

焦虑障碍虚拟现实暴露治疗的效果研究进展

杨军韦^{1,2}, 周云飞^{1,2*}, 魏 堃^{1,2}

(1. 安徽医科大学深圳精神卫生临床学院, 广东 深圳 518020;

2. 深圳市精神卫生中心, 广东 深圳 518020

*通信作者: 周云飞, E-mail: drzyf2007@163.com)

【摘要】 本文目的是对虚拟现实暴露疗法治疗焦虑障碍各亚型效果的研究进展进行综述, 以期为临床应用提供参考。虚拟现实技术的日益普及与发展, 为焦虑障碍的治疗提供了新的有效方法。近年来, 大量研究表明虚拟现实暴露疗法治疗焦虑障碍有一定的效果。本文探讨了虚拟现实暴露疗法治疗焦虑障碍各亚型的效果以及药物对虚拟现实暴露治疗的增效作用, 并总结了虚拟现实暴露疗法的优点及不足。

【关键词】 虚拟现实暴露疗法; 虚拟现实; 焦虑障碍

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



微信扫描二维码

听独家语音释文

与作者在线交流

中图分类号: R749.05

文献标识码: A

doi: 10.11886/scjsws20200611001

Research progress on the effect of virtual reality exposure therapy for anxiety disorder

Yang Junwei^{1,2}, Zhou Yunfei^{1,2*}, Wei Kun^{1,2}

(1. Shenzhen Clinical College of Mental Health, Anhui Medical University, Shenzhen 518020, China;

2. Shenzhen Mental Health Center, Shenzhen 518020, China

*Corresponding author: Zhou Yunfei, E-mail: drzyf2007@163.com)

【Abstract】 The purpose of this paper is to review the research progress on the effect of virtual reality exposure therapy (VRET) in the treatment of various subtypes of anxiety disorders, so as to provide references for clinical application. With the increasing popularity and development of VRET, it is applied as a new and effective method in the clinical treatment of anxiety disorders. In recent years, a large number of studies have reported that VRET has a certain effect on anxiety disorders, so this paper aims to discuss the role of VRET in the treatment of various subtypes of anxiety disorders, the synergistic effect of drugs on VRET and the advantages and disadvantages of VRET.

【Keywords】 Virtual reality exposure therapy; Virtual reality; Anxiety disorder

焦虑障碍以精神焦虑和躯体焦虑症状为主要临床表现, 主要包括广泛性焦虑障碍、惊恐障碍、社交焦虑障碍、广场恐怖症、特定恐怖症等^[1]。黄悦勤等^[2]报道, 中国焦虑障碍的 12 个月患病率和终生患病率分别为 5.0% 和 7.6%, 是最常见的一类精神障碍。在焦虑障碍的治疗中, 除了药物, 暴露疗法也是一个非常重要的疗法。传统暴露疗法主要包括实景暴露(vivo exposure, IVE)和想象暴露(imaginal exposure, IE), 二者各有优点和缺点。IVE 存在操作难度大、可复制性差、暴露等级控制难等问题; IE 的治疗效果受到患者想象力水平等因素影响。

虚拟现实(Virtual Reality, VR)是利用计算机生

成逼真的三维视、听、嗅觉等模拟场景和具有交互作用的逼真的虚拟环境(Virtual Environment, VE), 通过适当装置使人产生身临其境的感觉, 为暴露治疗等提供逼真的反馈现场。VR 技术在 20 世纪 80 年代由 Jarin Lanier 提出^[3], 基于 VR 技术的暴露疗法即虚拟现实暴露疗法(Virtual reality exposure therapy, VRET)。克拉克亚特兰大大学的研究者于 1992 年首次提出利用虚拟现实技术治疗心理障碍^[4]。随着虚拟现实技术的进步, 人们在逐渐认识 VRET 的同时也产生了新的疑问。例如, VRET 治疗焦虑障碍的效果研究进展如何? VRET 能否与药物治疗或心理治疗联合? VRET 的优点及不足有哪些? 因此, 本文通过对 VRET 治疗焦虑障碍的效果的研究进展进行综述, 以期为虚拟现实治疗技术的临床应用提供参考。

