

# 虚拟现实技术应用于老年人防跌倒研究现状与热点趋势分析

## ——基于CiteSpace的可视化分析

施 鱼\*, 于晓洁, 吴 佳#

湖州学院生命健康学院, 浙江 湖州

收稿日期: 2025年10月21日; 录用日期: 2025年11月16日; 发布日期: 2025年11月25日

### 摘 要

目的: 分析虚拟现实技术应用于老年人防跌倒领域的相关文献, 了解该领域的热点、前沿及发展趋势, 为虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的应用和研究提供参考。方法: 运用CiteSpace 6.3.1软件对建库至2025年9月30日发表在Web of Science (WOS)核心数据库、中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库中虚拟现实技术应用于老年人防跌倒领域的相关文献进行可视化分析。结果: 共检索出548篇, 其中中文180篇, 英文368篇。发文量整体呈上升趋势, 目前国内外研究热点聚焦于平衡功能、脑卒中、帕金森病、姿势、虚拟现实技术、平衡训练等方面, 研究对象多聚焦于患有平衡功能障碍的神经系统疾病老年人, 干预方式呈多样化。结论: 虚拟现实技术应用于老年人防跌倒领域的研究前沿正从单纯的有效性验证转向可行性探索, 未来应关注虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的临床应用和普及。

### 关键词

虚拟现实, 老年人, 防跌倒, CiteSpace, 平衡, 可视化分析

# Research Status and Emerging Trends of Virtual Reality Technology in Fall Prevention for Older Adults

## —A Visualization Analysis Based on CiteSpace

Yu Shi\*, Xiaojie Yu, Jia Wu#

School of Life and Health Sciences, Huzhou College, Huzhou Zhejiang

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 施鱼, 于晓洁, 吴佳. 虚拟现实技术应用于老年人防跌倒研究现状与热点趋势分析[J]. 护理学, 2025, 14(11): 2154-2166. DOI: 10.12677/ns.2025.1411288

## Abstract

**Objective:** To analyze the literature on the application of Virtual Reality (VR) technology in fall prevention for older adults, identify the hotspots, frontiers, and development trends in this field, and provide references for the application and research of VR technology in this domain. **Methods:** Using CiteSpace 6.3.1 software, a visualization analysis was conducted on relevant literature. The literature was retrieved from the Web of Science (WOS) Core Collection, China National Knowledge Infrastructure (CNKI), Wanfang Data, and VIP Database, covering the period from the establishment of each database to September 30, 2025, with the focus on VR technology applied to fall prevention for older adults. **Results:** A total of 548 articles were retrieved, including 180 Chinese articles and 368 English articles. The number of published articles showed an overall upward trend. Currently, domestic and international research hotspots focus on balance function, stroke, Parkinson's disease, posture, virtual reality technology, and balance training. The research subjects mainly focus on older adults with neurological diseases accompanied by balance dysfunction, and the intervention methods are diversified. **Conclusion:** The research frontier of VR technology applied to fall prevention for older adults is shifting from simple effectiveness verification to feasibility exploration. Future research should focus on the clinical application and popularization of VR technology in this field.

## Keywords

Virtual Reality, Older Adults, Fall Prevention, CiteSpace, Balance, Visualization Analysis

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

跌倒是中国 65 岁以上老年人因伤害死亡的首位原因[1]。据研究显示,中国老年人群跌倒的发生率高达 20.8% [2], 跌倒会导致老年人行动能力降低、丧失独立生活能力, 严重者会发生脱臼、骨折、颅腔出血等, 为个人与家庭带来沉重负担。目前常用到的老年防跌倒措施是日常生活的健康教育、环境安全改造、平衡和步态功能训练、肌力训练等方法[3]。但以上方法大多依赖于老年人的主动参与意愿, 会有反馈与纠正机制滞后的情况, 且存在训练内容单一枯燥、无法安全模拟高风险场景的问题。随着老年人口的增加, 老年人群跌倒数量的增加, 如何提高防跌倒训练的有效性, 减少老年人跌倒的发生已成为亟待解决的问题。近年来, 虚拟现实(Virtual Reality, VR)作为一种新兴的人机交互技术被广泛应用于疾病诊断、康复训练、医学教育培训等领域, 特别是在老年康复医学领域中显示出较大的应用潜力。虚拟现实技术具有想象性、交互性和沉浸性的特点[4], 并且提供精确的测评、辅助、监督、训练等手段, 保证训练的趣味性和有效性, 可提高参与者的主动性和投入度[5]。俞晴等[6]的研究指出, VR 训练能有效改善老年人的步态和动静平衡功能。VR 通过增加训练过程的互动性和趣味性, 提高了老年人参与训练的积极性, 其运用于防跌倒领域不仅能够降低跌倒的发生率, 还能克服传统防跌倒训练的局限性[7], 在跌倒预防方面有很好的应用前景[8]。本研究基于中国知网(CNKI)、万方、维普、Web of Science (WOS)四个数据库, 针对虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的研究热点与发展趋势, 使用 CiteSpace 软件进行可视化分

析,揭示该领域的发展阶段与趋势,挖掘虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的研究热点,为虚拟现实技术在防跌倒领域的应用和研究提供一定的参考价值。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 数据来源

本研究数据来源于 Web of Science (WOS)核心数据库、中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库。

### 2.2. 检索策略

本研究采用高级检索,检索式:主题=(“虚拟现实”OR“VR”)AND主题=(“防跌倒”OR“跌倒”OR“平衡”)AND主题=(“老年人”OR“老人”OR“老龄”)。检索时间为建库至2025年9月。

### 2.3. 文献筛选及资料提取

文献筛选与资料提取的过程由两位研究者独立完成,并进行交叉核对。在筛选文献时,首先浏览篇名和摘要进行初筛,筛除明显不相关文献。筛除会议、通讯、专利结果、书评相关的文献,以及文章内容不完整的文献,共获得231篇中文文献和368篇英文文献。利用NoteExpress软件进行去重处理,确保纳入的文献准确无误。

