SP2022-01),并已在中国临床试验注册中心注册认证(注册号:ChiCTR2300073288)。

2 方 法

2.1 治疗方法

4 组均接受脑卒中患者常规治疗和康复训练,7 d/周,共持续 4 周。

表1 4组一般资料比较
Table 1 Comparison of general data in four groups

组别	例数	性别		年龄/($\bar{x}\pm s$,岁)	发病天数/($\bar{x}\pm s$,d)	受教育时间/($\bar{x}\pm s$,年)
		男	女			
对照组	30	18	12	68.20±5.92	55.90±21.40	10.53±2.27
IVR组	30	20	10	66.57±7.78	57.17±17.92	10.63±2.58
针刺组	30	16	14	68.70±6.39	59.30±17.93	10.97±2.09
联合组	30	19	11	68.07±7.04	55.63±13.62	10.83±2.46

组别	例数	疾病类型		基础疾病			NIHSS评分/ ($\bar{x}\pm s$,分)	MMSE评分/ ($\bar{x}\pm s$,分)
		脑梗死	脑出血	糖尿病	高血压	冠心病		
对照组	30	25	5	14	23	10	13.77±3.70	23.80±1.79
IVR组	30	22	8	14	27	11	14.03±3.85	24.30±2.00
针刺组	30	26	4	9	28	8	14.50±2.58	23.15±2.32
联合组	30	26	4	10	26	9	14.67±3.04	23.87±2.67

2.1.1 对照组 在常规治疗和康复训练基础上接受USN作业治疗,30 min/次,2次/d,7 d/周,共持续4周。

2.1.1.1 视觉扫描练习 患者拾取散落桌面上的1元(8枚)、5角(10枚)、1角(12枚)人民币硬币或不同颜色(红、蓝、黄、绿色各5块)边长4 cm立方体积木,60%硬币或积木放置在忽略侧,要求患者按面值或颜色归类到指定容器中;在1张A4纸上均匀分布字母(如A、B、C)或数字(如1、2、3),要求患者按照指令,寻找纸上指定的目标字母、数字并划去。

2.1.1.2 交叉促进练习 患者端坐于桌前,身体中线对齐木钉板中心,要求肢体越过中线把木钉插入忽略一侧钉板的孔中。

2.1.1.3 忽略侧取物练习 在桌面上放置8个醒目的不同物体如杯子、乒乓球、橡皮、玩具等,其中5个放置忽略侧,要求患者在忽略侧取物,并放入中间的篮子。

2.1.1.4 旋转躯干练习 患者坐在椅子上,在治疗师示范下,用健手带动躯干向左侧旋转20°~30°,头肩跟随,并保持10 s,再返回起始位置重复练习。

2.1.1.5 日常生活活动能力训练 患者进行穿衣、吃饭、个人修饰等ADL训练。

2.1.2 IVR组 在对照组基础上接受IVR训练。采用虚拟现实VR智能康复系统(杭州易脑复苏科技有限公司,型号:标准型V2.2版)进行IVR训练。患者佩戴专用眼镜进行观察,转动头部可随之改变虚拟环境中自己的视角和方向,健肢携配智能传感器可同步操纵虚拟环境中的物品和“自己肢体”,完成以下游戏练习。