基金项目: 广东省高水平临床重点专科(深圳市配套建设经费)资助(项目编号: SZGSP013); 深圳市医学重点学科建设经费资助(项目编号: SZXK041)

1 资料与方法

1.1 资料来源与检索策略

1.1.1 资料来源

于 2020 年 5 月-7 月在中国知网 CNKI 数据库、万方数据知识服务平台、维普中文期刊服务平台和 PubMed 数据库进行计算机检索,检索时限为建库至 2020 年 7 月。

1.1.2 检索策略

在中国知网 CNKI 数据库、万方数据知识服务平台、维普中文期刊服务平台采用关键词检索,使用的关键词为“焦虑障碍”“惊恐障碍”“社交焦虑”“恐怖症”“恐高症”和“虚拟现实”组合。在 PubMed 数据库中采用 Title/Abstract 检索的办法,使用的检索式为:[anxiety*(MeSH Terms)] OR [anxiety disorder (Title/Abstract)] OR [panic disorder (Title/Abstract)] OR [fear of flying (Title/Abstract)] OR [agoraphobia (Title/Abstract)] OR [phobia (Title/Abstract)] AND [virtual reality (Title/Abstract)]。

1.2 文献纳入标准与排除标准

文献纳入标准:①研究针对的疾病为焦虑障碍,包括广泛性焦虑障碍、惊恐障碍、社交焦虑障碍、广场恐怖症、特定恐怖症;②治疗方法包括虚拟现实暴露疗法,但不仅限于这种方法;③中英文文献。排除标准:①重复发表的文献;②无法找到全文的文献。

1.3 文献筛选与质量评估

排除重复文献后,阅读文献题目和摘要进行初步筛选,然后阅读全文进行二次筛选,按照纳入与排除标准筛选出符合要求的文献,研究内容相似则取证据等级较高的文献。最终共纳入文献 39 篇。文献整体质量较好,目的明确,方法与结论清楚。但这些文献中的研究在研究对象、实验步骤、方法等方面同质性较差,不适合进行 Meta 分析,故作定性描述。