### 2.4. 研究工具与方法

为探究虚拟现实技术应用于老年人防跌倒领域研究现状与热点趋势分析,我们采用CiteSpace 6.3.1软件进行可视化分析。将在Web of Science (WOS)核心数据库、中国知网(CNKI)、万方数据库、维普数据库中获得的文献进行初步筛选,将筛选获得的文献导出。利用NoteExpress对导出的文献进行去重、整理,共获得548篇文献,再进行导出以download\_\*\*\*.txt格式保存。启动CiteSpace,中文文献时间跨度(Time Slicing)设置为2010年~2025年;时间切片(Years per Slice)均设置为1;节点类型(node types)设置为“author”、“institution”、“keyword”;阈值选择g-index,  $k=25$ ;剪切方式为Pathfinder法。英文文献时间跨度(Time Slicing)设置为2001年~2025年;时间切片(Years per Slice)均设置为1;节点类型(node types)设置为“author”、“institution”、“keyword”;阈值选择g-index,  $k=15$ ;剪切方式为Pathfinder法。

## 3. 结果

### 3.1. 发文总量及趋势

根据纳排标准,最终纳入中文文献180篇,英文文献368篇,共计纳入548篇。纳入文献的发表时间波动在2001年~2025年,虚拟现实技术在老年人防跌倒领域应用的相关论文发表趋势图见图1。无论是中文文献还是英文文献,该领域的发文量整体均呈现波动上升的趋势。这表明“VR防跌倒”是一个持续受到关注、不断发展的研究热点,而非短期潮流,具有长期的研究价值。

### 3.2. 作者合作

通过CiteSpace对虚拟现实技术在老年人防跌倒领域相关研究的文献作者发文及合作情况进行可视化分析。作者之间的合作关系以连线的方式呈现,连线数量越多越密说明合作次数越多,合作关系越紧密。图2中文文献作者合作图谱中作者节点数量 $N=266$ ,表示共出现266位不同作者;各作者之间的连线 $E=303$ ,表示共存在303次合作发表关系;密度(Density)=0.0086,表示在这个网络中有0.86%的潜在合作关系变成了现实。图3英文文献作者合作图谱中作者节点数量 $N=246$ ,表示共出现246位不同作

者；各作者之间的连线  $E = 523$ ，表示共存在 523 次合作发表关系；密度(Density) = 0.0174，表示在这个网络中有 1.74% 的潜在合作关系变成现实。图 2 和图 3 两张图谱均说明这些作者中绝大多数作者之间没有直接的合作关系，但有部分作者有密切合作，只是尚未形成广泛、统一的合作网络。此外，通过图 2 可知，国内在该领域发文最多的是标签最大的孙志成，共发表 5 篇，张娜紧随其后发表 4 篇，肖明朝、马静、王亮等人各发表两篇，其余作者位于其后。由图 2 和图 3 比较可知，国外虚拟现实技术在老年人防跌倒领域相关研究的文献作者发文量高于国内，并且国外作者之间的合作关系相较国内更为紧密。

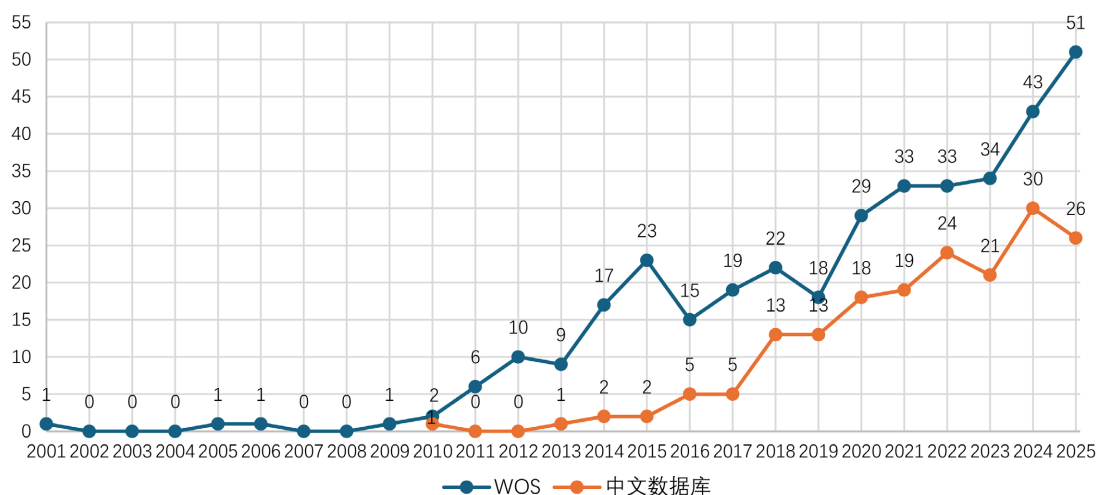


Figure 1. Publication trends of papers on the application of virtual reality technology in fall prevention for the elderly from 2001 to 2025

图 1. 2001 年~2025 年虚拟现实技术在老年人防跌倒领域应用的相关论文发表趋势

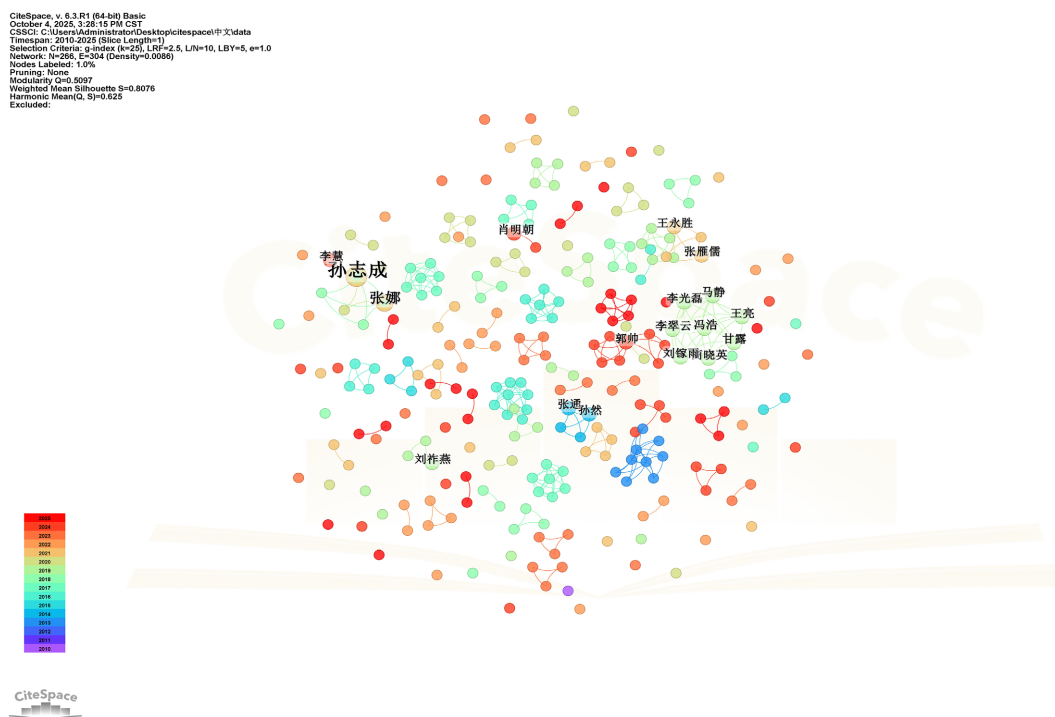


Figure 2. Co-authorship network of Chinese literature  
 图 2. 中文文献作者合作图谱



The visualization shows a network of names, likely representing a social or professional network. The names are arranged in a circular pattern, with lines connecting them. The background is a light blue gradient. The CiteSpace logo is visible in the bottom right corner.

