

虚拟现实技术在临床医学领域的文献计量分析研究

姚 远

(重庆外语外事学院国际传媒学院,重庆 401120)

摘要:目的 分析虚拟现实技术在临床医学领域的研究发展脉络,明晰研究现状,归纳研究热点,探求未来研究趋势,为我国虚拟现实技术的临床医学应用与研究提供参考。方法 使用 Citespace 5.8.R3 软件对中国知网数据库与 PubMed 数据库进行文献计量分析。结果 纳入中国知网 102 篇文献,纳入 PubMed 4647 篇文献。全球虚拟现实技术在临床医学领域的研究文献数呈逐年稳步上升趋势;中国知网与 PubMed 最高共现频率的关键词分别为“教育”和“Significant Difference”;中国知网数据库主要关键词聚类为“医学教育”“教学改革”,PubMed 数据库主要关键词聚类为“增强现实”“外科培训”;近年出现的实现词汇分别为中国知网的“教育”,和 PubMed 的“covid-19”。全球发文量以美国 1653 篇最多,意大利 457 篇居第 2,中国 342 篇居第 3。结论 虚拟现实技术之于临床医学的研究热度持续增加,在教育领域的研究最多,近 10 年的研究方法主要以实验法为主,行业一线应用仍在初级阶段,实验数据相对匮乏,研究热点由散点式讨论过渡到聚焦于 covid-19 感染。

关键词:虚拟现实技术;临床医学;知识图谱;CiteSpace

中图分类号:R1;TP391.9

文献标识码:A

DOI:10.3969/j.issn.1006-1959.2023.13.008

文章编号:1006-1959(2023)13-0045-06

Bibliometric Analysis of Virtual Reality Technology in Clinical Medicine

YAO Yuan

(School of International Media,Chongqing Institute of Foreign Studies,Chongqing 401120,China)

Abstract: **Objective** To analyze the research route of virtual reality technology in the field of clinical medicine, clarify the research status, summarize the research hotspots, explore the future research trends, and provide a reference for the future clinical research and application of virtual reality technology in China. **Methods** Using Citespace 5.8.R3 software to conduct the bibliometric analysis of CNKI database and PubMed database. **Results** A total of 102 research articles were included from CNKI and 4647 research articles from PubMed. The number of global research papers on virtual reality technology in the field of clinical medicine showed a steady increase year by year. The keywords with the highest co-occurrence frequency of CNKI and PubMed were “Education” and “Significance Difference”, respectively. The main keywords clustered in CNKI database were “Medical Education” and “Teaching Reform”, and the main keywords clustered in PubMed database were “Augmented Reality” and “Surgical Training”. The burst terms in recent years were “Education” in CNKI and “covid-19” in PubMed. The United States had the largest number of global publications with 1653 research articles, followed by Italy with 457 research articles, and China with 342 research articles. **Conclusion** The research interest of virtual reality technology in clinical medicine continues to increase, and the research in the field of education is the most. In the past decade, the research method is mainly experimental. It relatively lacks use in the industry, research data from the industry are scarce. The research hotspots has shifted from scattered discussion to focus on covid-19.

Key words: Virtual reality technologies;Clinical medicine;Knowledge mapping;CiteSpace

虚拟现实(virtual reality,VR)是以计算机技术为核心,结合相关科学技术,生成数字化环境,用户借助必要装备产生亲临对应环境的感受和体验^[1]。2018年12月,工信部发布了《关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见》,提出到2025年,我国虚拟现实产业整体实力进入全球前列等一系列产业发展目标^[2],虚拟现实产业成为国家扶持的重点新兴产业

业,而临床医学领域是当今全球范围内虚拟现实技术研究和应用的重要阵地^[3]。“十四五”规划强调推进产业数字化转型,将虚拟现实列为数字经济重点产业,同时强调开展智慧医疗试点示范^[4]。2020年,工业和信息化部办公厅,国家卫生健康委员会办公厅发文指出,要打造“5G+医疗健康”新的发展模式,将人工智能、大数据等应用于医疗领域^[5]。本研究现对虚拟现实技术在临床医学的相关研究文献进行计量分析,研究知识图谱,旨在回顾学界研究的脉络,揭示当今的研究热点与研究趋势,对我国虚拟现实技术的临床医学应用发展路径探究提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源 选取中国知网及 PubMed 两个数据

