

虚拟绿色暴露下的抑郁症恢复性研究进展与综述

Research Progress and Review of Restorative Depression Under Virtual Green Exposure

温 姝¹ 杨 洁^{1,2*}
WEN Shu¹ YANG Jie^{1,2*}

(1. 四川大学建筑与环境学院, 成都 610065; 2. 四川大学产业技术研究院, 宜宾 610064)
(1. College of Architecture and Environment, Sichuan University, Chengdu, Sichuan, China, 610065; 2. Industrial Technology Research Institute, Sichuan University, Yibin, Sichuan, China, 610064)

文章编号: 1000-0283(2024)08-0074-07
DOI: 10. 12193/j. laing. 2024. 08. 0074. 009
中图分类号: TU986
文献标志码: A
收稿日期: 2024-04-24
修回日期: 2024-05-23

摘 要

虚拟绿色暴露所带来的多重健康效益已经成为耦合虚拟现实技术与健康科学的前沿热点议题, 目前关于该领域的聚焦话题及研究进展较少。检索收录于Web of Science核心数据库文献, 通过可视化分析软件CiteSpace对相关成果关键词等进行聚类 and 共现分析, 结果表明, 暴露疗法由于其成效显著已经成为抑郁症的新疗法之一, 暴露于高质量虚拟绿色环境中对身体和心理均能产生持续的积极影响。虚拟绿色暴露促进心理健康的效益研究主要从虚拟绿色暴露促进心理健康机制、虚拟绿色暴露促进心理健康环境特征要素以及VR结合有针对性干预对抑郁症的恢复效果研究三方面分析。最后提出展望, 随着VR技术的成熟和数字医疗的普及, 未来研究在更多理论成果的基础上与实践相结合, 重视二者之间的耦合机制以及多感官虚拟绿色体验的心理健康促进效益, 以期进一步丰富和完善虚拟绿色暴露对抑郁症恢复的理论体系。

关键词

可视化分析; 虚拟绿色暴露; 虚拟现实技术; 抑郁症; 心理健康

Abstract

The multiple health benefits brought by virtual green exposure have become a frontier hot topic in coupling virtual reality technology and health science, and there are a few hot topics and research progress in this field. This paper searched the literature in the core Web of Science database, and conducted clustering and co-occurrence analysis of the **Keywords** of related results through the visual analysis software Citespace. The results showed that exposure therapy has become one of the new therapies for treating depression due to its remarkable therapeutic effect, and exposure to a high-quality virtual green environment can have a lasting positive impact on both the body and mind. This paper mainly analyzes the promotion mechanism of a virtual green environment on mental health, the characteristics of the virtual green environment with a high promotion effect, and the recovery effect of VR-targeted intervention on depression from two aspects: mental health and physical health. With the maturity of VR technology and the popularization of digital medicine, future research should be combined with practice based on more theoretical achievements, focusing on the coupling mechanism between the two and the mental health promotion benefits of multi-sensory virtual green experience to enrich further and improve the theoretical system of virtual green exposure on depression recovery.

Keywords

visual analytics; virtual green exposure; VR; depression; mental health

温 姝
2000年生/女/山西吕梁人/在读硕士研究生/研究方向为健康景观

杨 洁
1979年生/女/四川成都人/博士/副教授/研究方向为健康景观

*通信作者 (Author for correspondence)
E-mail: 6559367@qq.com

基金项目:
四川大学、宜宾市人民政府校市战略合作专项资金项目“公园城市背景下面向宜宾健康人居环境智慧系统设计研究”(编号: 2020CDYB-26)

据世界卫生组织统计,全球每年约有5%的成年人患抑郁症^[1],随着当前社会竞争急速加剧,生活和工作节奏加快,心理健康问题逐渐突显,抑郁症已经成为日益严重的全球健康危机,尤其在年轻人中发病率较高。抑郁症是一种常见的心理障碍,表现为持续的情绪低落,失去兴趣和快乐感的心理状态,患有抑郁症的人会感到长期的悲伤、绝望和无助,丧失对生活的热情和动力^[2],目前抑郁的发病机制未完全明确,尚无特殊治疗方法^[3]。

亲生命假说表明,自然空间可以给人类心理健康带来很多益处,如缓解压力、提高注意力等^[4],从而使人类从生理、心理等方面受到积极、正面的影响;Ulrich^[5]主张的心理进化理论也解释了沉浸于自然环境有助于缓解焦虑心理。因此,自然环境在精神疾病的治疗中发挥很大作用,与沉浸在真实的自然环境中相比,沉浸在虚拟自然环境中具有相似生理和认知反应^[6],虚拟自然沉浸也会产生压力恢复效果,通常表现在增加积极影响、减少消极影响、减少压力,以及降低血压、皮肤电导和唾液皮质醇等压力生理指标等^[7]。