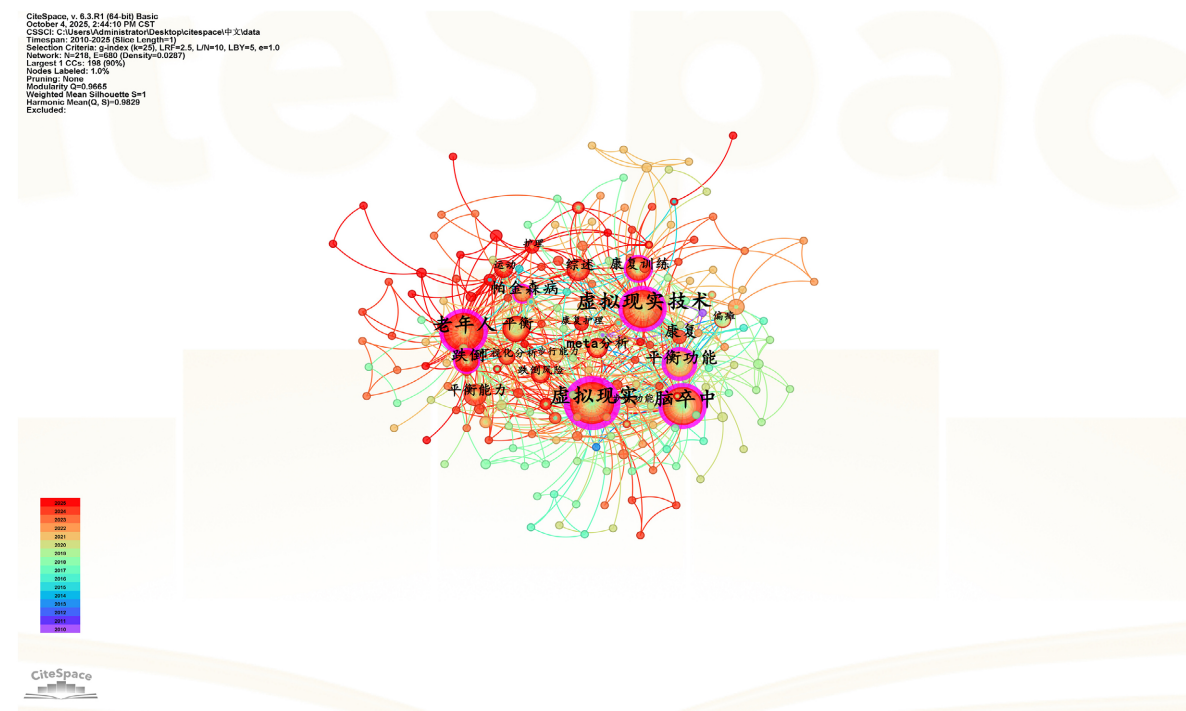
Names visible in the network include:

- Kim, So-Hyun
- Pedroli, Elisa
- Cigresso, Pietro
- Groszems, Kame
- Gaglioli, Andrea
- Greco, Luca
- Lirio-la-gado, Antonio
- Riva, Giuseppe
- Stramba-badiale, Marco
- Sacco, Marco
- Kim, Juno
- Delebo, Yoshino
- Lowell, Nigel H
- Brodie, Matthew A
- He, Yifan
- Lord, Stephen R
- Hernandez-martinez, Jordan
- Aal, Konstantin
- Murer, Kurt
- Whyatt, Caroline
- Merriman, Niall
- de bruin, Eling D
- Pelosin, Elisa
- Gulmaras, Vanja
- Hausdorff, Jeffrey M
- Wu, YH-Ru
- Wang, Ray/Xiao/ing-Yi
- Swinnen, Nathalie
- Hsiao, H
- Agmon, Maayan
- Simeonov, P
- Zak, Marek
- Sikorski, Tomasz
- Duthell, Frederic
- Wesik, Magdalena
- Money, Arthur G
- van dieen, Jaap H
- Maetzler, Walter
- Atridi, Ayesha
- Verschueren, Sabine
- Aljehri, Mansour Abdullah
- de vries, Aijse W
- Raffeegeau, Tiphanie E
- Fino, Peter C
- James, Christina
- Fawver, Bradley
- Hulzinger, Femke
- de xivry, Jean-Jacques Orban
- Young, William R
- Lohse, Keith R
- de rond, Veerle
- Mirelman, Anat
- Nieuwboer, Alice
- Gilladi, Nir
- Kao, Chung-Lan
- Sayed, Rashad
- Najafi, Bijan
- Amstrong, David
- Parlat, Pratik
- Liu, Jian
- Lockhart, Thurmon E
- Avanzino, Laura
- Abbruzzese, Giovanni
- Talal, Talal K
- Talal, Talal K