2 结果

2.1 纳入文献的基本情况

初步检索共获取文献 847 篇。其中最早的文献发表于 1995 年,最新的发表于 2020 年 7 月。通过对

标题、摘要以及全文进行阅读,最终选出符合纳入标准的文献共 39 篇。文献检索流程图见图 1。

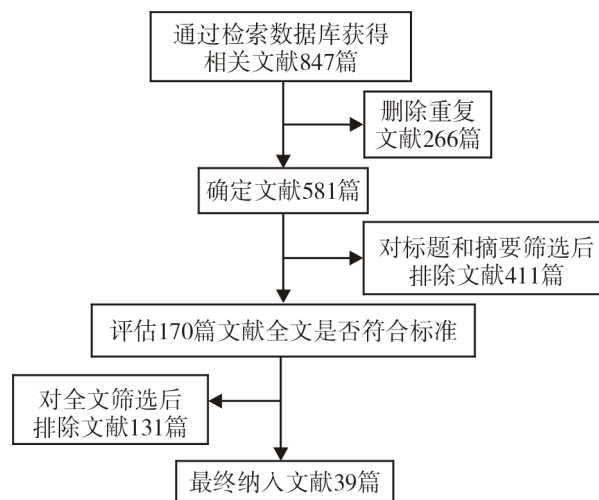


图1 文献筛选流程图

2.2 焦虑障碍虚拟现实暴露治疗

2.2.1 广泛性焦虑障碍

广泛性焦虑障碍 (generalized anxiety disorder, GAD) 的特征是对诸多事件或活动产生过度的焦虑和担心。紧张度、持续时间或焦虑和担心出现的频率都与现实可能性或预期事件的冲击不成比例^[1]。在最近一项研究^[5],也是首个探索和证明虚拟环境 (VE) 可以减少广泛性焦虑障碍患者焦虑的临床研究中,研究者构建了一种基于投影的虚拟环境系统在临床中提供 VR 暴露治疗的新方法。通过该系统,患者可以与虚拟环境进行交互,并且能获得类似于户外骑行的体验。研究表明,相比对照组 (在骑固定自行车同时观察投影机投影的水彩画),VE 组 (在骑固定自行车同时观察 VE 系统投影的场景) 的广泛性焦虑障碍患者在骑自行车后表现出较低的皮肤电流反应 (galvanic skin response, GSR), 并且脑电图体现出较高的 α 值,患者可以获得更高的运动强度和更低的情绪压力感知。朱颖之等^[6]设计了一套 3D 虚拟视景生物反馈系统并应用于广泛性焦虑障碍的治疗,研究表明,治疗前后汉密尔顿焦虑量表 (Hamilton Anxiety Scale, HAMA) 与症状自评量表 (Symptom Checklist 90, SCL-90) 评分差异有统计学意义。但目前 VR 技术在治疗广泛性焦虑障碍主要是通过进行虚拟放松训练,未来可以扩展更多方式,比如增加更多的互动功能。

2.2.2 惊恐障碍

惊恐障碍(Panic Disorder)的特征是由躯体焦虑(例如心悸、出汗、窒息感)和精神焦虑(例如害怕死亡)表现出来的惊恐发作,可导致对特定地点的恐惧或回避。Botella 等^[7]的研究支持 VRET 短期和长期治疗惊恐障碍伴或不伴广场恐怖症的有效性。有对照研究及荟萃分析表明,VRET 治疗惊恐障碍是有效的^[8-9],但相比于传统暴露疗法是否有显著优势,仍需更多研究来证明。

2.2.3 社交焦虑障碍

社交焦虑障碍(Social anxiety disorder, SAD)的特征是一种对社交情境的显著或强烈的害怕或焦虑,这种情境下,个体可能过分在意他人评价^[1]。暴露治疗被认为是治疗社交焦虑障碍的最重要方法。然而,实景暴露有其局限性,无论是对患者或治疗师,找到适当的暴露环境是耗时且有挑战性的。VR 的应用为社交焦虑障碍暴露治疗提供了帮助。通过计算机虚拟技术,患者可以在高度可控的环境中系统地暴露于令人恐惧的刺激情景^[10]。Kampmann 等^[11]的荟萃分析表明,VRET 在减轻社交焦虑障碍症状方面是有效的,VRET 的效果与基于网络的认知行为疗法(Internet delivered cognitive behavior therapy)相当。Bouchard 等^[12]的研究结果证实了在虚拟环境下进行认知行为治疗(cognitive behavioral therapy, CBT)比在实景环境更有效、更实用,在 6 个月的随访中,所有的疗效都得以维持。公共演讲焦虑(public speaking anxiety, PSA)是社交焦虑障碍的一种独特亚型,VRET 也是适用的治疗方法。引发焦虑的情景可以在虚拟环境中通过模拟社交情景实现,从而使公共演讲焦虑患者能够在虚拟环境中出现真正的暴露反应。在虚拟的可控环境下,患者可以没有恐惧地表达,从而让他更容易在公共场合讲话,而不会增加焦虑程度^[13]。在 North 等^[4]的研究中,许多害怕公共演讲的受试者在接受 VRET 后可以在真实观众面前讲话,在回避问题方面也有改善。Anderson 等^[14]对 VRE 治疗公共演讲焦虑的效果进行了实证评估,结果表明,公共演讲焦虑所有测量指标的评分在治疗后都有显著改善,并且在 3 个月后随访时得以保持。另一方面,公共演讲焦虑患者对 VR 治疗的依从性也较好,Wallach 等^[15]的一项随机临床试验表明,参与者在 CBT 组的退出率是虚拟现实 CBT 组(VR-CBT)退出率的两倍,VR-CBT 可能为更具吸引力的公共演讲焦虑治疗方案。