随着人工智能、虚拟现实(VR)等技术的快速崛起,精神心理健康数字医疗正在从单纯的诊疗向更广阔的领域演进,服务内容与能力得到扩展和强化,服务范围也不断延伸。VR的使用在治疗各种心理问题,尤其是抑郁症方面被证明是有用的^[8],VR旨在为用户打造交互式、沉浸式场景,通过有效疏导患者负面情绪来减轻疾病症状^[9]。研究表明,各种类型的自然体验,包括人与自然环境互动的频率和方式^[10-11],或者暴露于虚拟自然环境的类型以及虚拟绿色空间质量等^[12-13],在许多方面与心理健康有关^[14]。因此通过提供

虚拟绿色暴露环境,使患者压力得到舒缓或可代替药物治疗成为抑郁症心理治疗中一种新的治疗方式。

当前相关研究较少,缺乏从虚拟绿色暴露的角度探索虚拟绿色环境促进心理健康的作用机制及中介因素,人们对虚拟绿色暴露可能带来的健康效益尚不明确。鉴于此,本研究以Web of Science核心合集数据库为数据源,采用文献计量学分析方法,探讨相关研究现状和研究进展,论述虚拟绿色暴露对心理健康的影响效应及作用机制,扩展了抑郁症虚拟绿色暴露疗法的相关内容,掌握最新发展动态,为后续该方向的研究提供基础和线索。

1 数据来源与研究方法

1.1 文献来源与处理

本研究相关数据来源于Web of Science数据库。该数据库在文献索引和计量分析方面被广泛引用,是覆盖全球学科最多的综合性核心期刊引文索引数据服务平台^[15],收录了上万种全球高影响力的顶尖学术期刊^[16]。由于2004年以前该领域相关研究较少且年跨度较大,因此本研究自定义检索年份范围为2004年1月至2024年4月,在阅读文献的基础上,综合抑郁症与虚拟绿色暴露相关研究领域的前沿热点确定主题词,在检索Web of Science核心数据库时以((((TS=(green exposure)) OR TS=(Virtual green exposure)) OR TS=(“natural exposure”)) OR TS=(Virtual reality exposure)) OR TS=(VR exposure)) AND TS=(depress*)为检索式,检索得到803篇文献,根据标题和摘要剔除重复和主题不相关、年份相隔较远等数据后,最终得到689篇抑郁症虚拟绿色暴露疗法研究领域相关文献。本研究的数据检索和下载日期为2024年5月10日,利用CiteSpace软

件对主要相关英文文献进行数据挖掘,通过对关键词等绘制知识图谱的分析,结合人工分析结果,归纳虚拟绿色暴露促进心理健康的效益及相关领域的研究动态及进展。

1.2 研究方法 with 图谱关键指标解释

利用CiteSpace(6.1.R6),对筛选后的文献的主要关键词进行可视化分析。挖掘抑郁症虚拟绿色暴露疗法相关文献信息,将分析时间设定为2004–2024年,并在Node Type模块内选取待分析项目,在检索时将纳入排除标准(Selection Criteria)选项卡设置为Top N值为50 per slice,Top N%值为10,其余均采用默认值,使用剪切(Purning)联系中的寻径(Pathfinder)功能。

在生成的分析图谱中,聚类模块性指数(Modularity)Q值均大于0.3,说明得到的结果是显著的^[17];聚类轮廓性指数(Silhouette)S值均大于0.5,说明该聚类结果令人信服^[18]。在共现网络图中,每个节点所代表的是一个关键词,节点的大小反映了节点出现的频率^[19],节点之间的连线表示存在共现或共被引关系,粗细表示共现强度的高低^[20],调节Threshold、Font Size、Node Size等参数对共现网络图谱进行调整和美化,在Excel中整理和统计共现结果的相关数据。

2 研究前沿与热点分析

2.1 关键词共现分析

利用CiteSpace软件展开计量分析得到关键词共现图谱(图1),该分析图谱较为直观地展示了虚拟绿色暴露与心理健康促进领域研究的热点与热点间的连接性。关键词是作者对论文主要内容的高度凝练和简明概括,如果关键词出现频率较高,说明关键词所代表的研究内容可以被视为该领域的研