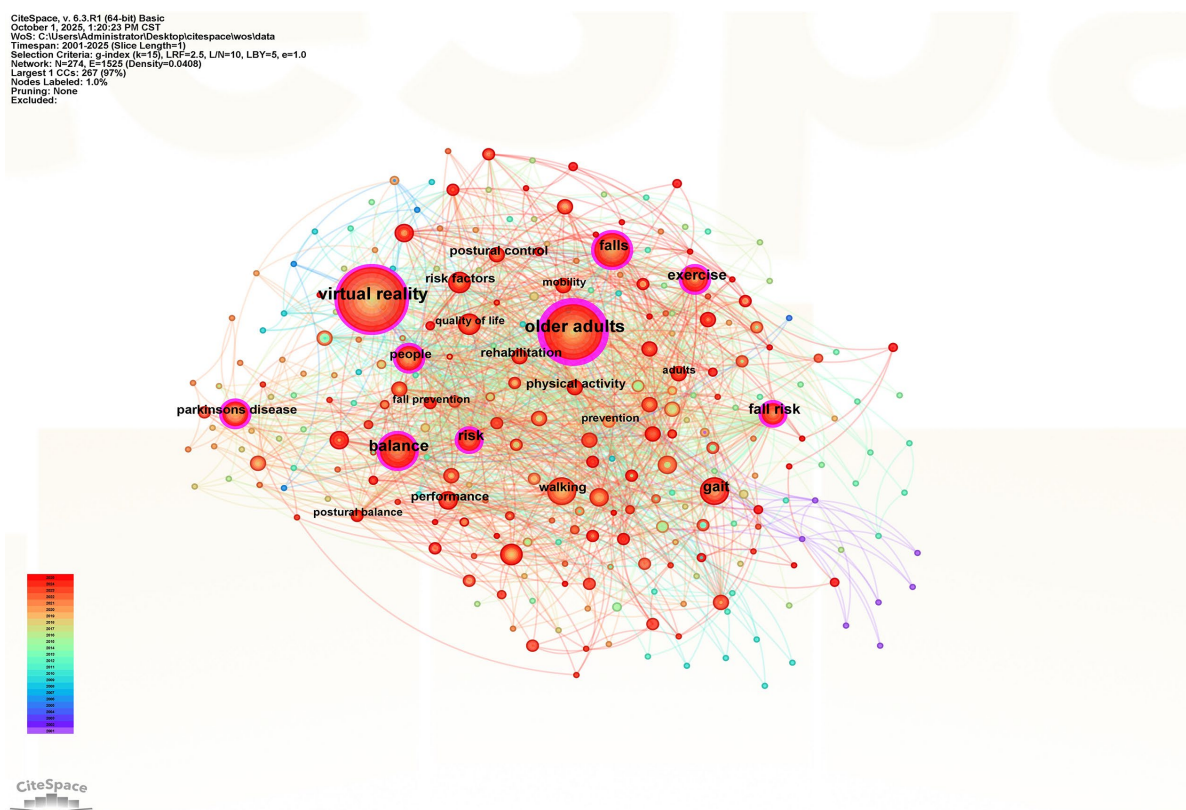
### 3.3.1. 关键词共现分析

### 3.3.2. 关键词聚类分析

由图 8 可见, 中文文献关键词聚类图谱中可以看到虚拟现实、老年人、虚拟现实技术、平衡功能、帕金森病等为高频关键词, 并且形成了一个完整的逻辑链, 表明了特定人群、应用的核心技术、干预手段、改善指标、证明实现的高级证据。由图 9 可见, 英文文献关键词聚类图谱中可以看到 postural balance (姿势平衡)、fall prevention (防跌)、postural sway (姿势摇摆)、parkinsons disease (帕金森病)、performance (表现) 等为高频关键词, 从现象到机理形成了一个清晰的因果逻辑链。



**Figure 4.** Keyword co-occurrence network of Chinese literature  
**图 4.** 中文文献的关键词共现图



**Figure 5.** Keyword co-occurrence network of English literature  
**图 5.** 英文文献的关键词共现图

CiteSpace, v. 5.3.R1 (64-bit) Basic  
 October 4, 2023, 2:44:10 PM CST  
 C:\Users\Administrator\Desktop\citespace\中文\data  
 Timespan: 2010-2023 (Slice Length=1)  
 Selection Criteria: g-index (k=25), LRF=2.5, L/N=10, LBY=5, e=1.0  
 Network: N=218, E=800 (Density=0.0287)  
 Largest 1 CCs: 198 (90%)  
 Nodes Labeled: 1.0%  
 Pruning: None  
 Modularity Q=0.5097  
 Weighted Mean Silhouette S=0.8076  
 Harmonic Mean(Q, S)=0.625  
 Excluded:

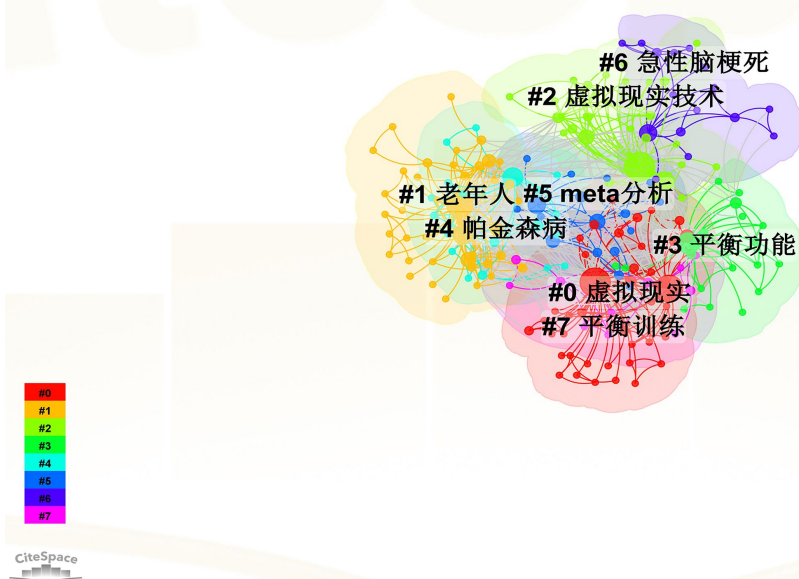


Figure 6. Keyword clustering map of Chinese literature

图 6. 中文文献关键词聚类图谱

CiteSpace, v. 5.3.R1 (64-bit) Basic  
 October 1, 2023, 1:20:23 PM CST  
 WOS: C:\Users\Administrator\Desktop\citespace\wos\data  
 Timespan: 2001-2023 (Slice Length=1)  
 Selection Criteria: g-index (k=15), LRF=2.5, L/N=10, LBY=5, e=1.0  
 Network: N=274, E=1525 (Density=0.0408)  
 Largest 1 CCs: 257 (97%)  
 Nodes Labeled: 1.0%  
 Pruning: None  
 Modularity Q=0.3559  
 Weighted Mean Silhouette S=0.6871  
 Harmonic Mean(Q, S)=0.4689  
 Excluded:

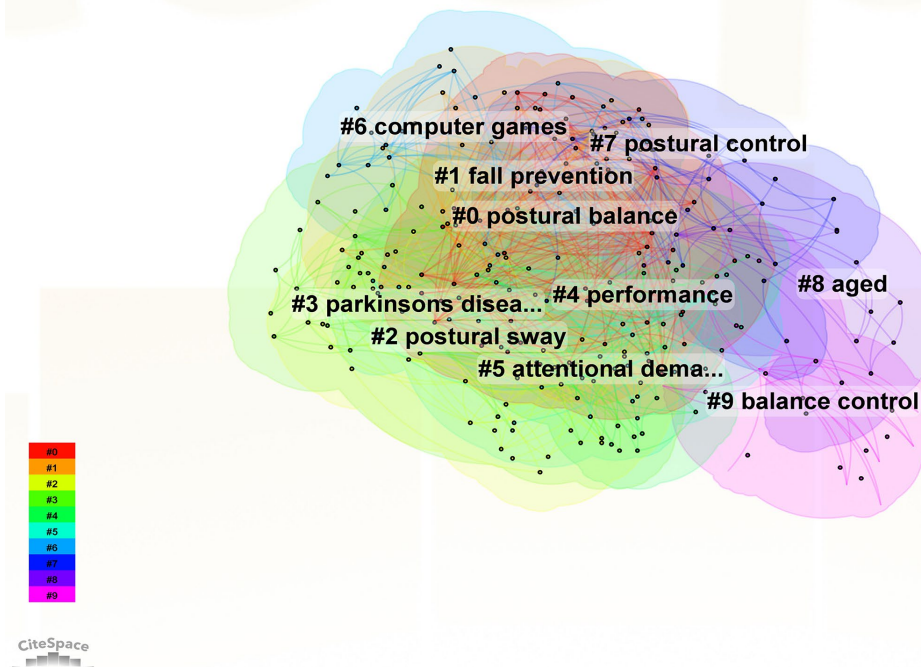


Figure 7. Keyword clustering map of English literature

图 7. 英文文献关键词聚类图谱



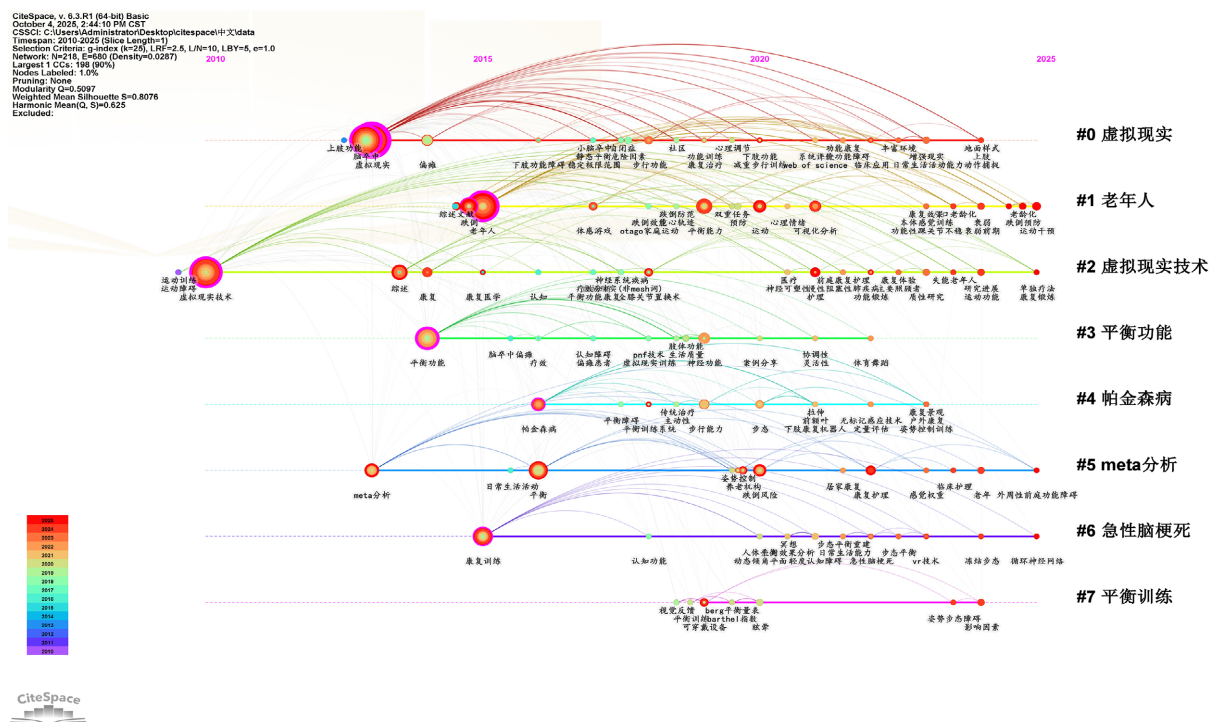


Figure 8. Timeline clustering map of Chinese literature keywords

图 8. 中文文献关键词时间线聚类图谱

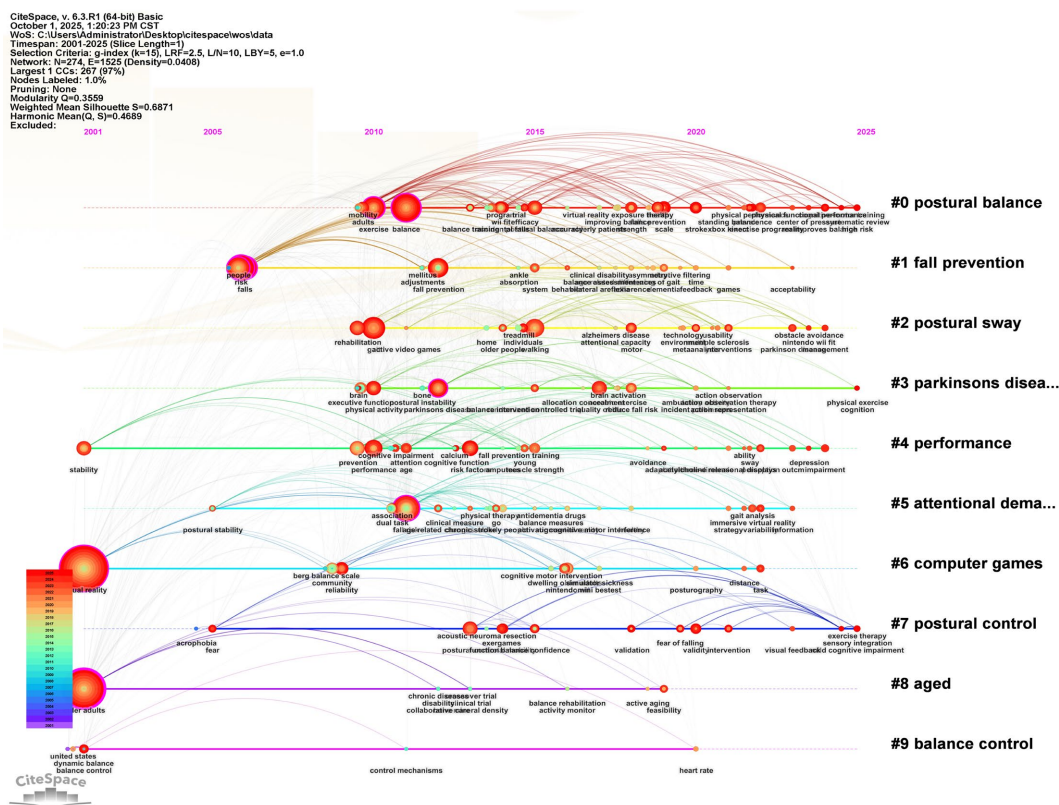


Figure 9. Timeline clustering map of English literature keywords

图 9. 英文文献关键词时间线聚类图谱

3.3.3. 关键词突现分析

关键词突现分析有助于直观地解读某一领域或主题的究热点与趋势。本文关键词最短突现时间设置为 1 年，最终在中文文献中得到 22 项突现关键词，在英文文献中得到 16 项关键词。其结果有助于进一步探究虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的研究现状与热点趋势。根据中文文献分析，由图 10 可知，在 2010~2016 年研究聚焦于利用 VR 技术解决运动功能障碍，在 2017~2020 年研究聚焦于“脑卒中”、“偏瘫”这类神经系统疾病有高跌倒风险的人群，2021~2023 年“帕金森病”在此阶段成为研究热点，拓展了 VR 技术的应用范围，在当前的研究重点是将实验证明有效的 VR 转化为临床实践，解决普及化、标准化的问题。根据英文文献分析，由图 11 可知，在 2009~2014 年构建“身体 - 认知”双重干预的理论框架，这比中文研究后期才关注“平衡功能”等纯身体指标，起点更高；在 2015~2019 年的关键词突现为“program”、“physical activity”、“Nintendo wii”说明此阶段研究重点转向临床实践，关注使用人群的整体活动水平，明确了技术载体；当前的研究重点是将 VR 在老年人防跌倒领域使用的优化，精细优化 VR 训练的强度、频率和类型。两者共同的前沿方向就是“方案”和“临床应用”。由国内外关键词突现分析可知，如今国内外在老年人防跌倒领域的研究热点从证明其有效性转为临床应用。