2.1.2.1 高射炮打飞机 患者需观察不同方位袭来

的敌机,操作高炮进行射击并将其击落。

2.1.2.2 过马路 要求患者走过十字路口的横道线抵达对面,同时观察和规避场景中左右驶来的汽车,以防被车辆撞到。

2.1.2.3 擦窗 要求患者操纵一块抹布,擦拭干净场景中一块布满灰尘的大窗。

2.1.2.4 打地鼠 患者操纵一个锤子,及时发现并敲打左右各地穴中随机突然露头的地鼠。

2.1.2.5 打垒球 患者操纵棒球棍,把各方向飞来的垒球再打向天空中,击落左右来回飞行的鸟。

治疗师可在电脑终端通过蓝牙连接患者头戴设备,观察其完成情况,每项游戏练习6 min,30 min/d,7 d/周,共持续4周。

2.1.3 针刺组 在对照组基础上接受针刺治疗。选用一次性针灸针(无锡佳健医疗器械股份有限公司,规格:0.25 mm×40 mm)进行针刺。患者取坐位,头部稍前倾,针身与头皮呈15°~30°,平刺百会穴0.5~0.8寸;针身与皮肤呈45°~60°,喉部方向斜刺风池穴0.8~1.2寸;针身与皮肤呈30°~45°,下颌方向斜刺风府穴0.5~1.0寸;针身与皮肤垂直刺入悬钟穴0.5~1.5寸,稍加捻转以增强针感。1次/d,留针20 min,7 d/周,共持续4周。

2.1.4 联合组 在IVR组基础上接受针刺治疗。治疗方法分别与IVR组、针刺组一致。

2.2 观察指标

分别于治疗前后由不知晓具体分组的研究人员进行以下指标评定。

2.2.1 USN症状 分别采用CBS、线段划消测试、星星划消测试和画钟测试评定USN症状。

2.2.1.1 CBS CBS共有10个项目,每项从无症状

到轻、中、重度,分别对应0~3分^[14]。得分越高表示忽略症状越严重。

2.2.1.2 线段划消测试 让受测者删划分散在 A4 纸上的 2 cm 线段,共有 36 条,每删划 1 条计 1 分。得分越低,忽略症状越重^[15]。

2.2.1.3 星星划消测试 让受测者删划 A4 纸上混在干扰图案中的小星星,共 54 个,每成功划掉 1 个计 1 分。得分越低,忽略症状越重^[16]。

2.2.1.4 画钟测试 在预先画有钟面图案的 A4 纸上,要求患者标上钟点,位置全部正确计 0 分;个别位置错误计 1 分;所画钟点数字位置不准确,但间隔相等计 2 分;所画钟点大多数标错位置计 3 分;钟点数字均标在右半钟面计 4 分。得分越低,忽略症状越轻^[17]。

2.2.2 上肢运动功能 采用简化 Fugl-Meyer 运动功能评估量表上肢部分(Fugl-Meyer Assessment of Upper Extremity, FMA-UE)评估上肢运动功能^[18]。FMA-UE 共 33 项,每项全部完成 2 分,部分完成 1 分,不能完成 0 分。得分越高,功能越好。

2.2.3 日常生活活动能力 采用 Barthel 指数(Barthel Index, BI)评定 ADL^[19]。BI 总分 100 分,得分越高,ADL 越好。

2.2.4 治疗安全性 观察患者治疗期间有无因治疗而发生的心悸、眩晕、呕吐、血肿、体位性低血压、

运动损伤、癫痫发作等不良反应。

2.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据分析。计量资料服从正态分布以($\bar{x}\pm s$)描述,组内比较采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用单因素方差分析,组间两两比较采用 Bonferroni 检验;计量资料不服从正态分布以 [$M(P_{25}, P_{75})$] 表示,组内比较采用配对样本 Wilcoxon 检验,组间比较采用 Kruskal-Wallis *H* 检验。计数资料以例数表示,组间比较采用 χ^2 检验。*P*<0.05 为差异具有统计学意义。

3 结 果

3.1 4组治疗前后 USN 评分比较

与治疗前比较,对照组、IVR 组、针刺组和联合组治疗后 CBS、画钟测试评分均明显降低(*P*<0.05),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义(*P*<0.05)。与对照组比较,IVR 组、针刺组和联合组治疗后 CBS、画钟测试评分均明显降低(*P*<0.05),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义(*P*<0.05)。与对照组、IVR 组、针刺组比较,联合组治疗后 CBS、画钟测试评分均明显降低(*P*<0.05),线段划消、星星划消评分均明显升高,差异均具有统计学意义(*P*<0.05)。见表 2。