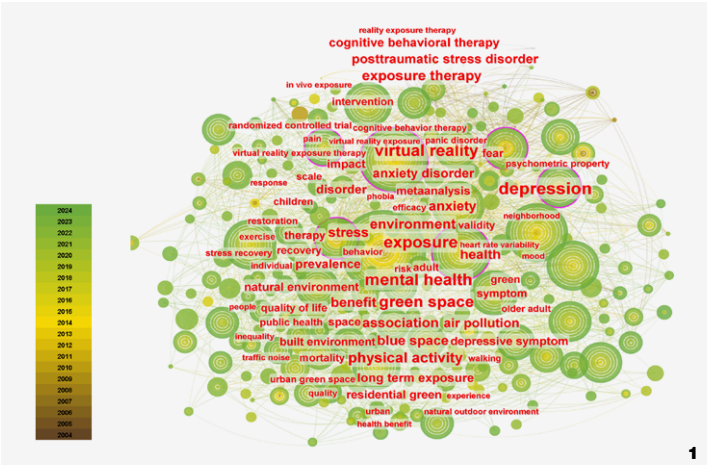


图1 关键词共现图谱
Fig. 1 keywords co-occurrence map

究热点^[21]，并且能为研究者提供科学前沿的参考。高频关键词出现频次及中心性如表1所示。抑郁、精神健康、暴露、环境、暴露疗法、绿色空间等均为抑郁症恢复研究的主要关键词，说明抑郁症的治疗与虚拟现实技术的使用和虚拟绿色空间暴露有明显的关联。从关键词共现图可得出，VR技术的使用已经成为抑郁症非药物治疗领域重要内容，常作为关键词出现在文献中，尤其是虚拟的绿色和蓝色空间有利于抑郁症患者的身心健康和压力缓解，一直是近年来抑郁症非药物治疗领

表1 高共现频次的关键词分布 Tab. 1 Distribution of keywords with high co-occurrence frequency			
频次 Frequency	中心性 Centrality	关键词 Keywords	
212	0.18	depression	抑郁症
197	0.04	mental health	精神健康
172	0.06	virtual reality	VR
169	0.10	exposure	暴露
135	0.04	green space	绿色空间
109	0.02	physical activity	身体活动
85	0.07	environment	环境
74	0.12	exposure therapy	暴露疗法
73	0.05	health	精神
72	0.04	benefit	益处
70	0.02	stress	压力
68	0.12	anxiety	焦虑
66	0.03	association	联系
61	0.01	blue space	蓝色空间

域研究的热点和前沿话题。

通过对关键词共现结果的归纳整理，可概括出针对抑郁症恢复的非药物治疗研究领域的热点研究主题为暴露疗法，从高频关键词共现结果来看，最高频的关键词为对抑郁症的相关描述，如精神健康、压力、焦虑等，其次出现的高频词汇为与暴露疗法相关的概念，如暴露、暴露疗法等，该分析结果也与当前暴露疗法在抑郁症恢复领域越来越受欢迎的趋势吻合，其余的关键词可以归类为对具体暴露空间特征的描述，如绿色空间、蓝色空间等。通过高频关键词共现可视化分析图谱，表明当下虚拟绿色暴露对抑郁症的恢复作用研究正在逐渐受到重视。

2.2 关键词聚类分析

在虚拟绿色暴露促进心理健康的关键词聚类分析网络中，通过LLR算法进行关键词聚类分析^[22]，文献关键词聚类图谱中聚类模块性指数值Q=0.7654 (>0.3) 说明得到的结果是显著的^[17]；聚类轮廓性指数值S=0.7538 (>0.5) 说明该得到的聚类结果令人信服^[18]，节点505个，连线3 177条，以上数据表明该关键词聚类结果可以很好地反映研究热点。该分析共得到6个聚类标签，标签数字越小，其关键词越多，聚类效果越好^[23]。如图2所示，不同的聚类板块相互重叠在一起，表明其内在联系相对紧密。

通过对聚类图谱和时间线图谱（图3）进行分析，当前抑郁症与暴露疗法表现出极其紧密的联系，并且随着数字医疗的领域不断扩展，VR技术在这一过程中发挥了很重要的作用，在针对不同场景的探索以及以往的自然暴露对抑郁症恢复效益的理论基础上，得到的聚类标签#0 virtually reality、#1 exposure therapy、#2 nature exposure、#3 green space、#4 human health、#5 VR都与当前抑郁症的虚拟暴露疗法相关，主要强调抑郁症患者在虚拟绿色空间中的心理健康效益。

3 虚拟绿色暴露促进心理健康的测度方式及效益研究

3.1 虚拟绿色暴露对心理健康促进的测度

3.1.1 生理测度

虚拟绿色暴露可以通过测量被试者血压、皮肤导电和唾液皮质醇等压力生理标志物，具体的影响机制为通过包括下丘脑—垂体—肾上腺（HPA）轴功能在内的心理内分泌机制，影响大脑和身体，从而促进恢复和放松。实验中为评估短期生理应激反应，除对被试者的基本信息及健康状况统计外，通常使用即时应激指标让被试者佩戴生