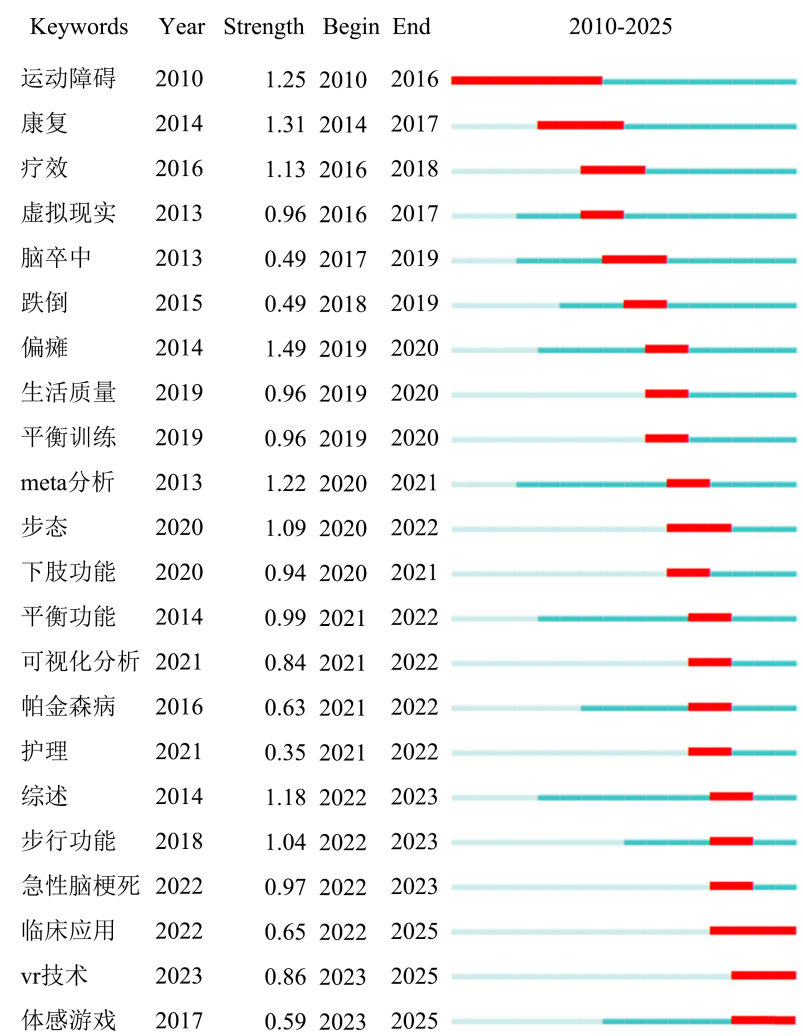


Figure 10. Domestic keyword burst analysis  
图 10. 国内关键词突现分析



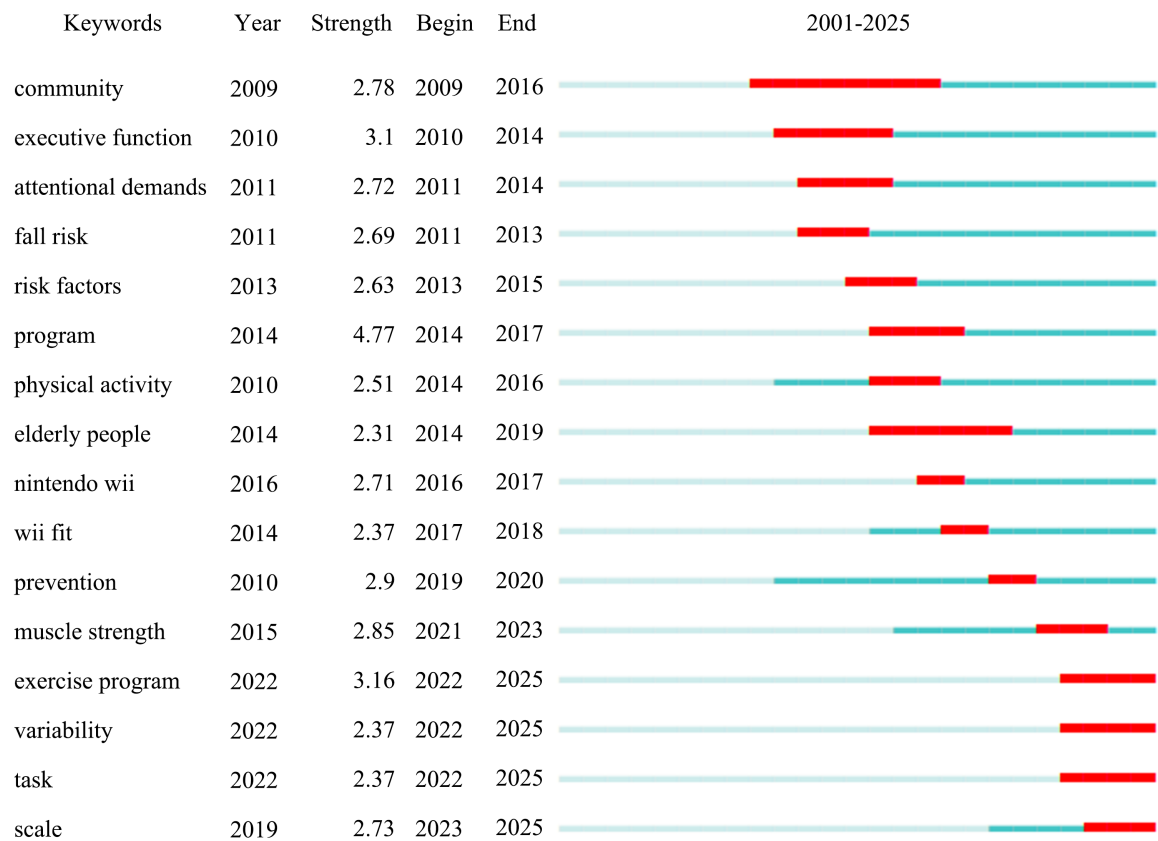


Figure 11. International keyword burst analysis  
图 11. 国外关键词突现分析

4. 讨论

4.1. 研究现状总结

虚拟现实技术是我国“十三五”规划的一个新兴产业技术，近年来在老年人防跌倒领域显示出极大的潜力。本研究的结果也显示，虚拟现实技术虽然在我国起步较晚，但近年来在老年人防跌倒领域的相关研究整体处于上升趋势。国外虚拟现实技术在老年人防跌倒领域研究的相关文献最早发布于 2001 年，2001~2009 年共发表 4 篇相关文献，正处在萌芽阶段，为后续相关研究奠定基础，2010~2015 年共发表 64 篇相关文献，该领域相关研究明显上升。国内是从 2010 年开始才有相关研究，2010~2015 年国内在该领域的研究处于萌芽时期。2016~2025 年国内国外在该领域的相关研究整体均呈上升趋势，并且 2025 年 1 月至 9 月，国外该领域相关文献到了一个新的高峰，共发布 51 篇。以上结果说明虚拟现实技术在老年人防跌倒领域是一个持续受到关注、不断发展的研究热点，而非短期潮流，其具有长期的研究价值。同时，目前的研究重点从证明虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的有效性，逐渐转化为 VR 在老年人防跌倒训练的临床实践以及解决普及化、标准化的问题，研究重点由理论分析逐渐转向临床应用。对比国内外在临床应用研究上的差异，国内研究则侧重于使用者的感受和 VR 使用过程中的趣味性；而国外研究则更侧重于 VR 技术的研发和创新，旨在通过提升设备功能来优化训练效果。

4.2. 研究对象聚焦

本研究对虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的研究现状与热点进行分析，发现研究对象多聚焦于患