2.2.4 广场恐怖症

广场恐怖症(agoraphobia)的特征是由于真实地或预期地接触不同情境而被激发的显著的或强烈的害怕或焦虑^[1]。许多患者因为想到在公共场所(如广场)会崩溃并处于无助之中就恐慌不已。相关研究表明,广场恐怖症也可以用虚拟现实暴露来治疗。Pitti 等^[16]的研究比较了三种方法治疗广场恐怖症的效果,即:帕罗西汀联合 CBT、帕罗西汀联合 CBT 和 VRET 以及帕罗西汀单一治疗。结果表明接受联合治疗的广场恐怖症患者比仅接受帕罗西汀治疗的患者症状改善更明显。然而与传统的心理治疗相比,VRET 是否更有效仍然存在疑问。Wechsler 等^[17]的荟萃分析表明,VRET 和实景暴露疗法对广场恐怖症的治疗效果相当。Meyerbroeker 等^[18]的一项随机对照试验表明,实景暴露治疗略优于 VRET。考虑到 VR 治疗的成本以及缺乏长期随访研究,因此,VRET 尚不推荐用于治疗广场恐怖症患者。目前相关研究较少,VRET 是否比实景暴露疗法有更好的效果,还需要新的数据来证实。

2.2.5 特定恐怖症

特定恐怖症(specific phobias)的特征是当面对特定恐怖症刺激源的情境或物体(例如飞行、驾驶、高度、动物、针头或血液)时,感到害怕或焦虑^[1]。暴露疗法仍然是首选的治疗方法^[19]。然而患者因不愿面对实景暴露中的实际威胁,导致拒绝或终止治疗的占 25%。有研究表明,VR 暴露可以增加恐怖症患者愿意接受暴露治疗的人数^[20]。一项神经影像学研究表明^[21],虚拟图像为恐怖症患者提供了足够强烈的痛苦反应,激活了一条有意识的过程通路,而且表现了较少的逃避行为。在 VR 中体验到的存在感为患者提供了沉浸在恐怖环境中的机会,由于该环境是为匹配患者恐怖结构的特定方面而定制的,从而可以激活并修改这些结构^[22],以达到消除患者恐怖症的治疗目的。VRET 可以避免实景暴露治疗的缺点,且其疗效也被许多研究证明。

2.2.5.1 蜘蛛恐怖症

蜘蛛恐怖症(spider phobia)表现为个体对蜘蛛的持续恐惧,接触蜘蛛后立即出现焦虑反应,并回避蜘蛛。蜘蛛恐怖症参与者与非恐怖症参与者相比,在接受 VR 治疗前后对蜘蛛的大小估计有明显的偏差^[23]。Michaliszyn 等^[24]研究证明,实景暴露和 VR 暴露都是治疗蜘蛛恐怖症的有效方法。但实景暴露比 VR 暴露略有优势,实景暴露更大的治疗收

益可能归因于与蜘蛛直接接触和了解活蜘蛛的行为和反应。Miloff 等^[25]的一项随机非劣效性试验比较了单次 VRET 与实景单疗程治疗(in-vivo one-session treatment, OST)对蜘蛛恐怖症的效果,尽管 VRET 组的蜘蛛恐怖症症状和回避行为明显减少,但治疗后评估结果显示实景暴露疗法优于 VRET,在治疗后 1 周随访时继续保持优势。不过,VRET 组的非劣效性在 3 个月和 12 个月的随访中得以体现。因此,在 VR 治疗时,通过结合实景暴露,治疗的有效性可能会大大增强。