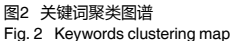


图3 关键词时间线图谱
Fig. 3 Keywords timeline map

物监测传感器, 分别是Empatica E4 腕带和上臂血压监测仪进行测量, 通过对比血压(BP)、心率(HR)、皮肤电导水平(SCL)、唾液 α -淀粉酶(SAA)、唾液皮质醇(SC)的数据变化, 也有实验测量被试者脑电图以及情绪的变化来观察被试者对VR体验的应激反应^[24]。

这些数据可以客观准确地反映被试者的生理指标，尤其皮电和唾液皮质醇数据可以直观反映被试者的压力变化情况，从而得出减少压力、增加积极影响、减少消极影响的结果，但对于仪器操作和被试者的配合程度要求较高，在数据采集过程中要注意排除其他无关因素引起被试人员紧张等，以免对实验结果造成影响。

3.1.2 心理测度

由于心理健康促进的表现与许多因素有关，可以通过自我报告、生理测量和其他方法进行评估^[25]。对于一般心理健康评估，数据采集通常通过结构化问卷收集，最常采用GHQ（一般心理健康量表）^[26]，是一种经过验证、易于使用且最常用的测试方法，可

以促进研究之间的可比性及进一步分析。其他相关问卷如WEMWBS（沃里克—爱丁堡心理健康量表）更适用于研究蓝绿空间在增强幸福感方面的作用^[27]；PANAS（积极和消极情绪量表）主要测量主观情感反应，已被广泛用于社区和临床环境中自我报告的情感测量，反映积极情绪和消极情绪；知觉压力量表用于基线调查，以测量实验结束后一段时间的的压力感知差异^[24]。

在实验过程中, 考虑到老年人和儿童等特殊心理特点, 针对不同人群, 分别采用有针对性的量表进行评估, 如儿童行为检查表(CBCL), 是一种针对2至18岁儿童内化和外化行为的测试; 儿童行为评估系统2(BASC-2), 是评估儿童常见的心理健康问题, 包括抑郁、焦虑、行为问题和注意力困难^[26]。老年人的心理健康信息通过问卷GDS-15来收集, GDS-15被认为是一种准确的筛查工具, 推荐用于识别晚年抑郁症。

不同量表针对不同的侧重点和人群心理需求, 有助于更准确地识别被试者的心理特征以便进一步帮助治疗^[29], 也方便实验更加

准确地评估被试者在虚拟绿色暴露过程中造成的主观感受, 从多方面论证虚拟绿色空间对心理健康的有效性。

3.2 虚拟绿色暴露对心理健康的效益

根据文献共被引图谱(图4)分析,高频被引文献代表了相关领域的研究基础和共同关注,根据Web of Science在CiteSpace平台的共被引分析,梳理总结相关研究的具体成果,选取高频次被引论文进行内容分析归纳总结,这些文献构成了该研究领域的主要知识基础,研究关注点可以概括为虚拟绿色暴露促进心理健康机制、虚拟绿色暴露促进心理健康环境特征要素以及VR结合有针对性干预对抑郁症的恢复效果研究三个部分。