有帕金森病、脑卒中、偏瘫,存在平衡功能障碍等神经系统疾病的老年人。神经系统疾病多以步态异常、行动迟缓、平衡障碍等运动障碍和姿势异常为主要临床特点,由于疾病原因神经系统疾病患者更容易发生跌倒。而虚拟现实训练通过大脑的学习和奖励机制促使患者在平衡、步态、肢体控制等方面有显著改善作用[9]。例如马婕等[10]在缺血性脑卒中患者早期康复训练方案中采用了虚拟现实技术,其研究发现虚拟现实技术中的接水游戏能锻炼患者的运动协调能力、反应能力、平衡力和上下肢的功能,可显著改善缺血性脑卒中患者的运动功能。孙丽春等[11]的研究针对帕金森患者实施虚拟现实平衡游戏联合强化肌力训练,患者通过“城市行走”、“花园采摘”等虚拟现实游戏训练,平衡能力得到显著提升,同时控制身体姿势的能力也有明显改善。金振华等[12]则对老年脑卒中后偏瘫患者进行虚拟现实康复训练,将60例老年患者随机分为观察对照组,对照组采用常规康复训练,观察组进行“城市驾车”、“小径遭遇”等虚拟现实训练,4周后采用 Berg 平衡量表(BBS)评分,结果显示虚拟现实技术可以改善老年脑卒中偏瘫患者的平衡功能和上肢肢体功能。神经系统疾病多以步态异常、行动迟缓、平衡障碍等运动障碍和姿势异常为主要临床特点。以上研究均证明,虚拟现实技术对患有帕金森、脑卒中、偏瘫等神经系统疾病的老年人有较显著的效果。

### 4.3. 干预方式多样

本研究发现,在提高老年人的防跌倒能力领域,目前虚拟现实技术的干预方式呈多样化。例如,许磊等[13]采用 Gait Watch 步态测试与训练设备,通过无线位置传感器进行步态训练,使患者与具有视觉、听觉、触觉、运动觉等感官刺激的虚拟场景中的模拟对象实时交互,同时通过三维步态系统对脑卒中后偏瘫患者的步态进行分析,查找异常原因。孙志成[14]用 Motion 2.0 虚拟现实康复训练系统对养老院老年人进行“飞翔”、“滑雪”、“潜水”、“健身”4种VR训练游戏,通过静态平衡功能进行评估,发现VR训练能够改善老年人的步态功能。Nuic等[15]采用 Kinect VR 系统为帕金森患者定制游戏“Toap Run”,其中设置花园、矿山和小溪三个场景,游戏需要患者通过大幅度 and 快速运动自身的四肢、骨盆及躯干才能过关,训练时长为9周。该研究通过对患者训练前后的帕金森 FOG 量表和临床平衡-步态量表得分比较,发现定制的VR游戏对帕金森患者进行步态和平衡训练是有效的。以上研究表明,对不同的老年人群采取不同的防跌倒训练,训练方式有针对性,从而增强训练的有效性,提高患者的步态、平衡、肢体控制等方面的能力。另外,每一种干预方式都有不同的侧重点,有针对平衡功能、肢体姿势、步态等的单项专项训练,也有锻炼其中两项或三项甚至更多的多项综合训练,训练者可根据自身的弱项选择相应的训练方式,以精准提高防跌倒能力。总之,干预方式的多样化给患者提供的可选择训练方式更多,患者可针对自身情况及兴趣选择合适的训练方法,这也同时提高了患者训练的积极性和主动性,弥补传统防跌倒训练枯燥单一的局限性。