基金项目:重庆外语外事学院 2020 年度校级科研项目重点课题(编号:KY2020001)

作者简介:姚远(1993.8-),男,山西太原人,硕士,讲师,主要从事传播学方向的研究

库,数据检索时间为 2022 年 8 月 22 日。在中国知网设置检索,主题栏输入“(虚拟现实 OR VR)AND (临床医学)”,文献选取年份为 2000 年 1 月 1 日–2022 年 8 月 22 日;检索得到相关文献共计 102 条。在 PubMed 检索框设置检索式为:“(VR OR Virtual Reality)AND (Clinical Medicine OR Health Care)”;文献选取年份为 2012 年 1 月 1 日–2022 年 8 月 22 日。对文章进行筛选过滤后,得到文章共计 4647 条。

1.2 方法 借助 CiteSpace5.8.R3 软件进行分析,设置年份切片为 1 年,节点阈值选择(Top N per slice)=25,选择似然比算法,导入两个数据库的数据,分别对两个数据库的文献进行年度发文量、关键词共现、关键词聚类及发文国家(地区)分别进行分析并生成相应的知识图谱。

2 结果与分析

2.1 文献年度分析 发文量可以明确表示某领域在不同时间段的发展情况,发文量与研究密集程度呈

正相关。中国知网的年度发文量见图 1。由于检索所得文献数目较少,为了详尽了解中文数据库所收录的此领域的研究,尽可能多地选取材料,本研究选取了 2000 年以来的所有数据。该数据库发文量波动幅度不大,总体呈现上升趋势。PubMed 数据库因涉及国家多、范围广、后 10 年研究领域比较具有代表性。相关文献数自 2012–2021 年呈上升趋势,如图 2 所示,增长速度保持匀速,在 2021 年达到峰值。在医学领域针对虚拟现实技术的研究与讨论主要围绕其缺陷与发展潜力展开。该技术现阶段有缺乏基础理论^[6]、用户封闭性及眩晕感^[7]、应用领域缺乏充足的实验数据及实证研究支撑^[8]、技术应用与迭代费效比^[9]、技术伦理等问题与争议,但其与人工智能、大数据、5G 等新技术的融合发展的巨大潜力已被世界所公认。数据体现出在全球范围内,虚拟现实技术在临床医学界的探讨在近几年获得学界的广泛关注,热度在持续增高。