3.2.1 虚拟绿色暴露促进心理健康机制

通过分析高频被引文献,发现虚拟绿色空间对心理健康的影响机制主要为:通过提高心理恢复能力促进心理健康^[30];通过降低环境暴露危害增加心理健康效益^[31]。

虚拟绿色暴露提高心理恢复能力主要

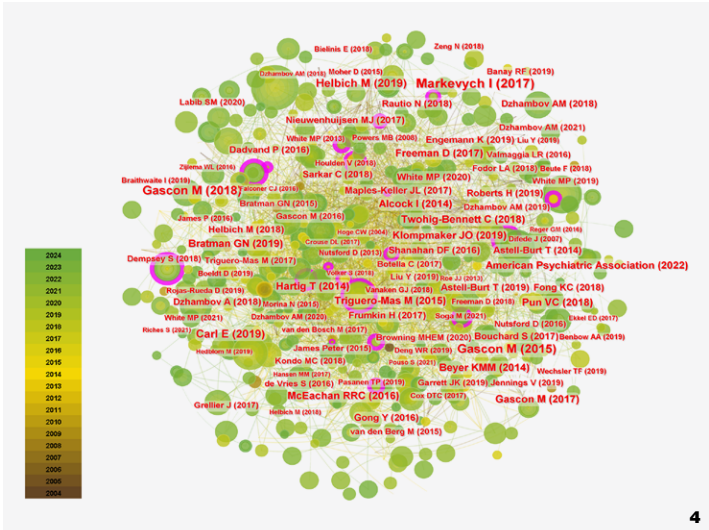


图4 文献共被引图谱
Fig. 4 Literature co-citation map

源于两个理论：压力舒缓理论和注意力修复理论^[32]。压力舒缓理论表明：人们在某些特定的环境中，其中包含有植物和水的环境，注意力容易被吸引到周围环境之中，可以阻断消极的想法，产生积极情绪，从而使低落的认知或行为、失调的生理得到恢复，虚拟绿色暴露可以有针对性地对绿色环境进行设计，将高品质的虚拟绿色环境提供给被试者^[25]。注意力修复理论认为：柔和的自然环境能使人体体会到美的魅力，有助于恢复直接注意力，能使人获得压力恢复的体验。具备恢复效能的环境具备4个基本属性，即距离感、延展性、魅力性和兼容性，而虚拟自然环境同时具备这4种特性，体验者从中恢复注意力，获得头脑的清醒，从而提高认知能力^[33]。

降低环境暴露危害主要从阻断绿地空间可能存在过敏物质的传播，以及绿地作为疾病传染介质等方面影响^[34]，同时可以提供一个纯粹的绿色环境。由于绿地是疾病传播的媒介，虚拟绿色空间通过减少反向机制的作用，如花粉、过敏性疾病的患病率以及其他方面的影响，也排除了空气污染、噪音等外在因素的负面影响，促进心理健康。现代城市日常生活中存在着诸多分散注意力的外部因素，在人的注意力有限的前提下，当向被试者提供虚拟自然环境场景时，压力指数比展示城市环境恢复得更快。研究表明，接触虚拟自然具有与接触真实自然相似的抑郁症恢复性特征，观看VR自然风光可以减轻压力，且在虚拟自然体验中，控制干扰变量比在真实自然中进行实验更容易，通过控制虚拟绿色空间的宏观特征，主要通过让使用者全身心地沉浸

于虚拟绿色场景中，提高心理恢复能力，发挥心理健康促进的作用，以达到抑郁症恢复的目的。

压力减轻的具体影响机制，还有很多值得探索的领域，需要进一步评估与论证关于自然体验维持注意力恢复和帮助压力恢复的理论主张。如在多大程度上，对心理健康的促进取决于患者从绿色环境中获得压力缓解的需求，而不只侧重于环境带给人的积极感受。这些研究有助于进一步明确虚拟绿色环境中感知恢复质量的空间营造措施，以及更直接地解决压力恢复、注意力恢复和空间资源更新等其他因素对心理健康促进的具体机制研究。

3.2.2 虚拟绿色暴露促进心理健康环境特征要素

虚拟绿色空间的具体环境特征要素与促进抑郁症患者心理健康的关系十分复杂，已有研究多基于横截面数据^[29,35]，以绿色空间特征和患者心理健康的主客观评价结果的交互模式为依据，目前的研究方法通常是通过将受试者暴露于虚拟自然环境，开展虚拟自然风景体验干预，观测被试者生理指标的变化。相关研究表明，绿色暴露对成年人的心理健康有潜在的保护作用^[32]，不同虚拟绿色空间的景观类型、景观通透性和体验方式对抑郁症患者焦虑、抑郁和压力的恢复作用不同，恢复效果还与被试者的主观偏好有很大关系。

被试者对不同景观类型的感知恢复水平差异较大，实验表明，总体恢复效果由好到差依次为草地>森林>水体>林下植被>城市广场。此外，在开放程度更高、绿色元素更多、蓝天更多、阳光照射更多的自然环境对抑郁、焦虑和压力缓解有更高的恢复效益。基于虚拟绿色空间与人群心理健康关系的研究成果，可归纳出提升虚拟景观质量的设计策略，虚拟绿色空间可以把全部设计重心转向空间品质，特别是景观类型、景观开放度以及体验方式等方面，适当弱化其他方面的考量。研究表明，开放程度高的草地景观对抑郁症患者的积极作用最大，开阔的草地景观的恢复性优于开阔的水域和半开阔的森林景观。在进行虚拟绿色场景采集或开发的过程中，可将此作为依据，提升虚拟绿色暴露对抑郁症患者心理健康的疗愈水平^[36]。

在体验方式上，VR场景的沉浸式体验要好于单一的照片或视频体验，且与自然声音如鸟鸣、水流声的交互也是促进心理健康恢复的重要因素之一。未来应当进一步研判各类空间特征要素变量和心理恢复程度的因果关系与解析中介途径影响机制，探究不同虚拟绿色空间特征作为干预项是否能够更合理地解释抑郁症患者心理健康结果的变化。然而，目前尚不清楚上述每个决定因素在蓝绿空间与更好的心理