表 2 4组治疗前后 USN 评分比较[($\bar{x}\pm s$)/ $M(P_{25}, P_{75})$]							分
Table 2 Comparison of USN scores in four groups before and after treatment [($\bar{x}\pm s$)/ $M(P_{25}, P_{75})$]							Scores
组别	例数	时间	CBS 评分	线段划消评分	星星划消评分	画钟测试评分	
对照组	30	治疗前	21.37±3.67	23.23±3.68	31.20±3.60	3.00(2.00,3.00)	
		治疗后	17.87±4.23 ¹⁾	27.23±4.12 ¹⁾	34.63±4.29 ¹⁾	2.00(1.00,3.00) ¹⁾	
IVR 组	30	治疗前	21.10±3.77	23.40±3.57	31.50±4.35	3.00(2.00,3.00)	
		治疗后	13.97±4.10 ¹⁾²⁾	29.83±3.34 ¹⁾²⁾	38.43±4.05 ¹⁾²⁾	1.00(1.00,2.00) ¹⁾²⁾	
针刺组	30	治疗前	22.43±2.43	23.37±2.98	30.57±2.24	3.00(2.00,3.00)	
		治疗后	15.17±3.73 ¹⁾²⁾	29.67±3.41 ¹⁾²⁾	37.27±2.18 ¹⁾²⁾	1.00(1.00,2.00) ¹⁾²⁾	
联合组	30	治疗前	22.17±2.49	22.90±2.66	30.40±3.14	3.00(2.00,3.00)	
		治疗后	10.93±2.83 ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	32.30±2.97 ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	42.37±3.90 ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	1.00(0.00,1.00) ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	

注:与治疗前比较,1) *P*<0.05;与对照组比较,2) *P*<0.05;与 IVR 组比较,3) *P*<0.05;与针刺组比较,4) *P*<0.05。

Note: Compared with that before treatment, 1) *P*<0.05; compared with the control group, 2) *P*<0.05; compared with the IVR group, 3) *P*<0.05; compared with the acupuncture group, 4) *P*<0.05.

3.2 4组治疗前后 FMA-UE 和 BI 评分比较

与治疗前比较,对照组、IVR 组、针刺组和联合组治疗后 FMA-UE、BI 评分均明显升高(*P*<0.05)。与对照组比较,IVR 组、针刺组和联合组治疗后

FMA-UE、BI 评分均明显升高(*P*<0.05)。与对照组、IVR 组、针刺组比较,联合组治疗后 FMA-UE、BI 评分均明显升高,差异均具有统计学意义(*P*<0.05)。见表 3。

表3 4组治疗前后FMA-UE和BI评分比较 $[(\bar{x}\pm s)/M(P_{25}, P_{75})]$

分

Table 3 Comparison of FMA-UE and BI scores in four groups before and after treatment $[(\bar{x}\pm s)/M(P_{25}, P_{75})]$					Scores
组别	例数	时间	FMA-UE 评分	BI 评分	
对照组	30	治疗前	24.53±5.21	25.00(20.00,30.00)	
		治疗后	27.77±5.28 ¹⁾	32.50(28.75,35.00) ¹⁾	
IVR 组	30	治疗前	24.73±3.84	30.00(23.75,35.00)	
		治疗后	31.43±5.07 ¹⁾²⁾	40.00(30.00,45.00) ¹⁾²⁾	
针刺组	30	治疗前	25.33±3.73	25.00(20.00,30.00)	
		治疗后	31.07±3.96 ¹⁾²⁾	40.00(35.00,45.00) ¹⁾²⁾	
联合组	30	治疗前	23.33±3.84	25.00(23.75,35.00)	
		治疗后	34.80±4.29 ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	47.50(40.00,55.00) ¹⁾²⁾³⁾⁴⁾	

注:与治疗前比较,1) $P<0.05$;与对照组比较,2) $P<0.05$;与IVR组比较,3) $P<0.05$;与针刺组比较,4) $P<0.05$ 。

Note: Compared with that before treatment, 1) $P<0.05$; compared with the control group, 2) $P<0.05$; compared with the IVR group, 3) $P<0.05$; compared with the acupuncture group, 4) $P<0.05$.