2.2.5.2 飞行恐怖症

飞行恐怖症(Fear of Flying, FOF)表现为个体在飞行前几天或几周就会出现强烈的焦虑症状,如心跳加速、双手出汗、肌肉紧张、呼吸急促、食欲不振、消化不良、睡眠障碍等。Tortella-Feliu 等^[26]的研究分析了三种基于计算机的暴露疗法治疗飞行恐怖症的有效性,即:VRET、治疗师协助的计算机辅助暴露治疗以及自我管理的计算机辅助暴露治疗。结果表明,三种干预措施在治疗后和一年随访时均能有效地降低飞行恐惧,而且在任何一项指标上,它们之间都没有显著差异。Cardos 等^[27]对 VRET 干预飞行焦虑的有效性进行定量荟萃分析,将 VRET 组与经典循证干预组(CBT、阅读疗法、认知疗法、放松疗法、CBT 联合标准暴露、放松疗法联合想象暴露以及计算机辅助暴露)比较,结果表明,VRET 干预飞行焦虑的效果优于经典循证干预组。Shiban 等^[28]的研究结果表明,在 VR 暴露治疗时做腹式呼吸对飞行恐怖症也有一定的改善作用。

2.2.5.3 驾驶恐怖症

驾驶恐怖症(Driving phobia)表现为强烈的、持续的驾驶恐惧,这种恐惧随着个体预期或暴露于驾驶情景而增加。Wald 等^[29]研究表明,VRET 可以帮助患有慢性驾驶恐怖症的人减少驾驶焦虑和回避症状。即使对于某些使用 VRET 疗效不好的患者,VRET 作为治疗的第一步,可以将驾驶恐惧降低以便使患者更容易进行实景暴露治疗。同样,Costa 等^[30]研究表明,13 名女性驾驶恐怖症患者经过 VR 治疗后,恐惧症状均有一定程度的改善。

2.2.5.4 幽闭恐怖症

幽闭恐怖症(Claustrophobia)表现为个体对封闭空间的恐惧和回避,如电梯、隧道、计算机断层扫描和磁共振成像设备。Malbos 等^[31]的研究表明,6 名

幽闭恐怖症患者经过 VR 治疗后,对封闭空间的恐惧显著减少,所有患者都能单独使用电梯或待在楼房地下室等。因为对封闭空间的恐惧减少了,生活质量也得到了改善。这些疗效在干预后 6 个月的随访中都得到了维持。

2.2.5.5 恐高症

恐高症(height phobias)表现为个体对一定程度以上的高度产生过度惊恐,出现紧张、心慌、眩晕、呼吸急促等症状。特征为非线性刺激-反应关系,以及视觉高度诱导的身体反应和情绪反应之间的解离^[32]。Wuehr 等^[32]的研究结果表明,虚拟高度刺激不仅引起主观恐惧和生理唤醒,而且引起平衡控制的改变,类似于在实景高度暴露期间观察患者的变化。早在 1995 年,Rothbaum 等^[33]就开展了 VR 暴露治疗恐高症的效果的研究,20 名患有恐高症的大学生被随机分配到 VRET 组和对照组。经过 8 周以上的治疗,结果显示,VRET 组的焦虑、回避、痛苦和暴露于高处的所有态度均下降,而对照组没有下降。

此外,VRET 在治疗恐怖症其他方面有更加广泛的应用。Raghav 等^[34]的一项随机对照试验证明,VRET 是治疗长期牙科恐怖症的有效途径。Lima 等^[35]的研究表明,VRET 治疗风暴恐怖症也是有效的。