健康状况之间的关联中所占的权重,有待进一步探索。此外,声音在VR中实现存在感的重要性不容忽视,对视听交互下虚拟绿色暴露对心理健康恢复效益的详细研究是有必要的,目前关于声音在VR中影响心理健康的研究相对较少。

3.2.3 VR结合有针对性干预对抑郁症的恢复效益研究

VR最实用的功能之一是虚拟现实治疗,患者可以暴露在有助于心理健康促进的环境中,并将其作为虚拟现实的干预手段从而使被试者压力得到舒缓。VR是一种有效的暴露治疗介质^[37],与现有的抑郁症非药物疗法相比更具优势,优点体现在具有较大的效应量^[38],对患者更有吸引力,也更容易传播,临床上低恶化率与面对面治疗效果相当^[39],且该治疗方式更持久,具有很大的推广价值。

在VR暴露的过程中将使用者的体验作为设计的核心,将VR技术结合抑郁症患者偏好的环境,能达到良好的治疗目的。与真实的自然环境相比,VR场景营造成本低、受人类扰动影响小、场景特征要素组合便捷等优点。然而,在现有的研究中已经发现一些问题,包括测试样本量小、方法缺乏严谨性和缺乏对照组等^[40]。目前关于虚拟绿色疗法还有很大的探索空间,首先应该明确最佳沉浸方式^[41],以及关键理论驱动的心理治疗技术能否在VR中被成功使用,在临床使用有限的情况下,在可负担的虚拟现实实施引人入胜的、个性化的、理论驱动的治疗方式,是否能给患者带来巨大的现实效益还有待探索。

4 研究评述与展望

4.1 研究现状与不足

虚拟绿色暴露疗法作为抑郁症的一种治

疗方法,具有副作用小、见效快的优点。近年来,关于VR的研究进展迅速,相关研究采用的沉浸式VR形式主要有HMD、CAVE、大投影屏、屏幕配3D眼镜等^[41],随着头戴式显示器成本的下降和小型智能手机应用程序的开发,VR应用程序很可能会激增,并且过去由于硬件和软件价格昂贵、专业知识有限、研究进展缓慢等情况已经得到了有效改善,且VR作为工具,在治疗过程中会得到合理适当的训练^[40]。

大量研究为临床治疗提供了理论基础,目前研究中的不足主要集中在三方面:(1)由于不同研究的暴露环境设计、暴露时长、实验人群的区别等导致实验疗效存在一些矛盾,应当进一步探索;(2)缺乏以生理指标数据的变化为依据,研究抑郁症与虚拟绿色暴露的耦合机制的深入研究;(3)缺乏分析多感官沉浸式虚拟绿色暴露体验是如何应对抑郁症恢复的,以及未来虚拟绿色暴露视听耦合的标准及治疗方式,VR技术本身并不是一个答案^[42],它所提供的治疗方式对心理健康产生的影响还应当积极探索^[43]。

4.2 结论与展望

如今全球倡导健康生活方式,研究虚拟绿色暴露对心理健康的促进作用具有深远的意义,虚拟绿色暴露作为一种全新的、非药物的且耐受性良好的治疗方式,具有全球适用性。从聚类分析的结果看,虚拟暴露疗法、暴露疗法、绿色空间等热词不断出现,说明该领域已从理论研究转向临床试验,临床效果的全面完善以及治疗结果的安全可靠性可能会成为未来的研究热点。本文论述了虚拟绿色暴露对心理健康促进的研究进展及现状,不同的研究成果均表明,其对心理健康的效益体现在调节情绪、缓解压力、提

升注意力等多个方面,VR技术结合有针对性的虚拟绿色暴露有助于提升心理健康恢复效益,高质量的虚拟绿色环境对身体和心理均能产生持续的积极影响。

从已有研究可以看出,虚拟绿色暴露作为该领域的研究前沿技术之一,近年来受到全球学者的高度关注,在心理学研究和临床实践中取得了巨大的进步。随着VR技术的成熟和数字医疗体系的不断健全,相关研究领域的理论知识不断丰富,未来应该从多方面考虑VR对心理健康促进的作用机制,从新的角度探讨心理健康与虚拟绿色景观的相互渗透关系,对当下心理健康研究具有十分重要的意义。在未来的研究中,需要更多交叉学科的融入来探索虚拟绿色暴露与心理健康促进之间更为深入的关系,进一步加深对相关领域前沿与不足的认识,从而促进该研究体系的丰富和完善。