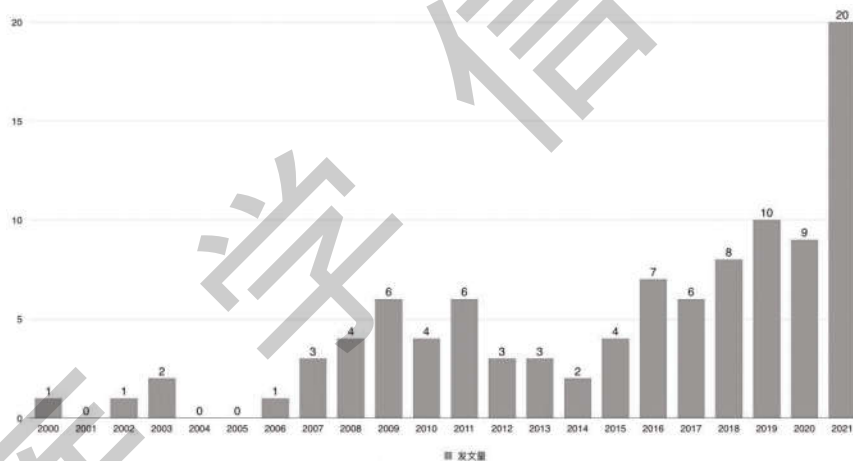


图 1 中国知网 2000–2021 年发文量

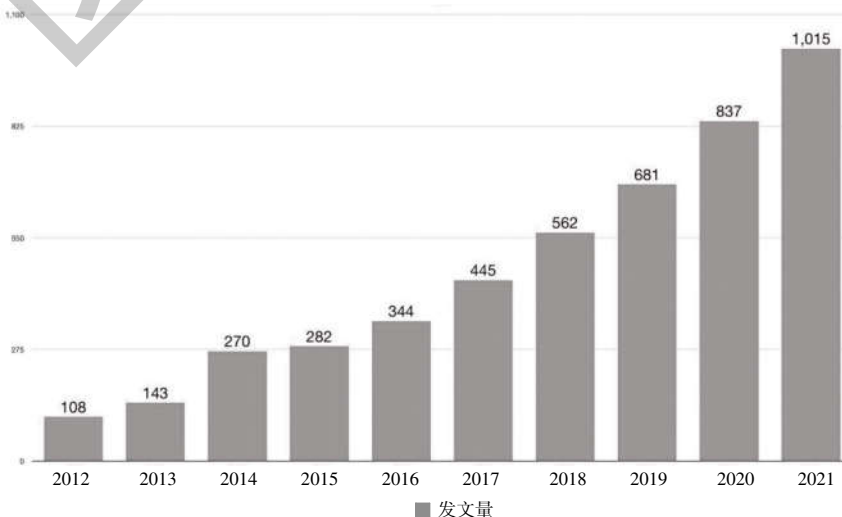


图 2 2012–2021 年 PubMed 发文量

2.2 关键词共现分析 中国知网的 102 篇相关文献关键词频率见表 1、图 3,出现频次较多的非检索相关词为“医学教育”12 次、“教学改革”6 次、“麻醉学”5 次、“应用”“外科学”“临床教学”“教育”“诊断学”“护理学”均为 4 次。中国知网文献库中相关发文的研究重点为医学教育与临床操作实践。虚拟现实技术在医学教育中的应用已涉及脑外科、精神科^[10]、外科^[11]、

护理学^[12]、妇产科^[13]、内科^[14]等学科。分析 PubMed 数据库关键词共现频率见表 1,排名靠前的关键词有“virtual reality”“significant difference”“control group”“augmented reality”“trial registration”“clinical practice”“confidence interval”等。分析发现,在临床医学领域,虚拟现实技术的研究已深度与统计学、临床实验相结合,增强现实技术也被广泛关注。

表 1 关键词频率表

CNKI 数据库				PubMed 数据库			
频率	突现	程度	关键词	频率	突现	程度	关键词
29	/	73	虚拟现实技术	1596	/	58	virtual reality
23	/	46	虚拟现实	364	/	33	significant difference
12	/	26	临床医学	346	/	38	*virtual reality
12	1.21	18	医学教育	333	/	66	control group
6	/	15	教学改革	205	/	24	augmented reality
6	1.14	23	virtual reality vr	200	/	49	trial registration
5	/	11	麻醉学	188	/	58	systematic review
4	1.83	8	应用	179	/	27	clinical practice
4	1.47	12	外科学	171	/	44	confidence interval
4	1.03	9	临床教学	166	/	38	primary outcome
4	2.11	15	教育	144	/	29	mean age
4	1.4	9	virtual reality vr	128	/	54	secondary outcomes
4	2.56	9	诊断学	127	/	52	controlled trial
4	/	9	护理学	125	/	30	virtual environment