3.3 安全性评价

4组治疗中均未发生严重不良反应。仅IVR组和联合组分别有3例、2例患者在首次IVR训练初期有轻度眩晕感,经短暂适应后症状缓解,可继续训练。

4 讨论

4.1 IVR训练联合针刺可改善脑卒中USN患者USN症状

本研究结果显示,与对照组、IVR组、针刺组比较,联合组治疗后CBS、画钟测试评分均明显降低,线段划消、星星划消评分均明显升高,提示IVR训练联合针刺可改善脑卒中USN患者USN症状。这与HUYGELIER等^[20]研究显示多场景IVR游戏训练可改善脑卒中患者左侧USN症状的结果相似。

4.1.1 IVR训练可提高脑卒中患者的注意控制和注意重新定向能力 有研究显示,位于顶内沟、额叶视区的背侧注意网络(dorsal attentional networks, DAN)以及位于右脑、颞顶联合、腹侧额皮质的腹侧注意网络(ventral attentional networks, VAN)损伤可导致USN症状,DAN与空间注意能力密切相关,是自上而下注意控制的主要激活脑区,VAN与注意的重新定向有关^[21]。① IVR训练可提供虚拟情景下的目标任务(如打地鼠游戏)让脑卒中患者主动寻找忽略侧物体,训练其主动注意能力,触发外侧前额叶和上顶叶皮质的激活,并通过空间认知-肢体运动训练的整合,有效提高大脑半球间DAN节点的沟通连接^[22]。② IVR训练还能在忽略侧模拟意外事件,如突然出现鸣着喇叭疾驰而来的车辆等,通过动态多感官视听刺激能够“唤醒”VAN的再定向功能,促

使患者快速将注意力转向忽略侧^[23]。③ IVR训练可提供生活中的复杂动态场景练习(如在虚拟的十字路口街景中对行驶车辆移动的跟踪注意),依赖于DAN的作用,而当忽略侧新出现需要注意的车辆,则需要VAN的快速激活,通过训练脑卒中患者发现新出现车辆,并持续注意跟踪其驶离,再安全通过马路,有利于重塑大脑DAN和VAN间的连接。这与WÅHLIN等^[24]研究显示,VR训练可增强大脑半球间的DAN静息态功能连接并激活内在神经交流的结果相似。

4.1.2 针刺治疗可增强脑卒中患者的神经元兴奋性 本研究选择百会、风府、风池和悬钟穴进行针刺治疗,百会穴为百脉之汇,具有通督醒脑、宁神通窍的作用;风府穴是督脉、阳维脉和足太阳经的交汇,可起通关开窍、醒脑熄风之功效^[25];风池穴和悬钟穴均属足少阳胆经,前者通达脑、目脉络为祛风要穴,后者有补益脑髓之功效^[26]。脑卒中USN症状与脑密切相关,故选取头部百会、风府和风池穴,直接刺激脑部经络,并辅以远端穴位悬钟穴,不仅疏通脑卒中患者经络血脉,增强肢体感觉;还可以使气血得以荣养脑髓,恢复神聪,促进空间注意的恢复。这与吕彩虹等^[27-28]研究结果相似。

4.1.3 IVR训练联合针刺可协同改善脑卒中患者神经突触可塑性 ① 在IVR训练强化激活脑卒中患者特定脑区后,再针刺穴位进行感觉刺激输入,可进一步促进神经细胞轴突再生,树突侧枝萌发,以及突触可塑性改变^[29],两者可形成协同叠加效应。② IVR训练通过虚拟环境下打台球等动作游戏,弥补针刺穴位在空间-运动整合刺激方面的不

足,能更精准活化特定神经网络区域。此外,人体穴位是外周感受器高度密集的区域,针刺穴位可通过体感-自主神经调节,改善血液循环灌注,调节神经递质水平和神经因子的表达,提升神经网络传递效率^[30],弥补 IVR 训练躯体刺激较少,直接调控神经功能较弱的不足,两者联合应用可形成协同互补效应。③ IVR 训练具有真实性(可模拟现实场景)、交互性(能与虚拟世界中物体进行自然互动)、反馈性(可产生视听感觉以及完成情况的即时反馈)、趣味性(虚拟场景游戏使训练更有趣)、安全性(能规避真实环境中的风险因素)等优点,有助于将针刺穴位治疗效果转化为真实环境下实际注意能力的提升。