2.3 药物对 VRET 的增效作用

研究证明,在 VR 治疗的同时联用某些药物可以增强暴露治疗的效果。Ressler 等^[36]的研究表明,D-环丝氨酸(D-cycloserine, DCS)在增强暴露治疗效果方面比安慰剂有显著优势。Smits 等^[37]的研究则表明,暴露后口服 DCS 对临床改善的影响与患者在结束暴露治疗前报告的恐惧程度有关:当恐惧感较低时,接受 DCS 治疗的患者在症状改善方面明显优于安慰剂组;相反,当恐惧感仍较高时,接受 DCS 治疗的患者与安慰剂组相比改善较少。de Quervain 等^[38]的一项随机、双盲、对照研究表明,40 名恐高症患者接受了三次 VRET,每次治疗前 1 小时口服皮质醇(20 mg)或安慰剂。治疗后评估及 1 个月随访评估显示,与安慰剂对照组相比,实验组恐高症问卷的恐惧评分更低。结果表明,皮质醇有利于提高 VRET 的效果。此外,Meyerbröker 等^[39]的研究表明,以盐酸育亨宾或普萘洛尔作为 VRET 治疗飞行恐怖症和恐高症的增效剂,无明显疗效。

2.4 虚拟现实暴露治疗的优点及不足

与传统暴露疗法相比,VRET的优点在于:①虚拟现实暴露更灵活,并且完全可控,患者可以逐级面对虚拟威胁情景,如果不耐受,可以随时中止治疗;②VRET比想象暴露更具现实感,具有高度身临其境的优势;③VRET的整个暴露过程是在治疗室完成的,具有更好的私密性;④实景暴露疗法需要专业心理治疗师的培训,而VRET可能只需要计算机设备的操作知识。但目前VRET也存在着一些缺点,如VR引起的晕动病和眼睛干涩等。在VR治疗之前必须明确是否存在偏头痛、头痛、癫痫和前庭异常。高血压、心血管和循环系统疾病患者使用这些工具时要谨慎,因为三维环境可能引起心率的变化,并增加收缩压和舒张压以及氧耗量^[40]。

3 小结与展望

综上所述,既往多项研究表明VRET对焦虑障碍各亚型是有效果的,特别是对社交焦虑障碍和特定恐怖症有较好的效果。治疗时,可单独使用虚拟现实暴露治疗,可以联合实景暴露治疗、药物治疗或CBT等心理治疗。此外,VRET拥有更好的灵活性、私密性、可操作性等优点的同时,也存在一些不足,如治疗时可能会引起头晕、眼睛干涩等。虚拟现实设备通常较昂贵,可能限制其临床应用,这需要在易用性和价格方面作进一步改进。而一个值得探索的研究领域是,若将VR和人工智能及互联网结合,将为患者自主干预提供很大方便。VR系统还需一些技术上的提升,比如增加可互操作性,增加感官刺激的数量。尽管目前研究结果提示VRET在治疗焦虑障碍方面有很大潜力,但仍需更多方法设计科学、样本量足够的研究进一步证实其治疗的有效性。

参考文献

[1] American Psychiatric Association. Diagnostic and statistical manual of mental disorders [M]. 5th edition. Washington: American Psychiatric Association, 2013: 181.

[2] Huang Y, Wang Y, Wang H, et al. Prevalence of mental disorders in China: a cross-sectional epidemiological study[J]. *Lancet Psychiatry*, 2019, 6(3): 211-224.

[3] Gobbetti E, Scateni R. Virtual reality: past, present and future [J]. *Stud Health Technol Inform*, 1998, 58: 3-20.

[4] North MM, North SM, Coble JR. Virtual reality therapy: an effective treatment for psychological disorders [J]. *Stud Health Technol Inform*, 1997, 44: 59-70.

[5] Wang TC, Tsai CL, Tang TW, et al. The effect of cycling through a projection-based virtual environment system on generalized anxiety disorder[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(7): 973.

[6] 朱颖之,舒京平,周宸之,等. 虚拟视景系统在广泛性焦虑障碍中的开发与应用[J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2020, 17(1): 116-120.

[7] Botella C, García-Palacios A, Villa H, et al. Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: a controlled study [J]. *Clin Psychol Psychot*, 2007, 14(3): 164-175.