注:文中图表均由作者绘制。

参考文献

- [1] Global Tuberculosis Report 2018[R]. Geneva: World Health Organization, 2018.
- [2] 郝伟, 陆林. 精神病学8版[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2018.
- [3] 唐启盛. 抑郁障碍中西医结合研究进展述评[J]. 北京中医药大学学报, 2022, 45(09): 871-877.
- [4] 刘博新, 李树华. 康复景观的亲生物设计探析[J]. 风景园林, 2015(05): 123-128.
- [5] ULRICH R S. View Through a Window May Influence Recovery from Surgery[J]. Science, 1984, 224(4647): 420-421.
- [6] BROWNING M H E M, MIMNAUGH K J, VAN RIPER C J, et al. Can Simulated Nature Support Mental Health? Comparing Short, Single-Doses of 360-Degree Nature Videos in Virtual Reality with the Outdoors[J]. Frontiers in Psychology, 2020, 10: 2667.
- [7] CHAN S H M, QIU L, ESPOSITO G, et al. Nature in Virtual Reality Improves Mood and Reduces Stress: Evidence from Young Adults and Senior Citizens[J].

- Virtual Reality, 2023, 27(4): 3285-3300.
- [8] COELHO C M, WATERS A M, HINE T J, et al. The Use of Virtual Reality in Acrophobia Research and Treatment[J]. Journal of Anxiety disorders, 2009, 23(5): 563-574.
- [9] 好心情联合中国麻醉药品协会精神卫生分会. 《2023年度中国精神心理健康》蓝皮书[R]. [2023-10-10]. http://science.china.com.cn/2023-10/10/content_42546287.htm
- [10] IVES C D, GIUSTI M, FISCHER J, et al. Human-nature Connection: A Multidisciplinary Review[J]. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2017, 26: 106-113.
- [11] WHITEM P, PAHL S, Wheeler B W, et al. Natural Environments and Subjective Wellbeing: Different Types of Exposure are Associated with Different Aspects of Wellbeing[J]. Health & Place, 2017, 45: 77-84.
- [12] VAN DEN BERG M, WENDEL-VOS W, VAN POPPEL M, et al. Health Benefits of Green Spaces in the Living Environment: A Systematic Review of Epidemiological Studies[J]. Urban Forestry & Urban Greening, 2015, 14(4): 806-816.
- [13] OHLY H, WHITE M P, WHEELER B W, et al. Attention Restoration Theory: A Systematic Review of the Attention Restoration Potential of Exposure to Natural Environments[J]. Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B, 2016, 19(7): 305-343.
- [14] BOWLER D E, BUNUNG-ALI L M, Knight T M, et al. A Systematic Review of Evidence for the Added Benefits to Health of Exposure to Natural Environments[J]. BMC Public Health, 2010, 10: 1-10.
- [15] SINGH V K, SINGH P, KARMAKAR M, et al. The Journal Coverage of Web of Science, Scopus and Dimensions: A Comparative Analysis[J]. Scientometrics, 2021, 126: 5113-5142.
- [16] 张勇, 李静芳, 甄乾, 等. Web of Science数据服务平台及其在科研工作中的应用[J]. 甘肃科技, 2022, 38(24): 48-54.
- [17] 陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(02): 242-253.
- [18] 曹文杰, 赵瑞莹. 国际农业面源污染研究演进与前沿——基于CiteSpace的量化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(07): 1-9.
- [19] 李继光, 孙慧, 朱帅, 等. 基于文献计量的海洋牧场研究发展态势[J]. 科学技术与工程, 2021, 21(06): 2232-2241.
- [20] 童凌晨, 李强, 岳鹏鹏. 基于CiteSpace的喀斯特土壤有机碳研究进[J]. 广西师范大学学报(自然科学版), 2022, 40(04): 22-34.
- [21] 林德明, 陈超美, 刘则渊. 共被引网络中介中心性的Zipf-Pareto分布研究[J]. 情报学报, 2011, 30(1): 76-82.
- [22] 吴雨凌, 马雨辰, 邓胡雪, 等. 基于CiteSpace的食品和肠道微生物研究的计量分析[J]. 食品工业科技, 2022, 43(23): 1-10.
- [23] 但文超, 何庆勇, 张辉, 等. 基于科技文本挖掘的中医药治疗心悸可视化分析[J]. 世界科学技术—中医药现代化, 2021, 23(02): 571-581.
- [24] SUN Y, LI F, HE T, et al. Physiological and Affective Responses to Green Space Virtual Reality Among Pregnant Women[J]. Environmental Research, 2023, 216: 114499.
- [25] 王晓博, 张梁, 石亚星. 从康复景观的视角解读森林疗养[C]// Singapore Management and Sports ScienceInstitute, Singapore, Academic Conference Institute, USA. Proceedings of 2017 5th International Conference on Physical Education and Society Management(ICPESM 2017)V71. 北京: 北方工业大学建筑与艺术学院, 中国科学院心理研究所, 2017.