### 4.4. 研究前沿与未来展望

由图8~11可知,目前虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的研究与应用,正从“有效验证性”转向“可行性探索”,研究重点从单纯验证VR干预在老年人防跌倒领域的临床效果,转向在家庭和社区中应用的可行性。例如,吴顺吉[16]的研究通过实验测试采集到的数据得出自然的视觉线索类型可以作为老年人跌倒干预设计的要素之一。然而,目前国内对虚拟现实技术的推广和普及应用仍存在一定的困难。分析其原因,专业的虚拟现实设备成本高、体积大,国内专业的康复治疗师数量有限[17]。当前老年人应用虚拟现实技术进行防跌倒训练时,一般需要有专业人员陪护,随着AI技术的迅速发展,未来将虚拟现实技术与可穿戴设备、AI技术深度融合,可能实现无人陪护的自主训练模式。积极探索利用轻便、低成本、易操作的VR设备[18],将康复训练从医院和实验室延伸到患者家中在未来将是一个研究热点。这将有助于实现老年人应用虚拟现实训练防跌倒能力的普及化,可减轻医护工作人员、康复训练者的陪同训练工

作量。未来仍需要开展更多样本量大、长期随访的高质量随机对照试验,继续推动 VR 防跌倒技术临床应用的普及性。

## 5. 小结

综上所述,虚拟现实技术应用于老年人防跌倒领域的研究前沿正从单纯的有效性验证转向可行性探索,更贴近实际应用的方向深化,研究对象多聚焦于患有帕金森病、脑卒中、偏瘫,存在平衡功能障碍等神经系统疾病的老年人,虚拟现实技术的干预方式呈多样化。同时,未来还亟需加强该领域作者和机构之间的交流,进一步探究虚拟现实技术在老年人防跌倒领域的实际应用。本研究存在一定的不足,本研究分析的中文文献主要来源于中国数据库,英文文献主要来源于 WOS,其收录的期刊以欧美为主,可能导致研究结果具有一定的局限性,未来可扩大研究范围,提高研究结果的推广性。

## 基金项目

2025 年大学生创新创业训练计划项目(项目编号: 2025CXCY082)。

## 参考文献

- [1] 李瑞宁, 许创业, 张庆来. 基于可穿戴传感器的老年人跌倒风险预测研究进展[J]. 传感器与微系统, 2025, 44(10): 7-11+21.
- [2] 路俊英, 郭冬霞, 李芳伟, 等. 中国老年人跌倒发生现状及影响因素[J]. 郑州大学学报(医学版), 2020, 55(5): 662-667.
- [3] 武雅. 老年护理要点: 预防跌倒的实用技巧[J]. 科学之友, 2025(9): 28-29.
- [4] Burdea, G. and Coiffet, P. (2003) Virtual Reality Technology. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, **12**, 663-664. <https://doi.org/10.1162/105474603322955950>
- [5] Laufer, Y., Dar, G. and Kodesh, E. (2014) Does a Wii-Based Exercise Program Enhance Balance Control of Independently Functioning Older Adults? A Systematic Review. *Clinical Interventions in Aging*, **9**, 1803-1813. <https://doi.org/10.2147/cia.s69673>
- [6] 俞晴, 徐东娥, 马硕, 等. 虚拟现实技术预防老年人跌倒有效性的 Meta 分析[J]. 中国护理管理, 2021, 21(4): 532-539.
- [7] 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.
- [8] Rosa, P.J., Morais, D., Gamito, P., Oliveira, J. and Saraiva, T. (2016) The Immersive Virtual Reality Experience: A Typology of Users Revealed through Multiple Correspondence Analysis Combined with Cluster Analysis Technique. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, **19**, 209-216. <https://doi.org/10.1089/cyber.2015.0130>
- [9] 刘蓓蓓, 丁勤能, 朱武生. 虚拟现实技术在神经系统疾病康复中的应用进展[J]. 中国现代神经疾病杂志, 2018, 18(3): 222-225.
- [10] 马婕, 邢依娜, 周庆, 等. 基于虚拟现实技术的早期康复训练对缺血性脑卒中患者肢体及认知功能的影响[J]. 现代临床护理, 2024, 23(5): 37-43.
- [11] 孙丽春, 陈蓉. 虚拟现实平衡游戏联合强化肌力训练对帕金森病患者平衡功能及运动能力的影响[J]. 海南医学院学报, 2020, 26(9): 655-658+663.
- [12] 金振华, 刘勇. 虚拟现实康复训练对老年脑卒中后偏瘫患者肢体功能和平衡功能的影响[J]. 中国老年学杂志, 2019, 39(21): 5191-5194.
- [13] 许磊, 何雯, 王帆, 等. 三维步态分析系统在评价虚拟现实技术干预脑卒中后偏瘫步态效果中的研究[J]. 老年医学与保健, 2019, 25(5): 624-628.
- [14] 孙志成. 虚拟现实训练对养老机构老年人跌倒相关危险因素的影响[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京医科大学, 2018.
- [15] Nuic, D., Vinti, M., Karachi, C., Foulon, P., Van Hamme, A. and Welter, M. (2018) The Feasibility and Positive Effects of a Customised Videogame Rehabilitation Programme for Freezing of Gait and Falls in Parkinson's Disease Patients: A Pilot Study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, **15**, Article No. 31. <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0375-x>

- [16] 吴顺吉. 基于风险感知的老年人防跌倒视觉干预设计研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆大学, 2022.
- [17] 李慧, 郑粉善. 虚拟现实技术在老年人肢体康复训练中的应用研究进展[J]. 延边大学医学学报, 2024, 47(1): 73-74.
- [18] 肖倩, 温绣茵, 胡晓红, 等. 虚拟现实技术在预防老年人跌倒中的应用进展[J]. 中国医疗器械杂志, 2023, 47(5): 539-544.