4.2 IVR 训练联合针刺可有效改善脑卒中 USN 患者上肢运动功能和日常生活活动能力

本研究结果显示,与对照组、IVR 组、针刺组比较,联合组治疗后 FMA-UE、BI 评分均明显升高,这提示 IVR 训练联合针刺可有效改善脑卒中 USN 患者上肢运动功能和日常生活活动能力。可能与以下因素有关:脑卒中 USN 患者 USN 症状减轻,对忽略侧空间和肢体的注意程度改善,可促进脑卒中患者更好地进行康复训练,从而提高上肢运动功能。IVR 训练联合针刺能让脑卒中在模拟的真实日常生活场景中进行训练,也更有利于把针刺治疗效果转化为 ADL 提高。这与潘新永等^[11]研究结果相似。

5 小 结

IVR 训练联合针刺可改善脑卒中 USN 患者 USN 症状、上肢运动功能和日常生活活动能力,安全性较好,值得临床推广应用。但本研究还存在一些不足之处,如样本量较小、未进行随访、未观察针刺不同配穴的疗效差异等。下一步研究将开展多中心、大样本临床随机对照研究,加强出院后随访,并观察沉浸式/非沉浸式 VR 训练及不同针灸配穴的疗效差异,为治疗脑卒中 USN 患者提供更可靠的依据。

注:本文为第二十七届中国科协年会学术论文。

参考文献

- [1] BOSMA M S, NIJBOER T C W, CALJOUW M A A, et al. Impact of visuospatial neglect post-stroke on daily activities, participation and informal caregiver burden: a systematic review [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2020, 63(4): 344-358.
- [2] GAMMERI R, IACONO C, RICCI R, et al. Unilateral spatial neglect after stroke: current insights [J]. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 2020, 16: 131-152.
- [3] BARRETT A M. Spatial neglect and anosognosia after right brain

- stroke [J]. *Continuum (Minneapolis)*, 2021, 27(6): 1624-1645.
- [4] ESPOSITO E, SHEKHTMAN G, CHEN P. Prevalence of spatial neglect post-stroke: a systematic review [J]. *Ann Phys Rehabil Med*, 2021, 64(5): 101459.
- [5] 华玲, 张一楠, 郑玉, 等. 手控节律音乐治疗对脑卒中后单侧空间忽略的效果[J]. *中国康复理论与实践*, 2023, 29(7): 833-838. HUA L, ZHANG Y N, ZHENG Y, et al. Effect of hand controlled rhythm music therapy on unilateral spatial neglect after stroke [J]. *Chin J Rehabil Theory Pract*, 2023, 29(7): 833-838.
- [6] ZHANG Y Q, XING Y, LI C Q, et al. Mirror therapy for unilateral neglect after stroke: a systematic review [J]. *Eur J Neurol*, 2022, 29(1): 358-371.
- [7] CATALDO E, RONCHI R. Recovery of unilateral spatial neglect after stroke over the time [J]. *Rev Med Suisse*, 2023, 19(824): 828-830.
- [8] 王碧茹, 周甜甜, 廖维靖. 虚拟现实技术在脑卒中患者康复治疗中的应用进展[J]. *中国康复*, 2021, 36(12): 765-768. WANG B R, ZHOU T T, LIAO W J. Application progress of virtual reality technology in rehabilitation treatment of stroke patients [J]. *Chin J Rehabil*, 2021, 36(12): 765-768.
- [9] HAO J, XIE H Y, HARP K, et al. Effects of virtual reality intervention on neural plasticity in stroke rehabilitation: a systematic review [J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2022, 103(3): 523-541.
- [10] 张娜, 苏玉赛, 尹昱. 针刺联合经颅直流电刺激对脑卒中后单侧忽略及视觉、认知、生活能力的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2023, 32(20): 2861-2864. ZHANG N, SU Y S, YIN Y. Effects of acupuncture combined with transcranial direct current stimulation on unilateral neglect, vision, cognition and life ability after stroke [J]. *Mod J Integr Tradit Chin West Med*, 2023, 32(20): 2861-2864.
- [11] 潘新永, 夏渊, 卢悦, 等. 针刺对卒中后单侧空间忽略影响的 Meta 分析[J]. *上海针灸杂志*, 2022, 41(4): 418-424. PAN X Y, XIA Y, LU Y, et al. Meta-analysis of the effect of acupuncture on unilateral spatial neglect after stroke [J]. *Shanghai J Acupunct Moxibust*, 2022, 41(4): 418-424.
- [12] LIN S H, GUO J Y, CHEN X, et al. Effect of acupuncture on unilateral spatial neglect after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *Geriatr Nurs*, 2022, 46: 13-20.
- [13] 中华医学会神经病学分会, 中华医学会神经病学分会脑血管病学组. 中国各类主要脑血管病诊断要点 2019[J]. *中华神经科杂志*, 2019, 52(9): 710-715. Chinese Society of Neurology, Chinese Stroke Society. Diagnostic criteria of cerebrovascular diseases in China (version 2019) [J]. *Chin J Neurol*, 2019, 52(9): 710-715.
- [14] AZOUVI P. Functional consequences and awareness of unilateral neglect: study of an evaluation scale [J]. *Neuropsychol Rehabil*, 1996, 6(2): 133-150.
- [15] ALBERT M L. A simple test of visual neglect [J]. *Neurology*, 1973, 23(6): 658-664.
- [16] WILSON B, COCKBURN J, HALLIGAN P. Development of a behavioral test of visuospatial neglect [J]. *Arch Phys Med Rehabil*,