- [26] TRIGUERO MAS M, DADVAND P, CIRACH M, et al. Natural Outdoor Environments and Mental and Physical Health: Relationships and Mechanisms[J]. Environment International, 2015, 77: 35-41.
- [27] STEWART-BROWN S L, PLATT S, TENNANT A, et al. The Warwick-Edinburgh Mental Well-being Scale (WEMWBS): A Valid and Reliable Tool for Measuring Mental Well-Being in Diverse Populations and Projects[J]. Journal of Epidemiol and Community Health, 2011, 65(2): A38-39.
- [28] HUDZIAK J J, WADSWORTH M E, HEALTH A C, et al. Latent Class Analysis of Child Behavior Checklist Attention Problems[J]. Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry, 1999, 38(8): 985-991.
- [29] HELBICH M, YAO Y, LIU Y, et al. Using Deep Learning to Examine Street View Green and Blue Spaces and Their Associations with Geriatric Depression in Beijing, China[J]. Environment International, 2019, 126: 107-117.
- [30] BRATMAN G N, ANDERSON C B, BERMAN M G, et al. Nature and Mental Health: An Ecosystem Service Perspective[J]. Science Advances, 2019, 5(7): 0903.
- [31] GASCON M, SANCHZ-BENAVIDES G, DADVAND P, et al. Long-term Exposure to Residential Green and Blue Spaces and Anxiety and Depression in Adults: A Cross-Sectional Study[J]. Environmental Research, 2018, 162: 231-239.
- [32] HARTING T, MITCHELL R, DE VRIES S, et al. Nature and Health[J]. Annual Reviews Of Public Health, 2014, 35: 207-228.
- [33] 王晓博. 以医疗机构外部环境为重点的康复性景观研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2012.
- [34] MARKEVYCH I, SCHOIERER J, HARTIG T, et al. Exploring Pathways Linking Greenspace to Health: Theoretical and Methodological Guidance[J]. Environmental Research, 2017, 158: 301-317.
- [35] GASCON M, TRIGUERO-MAS M, MARTINEZ D, et al. Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015, 12(4): 4354-4379.
- [36] SHU Y, WUC, ZHAI Y. Impacts of Landscape Type, Viewing Distance, and Permeability on Anxiety, Depression, and Stress[J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(16): 9867.
- [37] CARL E, STEIN A T, LEVIHN-COON A, et al. Virtual Reality Exposure Therapy for Anxiety and Related Disorders: A meta-analysis of Randomized Controlled Trials[J]. Journal of Anxiety Disorders, 2019, 61: 27-36.
- [38] POWERS M B, EMMELKAMP P M G. Virtual Reality Exposure Therapy for Anxiety Disorders: A Meta-Analysis[J]. Journal of Anxiety Disorders, 2008, 22(3): 561-569.
- [39] FERNANDEZ-ALVAREZ J, ROZENTAL A, CARLBRING P, et al. Deterioration Rates in Virtual Reality Therapy: An Individual Patient Data Level Meta-Analysis[J]. Journal of Anxiety Disorders, 2019, 61: 3-17.
- [40] FREEMAN D, REEVE S, ROBINSON A, et al. Virtual Reality in the Assessment, Understanding, and Treatment of Mental Health Disorders[J]. Psychological Medicine, 2017, 47(14): 2393-2400.
- [41] MAPLES-KELLER J L, BUNNELL B E, KIM S J, et al. The Use of Virtual Reality Technology in the Treatment of Anxiety and Other Psychiatric Disorders[J]. Harvard Review of Psychiatry, 2017, 25(3): 103-113.
- [42] FREEMAN D, BRADIEY J, ANTLEY A, et al. Virtual Reality in the Treatment of Persecutory Delusions: Randomised Controlled Experimental Study Testing How to Reduce Delusional Conviction[J]. The British Journal of Psychiatry, 2016, 209(1): 62-67.
- [43] REGER G M, KOENEN-WOODS P, ZETOCHA K, et al. Randomized Controlled Trial of Prolonged Exposure Using Imaginal Exposure vs. Virtual Reality Exposure in Active Duty Soldiers with Deployment-Related Posttraumatic Stress Disorder(PTSD)[J]. Journal of Consulting and Clinical Psychology, 2016, 84(11): 946.