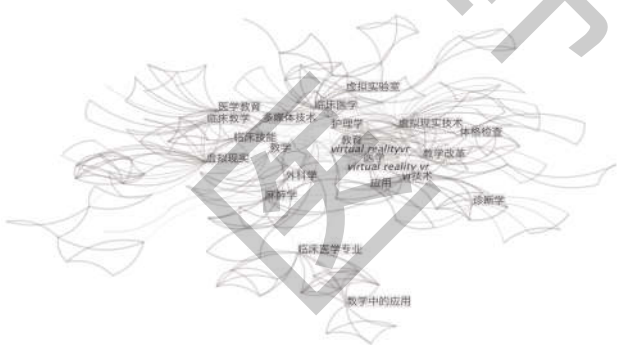


图 3 中国知网关键词共现图

2.3 关键词聚类分析 关键词聚类图谱中,算法将相似领域关键词通过计算归为 1 个大类,通过分析文章关键词抓住研究的重点。聚类靠前者表明相关领域研究最多,不同的聚类则表明有几个不同的研究子类,将类似主题归为一类,便于得出研究热点主题。首先是基于中国知网的图谱分析。设置 Citespace 聚类参数为:#Years Per Slice=1,TopN%=10%。得到聚类分析见图 4。102 份样本得出共 9 个聚类,

其中 5 个聚类与教育相关,表明该数据库涉及的研究领域以教育为主。计算结果中 Modularity Q=0.7482,大于 0.5,代表着划分的集群较为分散。Weighted Mean Silhouettes S=0.9261,数值大于 0.5,说明每一个聚类中的同质性较高。

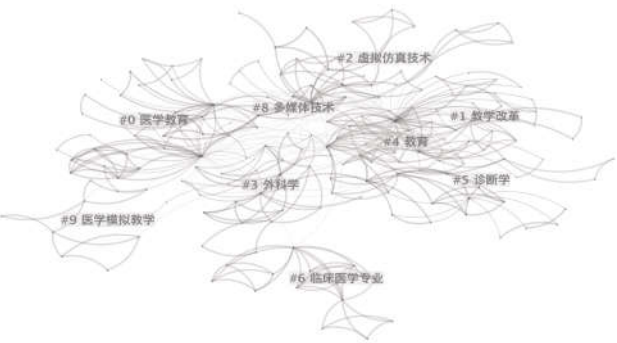


图 4 中国知网关键词聚类图

对 PubMed 数据库文献进行聚类分析,设置参数为:#Years Per Slice=1,TopN%=10%。得到聚类分析见图 5。计算结果中 Modularity Q=0.4443,小于 0.5,

代表着划分的集群较为紧密。Weighted Mean Silhouettes $S=0.7298$, 数值大于 0.5, 表明每一个聚类中的同质性偏高。4647 份样本数据共生成了 9 个聚类, 分别有 virtual reality、augmented reality、surgical training、heart failure、systematic review、covid-19 pandemic、health-related quality、emotional sequence、selamectin。分析发现增强现实聚类排名较高, 表明

医学领域在有关技术研究方面呈现出多元化讨论, 在技术层面, 虚拟现实与增强现实的联系最为紧密。外科培训作为聚类出现, 表示虚拟现实技术应用于医学教育在国际上属于研究较多的领域, 但这也正表明虚拟现实技术在全球范围内的研究仍处于萌芽阶段, 更多非教育性的、行业一线的应用与研究亟待