- 1987,68(2):98-102.
- [17] ISHIAI S, SUGISHITA M, ICHIKAWA T, et al. Clock-drawing test and unilateral spatial neglect [J]. *Neurology*, 1993, 43(1): 106-110.
- [18] FUGL-MEYER A R, JÄÄSKÖ L, LEYMAN I, et al. The post-stroke hemiplegic patient. I. a method for evaluation of physical performance [J]. *Scand J Rehabil Med*, 1975, 7(1):13-31.
- [19] MAHONEY F I, BARTHEL D W. Functional evaluation: the Barthel Index [J]. *Md State Med J*, 1965, 14:61-65.
- [20] HUYGELIER H, SCHRAEPEN B, LAFOSSE C, et al. An immersive virtual reality game to train spatial attention orientation after stroke: a feasibility study [J]. *Appl Neuropsychol Adult*, 2022, 29(5):915-935.
- [21] TAKAMURA Y, FUJII S, OHMATSU S, et al. Pathological structure of visuospatial neglect: a comprehensive multivariate analysis of spatial and non-spatial aspects [J]. *iScience*, 2021, 24(4): 102316.
- [22] 姜学琴,何婷,王惠芳. 虚拟现实技术在单侧忽略康复治疗中的研究进展[J]. *中国康复医学杂志*, 2023, 38(5):716-719.
- JIANG X Q, HE T, WANG H F. Research progress of virtual reality technology in the rehabilitation of unilateral neglect [J]. *Chin J Rehabil Med*, 2023, 38(5):716-719.
- [23] MARTINO CINNERA A, BISIRRI A, CHIOCCIA I, et al. Exploring the potential of immersive virtual reality in the treatment of unilateral spatial neglect due to stroke: a comprehensive systematic review [J]. *Brain Sci*, 2022, 12(11):1589.
- [24] WÄHLIN A, FORDELL H, EKMAN U, et al. Rehabilitation in chronic spatial neglect strengthens resting-state connectivity [J]. *Acta Neurol Scand*, 2019, 139(3):254-259.
- [25] 谢辉,贺小飞,董伟娜,等. 治神调髓法针刺脑卒中后单侧空间忽略疗效研究[J]. *陕西中医*, 2023, 44(11):1623-1627.
- XIE H, HE X F, DOND W N, et al. Curative effect study on Zhishen Tiaosui acupuncture on unilateral spatial neglect after stroke [J]. *Shaanxi J Tradit Chin Med*, 2023, 44(11):1623-1627.
- [26] 宋晓琳. 调神通络针刺法联合热敏灸对脑卒中后肢体痉挛患者肢体运动和神经功能的影响[J]. *中医研究*, 2022, 35(3): 24-27.
- SONG X L. Effect of acupuncture combined with heat-sensitive moxibustion on limb movement and neurological function of patients with limb spasm after stroke [J]. *Tradit Chin Med Res*, 2022, 35(3):24-27.
- [27] 吕彩虹,吴李秀,吴淑俭,等. 三段接力针刺法联合作业训练治疗卒中后单侧忽略的临床观察[J]. *广州中医药大学学报*, 2024, 41(2):366-372.
- LYU C H, WU L X, WU S J, et al. Clinical observation on three-segment relay acupuncture method combined with training treatment in the treatment of unilateral neglect after stroke [J]. *J Guangzhou Univ Tradit Chin Med*, 2024, 41(2):366-372.
- [28] 魏翔宇,詹松华,郭粹,等. 分数低频振幅模式下电针百会穴实时脑效应研究[J]. *辽宁中医杂志*, 2021, 48(1):168-170, 223.
- WEI X Y, ZHAN S H, GUO C, et al. Real-time brain effect of electro-acupuncture at Baihui (GV20) under fALFF mode [J]. *Liaoning J Tradit Chin Med*, 2021, 48(1):168-170, 223.
- [29] 李丽芳,周鸿飞,张威. 针刺治疗脑卒中后肢体运动障碍的机制与研究进展[J]. *按摩与康复医学*, 2023, 14(3):53-57.
- LI L F, ZHOU H F, ZHANG W. Mechanism and research progress of acupuncture in treating limb dyskinesia after stroke [J]. *Chin Manip Rehabil Med*, 2023, 14(3):53-57.
- [30] ZHANG R Z, ZHANG X, ZHU T T, et al. Study on the effects of acupuncture with the "Yizhi Tiaoshen" acupoint formula on blood oxygen metabolism and neural function in key brain regions of AD rats [J]. *Degener Neurol Neuromuscul Dis*, 2024, 14:103-114.