[8] Choi YH, Vincelli F, Riva G, et al. Effects of group experiential cognitive therapy for the treatment of panic disorder with agoraphobia[J]. *Cyberpsychol Behav*, 2005, 8(4): 387-393.

[9] Carl E, Stein AT, Levihn-Coon A, et al. Virtual reality exposure therapy for anxiety and related disorders: a meta-analysis of randomized controlled trials [J]. *J Anxiety Disord*, 2019, 61: 27-36.

[10] Pertaub DP, Slater M, Barker C. An experiment on fear of public speaking in virtual reality [J]. *Stud Health Technol Inform*, 2001, 81: 372-378.

[11] Kampmann IL, Emmekamp PM, Morina N. Meta-analysis of technology-assisted interventions for social anxiety disorder[J]. *J Anxiety Disord*, 2016, 42: 71-84.

[12] Bouchard S, Dumoulin S, Robillard G, et al. Virtual reality compared with in vivo exposure in the treatment of social anxiety disorder: a three-arm randomised controlled trial [J]. *Br J Psychiatry*, 2017, 210(4): 276-283.

[13] Hinojo-Lucena FJ, Aznar-Diaz I, Caceres-Reche MP, et al. Virtual reality treatment for public speaking anxiety in students. Advancements and results in personalized medicine [J]. *J Pers Med*, 2020, 10(1): 14.

[14] Anderson PL, Zimand E, Hodges LF, et al. Cognitive behavioral therapy for public-speaking anxiety using virtual reality for exposure[J]. *Depress Anxiety*, 2005, 22(3): 156-158.

[15] Wallach HS, Safir MP, Bar-Zvi M. Virtual reality cognitive behavior therapy for public speaking anxiety: a randomized clinical trial[J]. *Behav Modif*, 2009, 33(3): 314-338.

[16] Pitti CT, Peñate W, de la Fuente J, et al. The combined use of virtual reality exposure in the treatment of agoraphobia[J]. *Actas Esp Psiquiatr*, 2015, 43(4): 133-141.

[17] Wechsler TF, Kämpers F, Mühlberger A. Inferiority or even superiority of virtual reality exposure therapy in phobias? -a systematic review and quantitative meta-analysis on randomized controlled trials specifically comparing the efficacy of virtual reality exposure to gold standard in vivo exposure in agoraphobia, specific phobia, and social phobia [J]. *Front Psychol*, 2019, 10: 1758.

[18] Meyerbroeker K, Morina N, Kerkhof GA, et al. Virtual reality exposure therapy does not provide any additional value in agoraphobic patients: a randomized controlled trial [J]. *Psychother Psychosom*, 2013, 82(3): 170-176.

[19] Eaton WW, Bienvenu OJ, Miloyan B. Specific phobias [J]. *Lancet Psychiatry*, 2018, 5(8): 678-686.