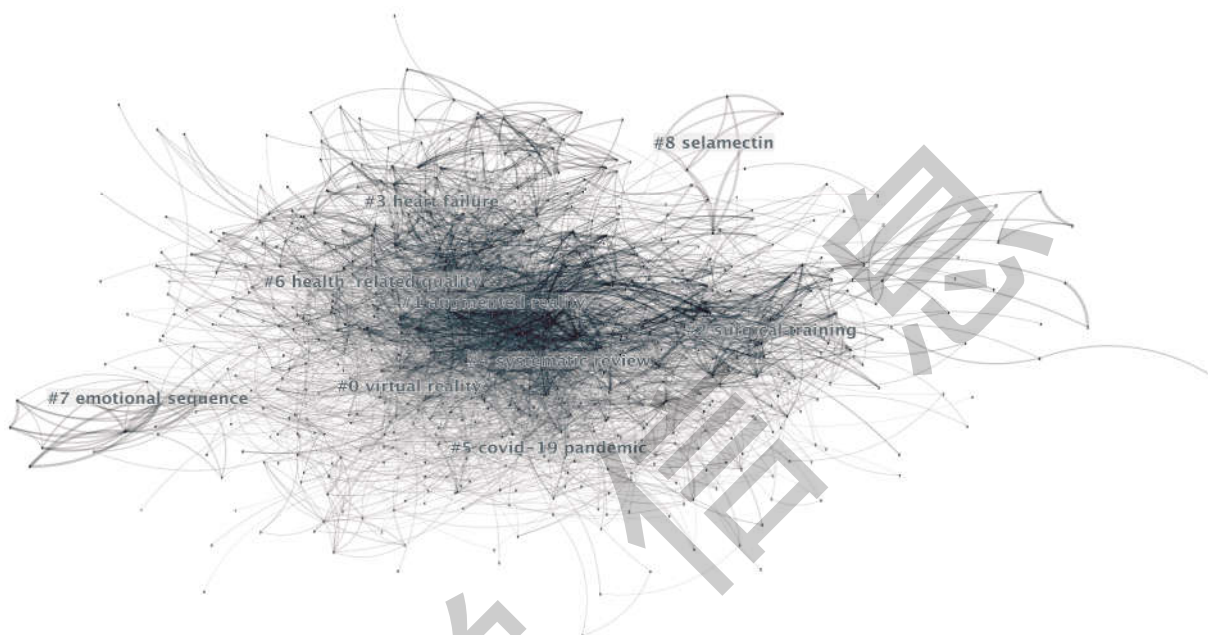


图5 PubMed 关键词聚类图

2.4 共引突现词分析

2.4.1 中国知网突现词分析 共引突现词是指某些年份的关键突现词, 代表着该时间段内的研究热点, 也意味着研究重点的迁移。在 Citespace 中对中国知网数据库关键词突现进行分析时, 通过调整相应参数, 得到 19 个突现关键词, 见图 6。2002–2007 年的突现词汇为“应用”, 表明在虚拟现实与临床医学结合之初期, 学界最先在应用端将虚拟现实这一技术嫁接到临床医学领域。2012–2013 的突现词汇虚拟人体、2017–2018 年的突现词汇“vr 技术”、以及两次出现的“virtual reality vr”都表明在该领域研究的后半程, 学界已开始注重于研究虚拟现实这一概念本身, 从应用端回归到了虚拟现实技术及其概念的探究。而突现词“教学”(2009–2009 年)、“研究生培养”(2012–2016 年)、“模拟教学”(2015–2016 年)、“临床教学”(2018–2020 年)、“培训”(2020–2020 年)、“教育”(2021–2022 年)、“医学教育”(2021–2022 年)、“教学方法”(2021–2022 年)则再次体现出虚拟

现实在临床医学教学领域的研究是该数据库文献的重点课题。总之, 中国知网数据库中所涉及的虚拟现实技术在临床医学领域的研究最先发端于应用, 而后转向虚拟现实的技术研究, 而医学教育话题贯穿始终, 且成为 2021 年至今的研究热点。

Top 19 Terms with the Strongest Citation Bursts

Terms	Year	Strength	Begin	End	2000 – 2022
应用	2000	1.83	2002	2007	<div></div>
诊断学	2000	2.56	2003	2007	<div></div>
虚拟仿真技术	2000	1.1	2003	2009	<div></div>
外科学	2000	1.47	2009	2011	<div></div>
教学	2000	1.23	2009	2009	<div></div>
虚拟人体	2000	1.15	2012	2013	<div></div>
研究生培养	2000	0.98	2012	2016	<div></div>
模拟教学	2000	1.2	2015	2016	<div></div>
virtual reality vr	2000	1.14	2017	2022	<div></div>
3d	2000	1.11	2017	2018	<div></div>
vr 技术	2000	0.97	2017	2018	<div></div>
临床技能	2000	1.58	2018	2019	<div></div>
临床教学	2000	1.03	2018	2020	<div></div>
培训	2000	1.21	2020	2020	<div></div>
教育	2000	2.11	2021	2022	<div></div>
增强现实	2000	1.57	2021	2022	<div></div>
virtual reality vr	2000	1.4	2021	2022	<div></div>
医学教育	2000	1.21	2021	2022	<div></div>
教学方法	2000	1.05	2021	2022	<div></div>