Effects of Immersive Virtual Reality Training Combined with Acupuncture on Patients with Unilateral Spatial Neglect after Stroke

YUAN Jing, LIN Hua, XU Lei, XU Bing, WANG Nian, LIU Zhilan, LI Guo, YE Rongju*

The Fourth Rehabilitation Hospital of Shanghai, Shanghai 200040, China

*Correspondence: YE Rongju, E-mail: 356973143@qq.com

ABSTRACT Objective To observe the effects of immersive virtual reality (IVR) training combined with acupuncture on patients with unilateral spatial neglect (USN) after stroke. **Methods** A total of 120 patients with USN after stroke who were hospitalized in the Fourth Rehabilitation Hospital of Shanghai from October 2022 to October 2024 were randomly divided into control group, IVR group, acupuncture group and combined group according to the random number sequence generated by the Stata 13.0 software, with 30 cases in each group. The control group received USN occupational therapy on the basis of conventional treatment and rehabilitation training, including visual scanning exercises, cross-facilitation exercises, object retrieval exercises on the neglected side, trunk rotation exercises, and activities of daily living training, 30 minutes each session, twice a day, seven days a week for four weeks. The IVR group additionally received IVR training on the basis of the treatment in the control group, including shooting planes with a cannon, crossing the street, cleaning windows, whacking moles, playing softball, six minutes per game, 30 minutes a day, seven days a week for four weeks. The acupuncture group additionally received acupuncture therapy at the Baihui (DU20), Fengchi (GB20), Fengfu (DU15), and Xuanzhong (GB38) acupoints on the basis of the control group's treatment, once a day, with needles retained for 20 minutes, seven days a week for four weeks. The combined group received IVR training and acupuncture therapy, following the same protocols as the IVR group and the acupuncture group, respectively. Before and after treatment, Catherine Bergego Scale (CBS), line cancellation test, star cancellation test, and clock drawing test were used to assess USN symptoms by researchers

(下转第 377 页)