- [20] Garcia-Palacios A, Botella C, Hoffman H, et al. Comparing acceptance and refusal rates of virtual reality exposure vs. in vivo exposure by patients with specific phobias [J]. *Cyberpsychol Behav*, 2007, 10(5): 722-724.
- [21] Peñate W, Rivero F, Viña C, et al. The equivalence between virtual and real feared stimuli in a phobic adult sample: a neuroimaging study[J]. *J Clin Med*, 2019, 8(12): 2139.
- [22] Maples-Keller JL, Bunnell BE, Kim SJ, et al. The use of virtual reality technology in the treatment of anxiety and other psychiatric disorders [J]. *Harv Rev Psychiatry*, 2017, 25(3): 103-113.
- [23] Shibani Y, Fruth MB, Pauli P, et al. Treatment effect on biases in size estimation in spider phobia [J]. *Biol Psychol*, 2016, 121(Pt B): 146-152.
- [24] Michalyszyn D, Marchand A, Bouchard S, et al. A randomized, controlled clinical trial of in vivo and in virtual reality exposure for spider phobia[J]. *Cyberpsychol Behav Soc Netw*, 2010, 13(6): 689-695.
- [25] Miloff A, Lindner P, Dalgard P, et al. Automated virtual reality exposure therapy for spider phobia vs. in-vivo one-session treatment: a randomized non-inferiority trial [J]. *Behav Res Ther*, 2019, 118: 130-140.
- [26] Tortella-Feliu M, Botella C, Llabrés J, et al. Virtual reality versus computer-aided exposure treatments for fear of flying [J]. *Behav Modif*, 2011, 35(1): 3-30.
- [27] Cardoso RAI, David OA, David DO. Virtual reality exposure therapy in flight anxiety: a quantitative meta-analysis [J]. *Comput Human Behav*, 2017, 72: 371-380.
- [28] Shibani Y, Diemer J, Müller J, et al. Diaphragmatic breathing during virtual reality exposure therapy for aviophobia: functional coping strategy or avoidance behavior? A pilot study [J]. *BMC Psychiatry*, 2017, 17(1): 29.
- [29] Wald J, Taylor S. Preliminary research on the efficacy of virtual reality exposure therapy to treat driving phobia [J]. *Cyberpsychol Behav*, 2003, 6(5): 459-465.
- [30] Costa RTD, Carvalho MR, Ribeiro P, et al. Virtual reality exposure therapy for fear of driving: analysis of clinical characteristics, physiological response, and sense of presence [J]. *Braz J Psychiatry*, 2018, 40(2): 192-199.
- [31] Malbos E, Mestre DR, Note ID, et al. Virtual reality and claustrophobia: multiple components therapy involving game editor virtual environments exposure [J]. *Cyberpsychol Behav*, 2008, 11(6): 695-697.
- [32] Wuehr M, Breitung K, Decker J, et al. Fear of heights in virtual reality saturates 20 to 40 m above ground [J]. *J Neurol*, 2019, 266(Suppl 1): 80-87.
- [33] Rothbaum BO, Hodges LF, Kooper R, et al. Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia [J]. *Am J Psychiatry*, 1995, 152(4): 626-628.
- [34] Raghav K, Van Wijk AJ, Abdullah F, et al. Efficacy of virtual reality exposure therapy for treatment of dental phobia: a randomized control trial [J]. *BMC Oral Health*, 2016, 16: 25.
- [35] Lima J, McCabe-Bennett H, Antony MM. Treatment of storm fears using virtual reality and progressive muscle relaxation [J]. *Behav Cogn Psychother*, 2018, 46(2): 251-256.
- [36] Ressler KJ, Rothbaum BO, Tannenbaum L, et al. Cognitive enhancers as adjuncts to psychotherapy: use of D-cycloserine in phobic individuals to facilitate extinction of fear [J]. *Arch Gen Psychiatry*, 2004, 61(11): 1136-1144.
- [37] Smits JA, Rosenfield D, Otto MW, et al. D-cycloserine enhancement of fear extinction is specific to successful exposure sessions: evidence from the treatment of height phobia [J]. *Biol Psychiatry*, 2013, 73(11): 1054-1058.
- [38] de Quervain DJ, Bentz D, Michael T, et al. Glucocorticoids enhance extinction-based psychotherapy [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2011, 108(16): 6621-6625.
- [39] Meyerbröker K, Morina N, Emmelkamp PMG. Enhancement of exposure therapy in participants with specific phobia: a randomized controlled trial comparing yohimbine, propranolol and placebo [J]. *J Anxiety Disord*, 2018, 57: 48-56.
- [40] Gorini A, Riva G. Virtual reality in anxiety disorders: the past and the future [J]. *Expert Rev Neurother*, 2008, 8(2): 215-233.

(收稿日期:2020-06-11)

(本文编辑:陈霞)