图6 中国知网关键词突现图

2.4.2 PubMed 关键词突现分析 分析 PubMed 关键词突现图见图 7,“rehabilitation”“patient”出现频次较多且在时间上散点式分布,说明近 10 年的研究多围绕患者展开,但研究重点较为零散。Emotional Sequence、Practice Implications、Main Outcome Measure、Odds Ratio、Multivariate Analysis 等共引突现词表明近 10 年该领域主要以实验法研究为主。突现词 Laparoscopic Surgery、Practice-Based Learning and Improvement 表明在外科操作层面,基于虚拟现实的手术模拟已成为前沿的操作工具。虚拟现实技术的视觉空间能力还可以作为改善手术性能的预测指标,安全、可重复、节约成本等优点使其成为手术室外可实现最高效益的方法^[15-17]。在 2020 年单“covid-19 pandemic”一个关键词 Strength 值即高达 16.84,说明当时研究热点聚焦 covid-19 感染,表明虚拟现实技术已比较深入地融入了医疗卫生领域,能够较好、较快地应用于人类健康突发公共卫生事件。研究表明,VR 干预可提高受众新冠疫苗的接种意愿,可能是补充公共卫生宣传的有效方法^[18],利用虚拟现实技术可减少医患接触,是远程诊疗的有效手段^[19,20],虚拟现实技术也为医疗人员创造了更多的合作机会^[21]。通过图 7 可以发现,早在 covid-19 成为突现词之前,突现词 Chronic Hepatitis B 早在 2015 即成为突现词,强度 9.59,跨度为 3 年,表明虚拟现实技术已有应用于传染病领域的经验。在

未来,随着人类疾病谱的改变,虚拟技术将在应对突发公共卫生事件、慢性非传染性疾病等领域发挥重要作用。

Top 22 Terms with the Strongest Citation Bursts

Terms	Year	Strength	Begin	End	2012 - 2022
emotional sequences	2012	11.51	2012	2017	
coding definition	2012	11.05	2012	2017	
practice implications	2012	8.74	2012	2017	
vocational rehabilitation	2012	7.4	2012	2018	
patient safety	2012	7.11	2012	2017	
main outcome measure	2012	9.28	2013	2018	
consecutive patients	2012	8.88	2013	2018	
virtual reality simulator	2012	7.2	2013	2017	
laparoscopic surgery	2012	8.84	2014	2017	
practice-based learning and improvement	2012	7.79	2014	2016	
odds ratio	2012	7.24	2014	2015	
patient care	2012	7	2014	2016	
chronic hepatitis b	2012	9.59	2015	2017	
multivariate analysis	2012	7.93	2015	2017	
virological response	2012	7.78	2015	2016	
*rehabilitation	2012	8.71	2016	2018	
training sessions	2012	8.66	2017	2018	
*technology	2012	7	2018	2020	
covid-19 pandemic	2012	16.84	2020	2022	
covid-19	2012	10.15	2020	2022	
coronavirus disease	2012	7.3	2020	2022	
*covid-19	2012	7.19	2020	2022	

图 7 PubMed 关键词突现图

2.5 研究地域分析 由于 PubMed 数据库所收录的研究论文较为权威也较为全面,通过分析该数据库可以得知不同国家的研究数量差异,同时也可以了解我国在相关课题研究上的发文量。图 8 为国家或地区的合作分析图,图谱中每个节点都代表 1 个国家或地区,节点面积越大,则说明在此领域或国家的研究数量越多。

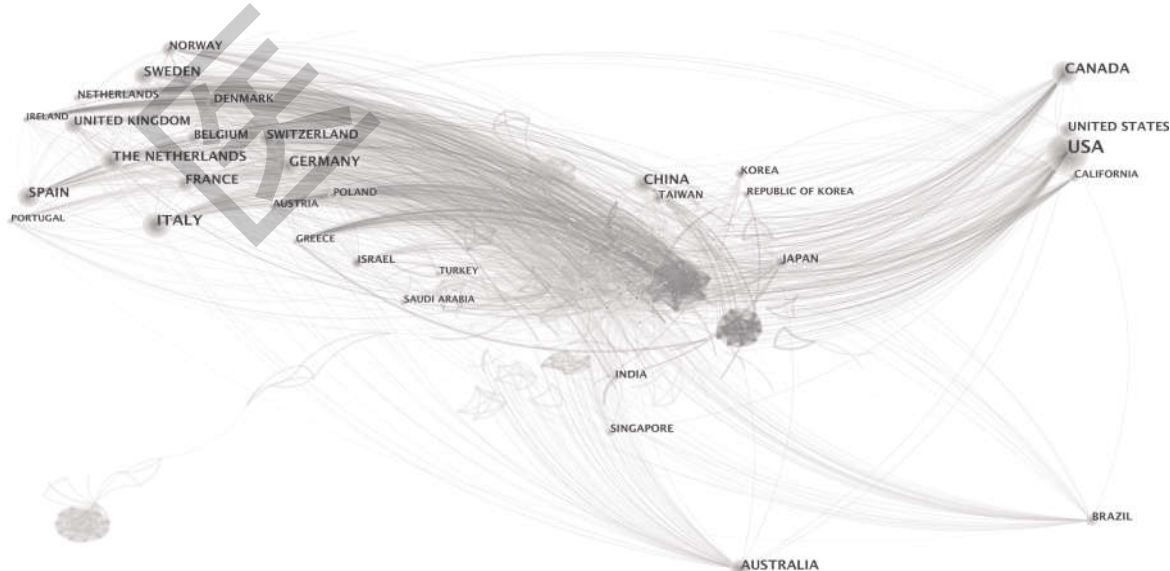


图 8 PubMed 地域分析

表2选取了发文量排名前10的国家,发文量最多的是美国,其次分别为意大利、中国、加拿大、德国。美国和多个国家存在合作关系;意大利在此领域的研究排在第2位,但在成果总量上仍距离第一位有较大差距;我国位列第3,属于在此领域有较多建树的国家。而在共引突现分析中,印度在2020年成为突现词,表明印度近两年来论文发表量激增。虽然从研究结果来看,我国目前在医疗领域开展的虚拟现实技术相关的研究较多,但仍有较大的提升空间。我国是人口大国,拥有潜在的巨大发展潜力。在未来应该投入更多的资源发展虚拟现实技术,以更好地解决偏远地区的看病就医问题,我国医疗领域虚拟现实技术的发展仍有广阔天地。

表2 发文量排名前10的国家(n)

排名	国家	发文量	排名	国家	发文量
1	美国	1653	6	荷兰	244
2	意大利	457	7	澳大利亚	240
3	中国	342	8	西班牙	213
4	加拿大	313	9	瑞典	203
5	德国	281	10	法国	166

3 总结

本研究通过知识图谱分析,基于中国知网和PubMed数据库,展示了虚拟现实技术在临床医学领域的发展脉络与现状。研究发现,虚拟现实技术之于临床医学的研究热度持续增加。截至目前,主要研究领域涵盖教育、技术、临床实践等,其中在教育领域的研究数量最多。近10年的研究方法主要以实验法为主,研究热点由散点式讨论过渡到聚焦于突发公共卫生事件,美国的发文量最多,我国排名第3。总体来说,虚拟现实在临床医学领域的研究仍处于初级阶段,理论搭建仍不全面,实验数据相对匮乏。而虚拟现实技术在应对新冠疫情中展现出了一定的应用价值与较大的应用潜力。

参考文献:

- [1]杭云,苏宝华.虚拟现实与沉浸式传播的形成[J].现代传播(中国传媒大学学报),2007(6):21-24.
- [2]工业和信息化部.工业和信息化部关于加快推进虚拟现实产业发展的指导意见[EB/OL]. (2018-12-26)[2022-09-03].http://www.cac.gov.cn/2018-12/26/c_1123903256.htm.
- [3]傅洪,熊亚平,陈怀宇,等.VR技术在临床医学中的应用现状及思考[J].中国医学教育技术,2017,31(3):283-291.
- [4]中华人民共和国中央人民政府.中华人民共和国国民经济和社会发展的第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13)[2022-09-03].http://www.gov.cn/xinwen/2021-

03/13/content_5592681.htm.

- [5]工业和信息化部办公厅,国家卫生健康委员会办公厅.关于组织开展5G+医疗健康应用试点项目申报工作的通知[EB/OL]. (2020-11-27)[2022-09-03].http://www.gov.cn/xinwen/2020-11/27/content_5565331.htm.
 - [6]孔玉涛.虚拟现实技术改善老年人衰弱状态的研究现状[J].医学信息,2022,35(9):54-57.
 - [7]曹焯.虚拟现实的技术瓶颈[J].科技导报,2016,34(15):94-103.
 - [8]O'Connor S.Virtual Reality and Avatars in Health care[J].Clin Nurs Res,2019,28(5):523-528.
 - [9]沈阳.“四全”媒体的新内涵与技术新要求[J].青年记者,2019(7):29-30.
 - [10]丁晶,曾超美.虚拟现实技术在临床医学教育中的应用及思考[J].中国高等医学教育,2019(7):27-28.
 - [11]沈阳,郝爱民,孙尚宇,等.虚拟现实技术在医学教育中的场景应用研究——基于79篇实验研究论文的系统分析与元分析[J].中国电化教育,2020(8):107-118.
 - [12]王萍,颜文贞,蔡宏亚,等.护理学虚拟现实实验教学平台的构建[J].实验技术与管理,2019,36(2):145-147.
 - [13]杨雯,魏永芹,陈琳,等.虚拟现实技术在妇产科临床培训中的应用[J].中国医学教育技术,2017,31(3):295-298.
 - [14]霍刚,张福春,郑亚安,等.计算机虚拟现实技术在心内科临床技能培训中的应用[J].中国高等医学教育,2009(9):82,100.
 - [15]Tadlock MD,Olson EJ,Gasques D,et al.Mixed reality surgical mentoring of combat casualty care related procedures in a perfused cadaver model: Initial results of a randomized feasibility study[J].Surgery,2022,172(5):1337-1345.
 - [16]Huang TK,Yang CH,Hsieh YH,et al.Augmented reality (AR) and virtual reality (VR) applied in dentistry [J].Kaohsiung J Med Sci,2018,34(4):243-248.
 - [17]Cao C,Cerfolio RJ.Virtual or Augmented Reality to Enhance Surgical Education and Surgical Planning [J].Thorac Surg Clin,2019;29(3):329-337.
 - [18]Mottelson A,Vandeweerd C,Atchapero M,et al.A self-administered virtual reality intervention increases COVID-19 vaccination intention[J].Vaccine,2021,39(46):6746-6753.
 - [19]Di Carlo F,Sociali A,Picutti E,et al.Telepsychiatry and other cutting-edge technologies in COVID-19 pandemic: Bridging the distance in mental health assistance[J].Int J Clin Pract,2021,75(1):10.
 - [20]Singh RP,Javaid M,Kataria R,et al.Significant applications of virtual reality for COVID-19 pandemic[J].Diabetes Metab Syndr,2020,14(4):661-664.
 - [21]Sutherland J,Belec J,Sheikh A,et al.Applying Modern Virtual and Augmented Reality Technologies to Medical Images and Models[J].J Digit Imaging,2019,32(1):38-53.
- 收稿日期:2022-09-01;修回日期:2022-09-10
编辑/肖婷婷