

·医学数据科学·

陈彦菲¹, 曹世华^{1,2}, 何丹妮¹, 娄夏菁¹, 齐文豪¹

(1.杭州师范大学护理学院, 浙江 杭州 311121;

2.杭州师范大学钱江学院护理学院, 浙江 杭州 310018)

摘要:目的 探索国内睡眠监测研究的现状及发展趋势,为进一步开展相关研究提供参考。方法 利用 CiteSpace 文献计量软件,对中国知网(CNKI)数据库建库至 2023 年 6 月的睡眠监测研究相关文献的发文数量、作者、机构及关键词进行可视化分析。结果 共纳入文献 419 篇,我国开展睡眠监测相关研究较早,发文数量整体呈上升趋势;俞梦孙是发表文献最多的作者;高产作者合作网络形成以俞梦孙、韩德民、叶京英为代表的 3 个较大的研究团队;高频关键词提示当下研究热点为阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征、睡眠监测、多导睡眠监测仪、睡眠呼吸暂停、便携式睡眠监测仪等。结论 目前我国对睡眠监测研究的关注正不断提升,未来不仅要致力于更快速、有效和准确地检测睡眠数据,更需关注睡眠与健康之间的关系以及个性化医学研究。

关键词:睡眠监测;文献计量学;CiteSpace**中图分类号:**R318.6**文献标识码:**A**DOI:**10.3969/j.issn.1006-1959.2025.01.007**文章编号:**1006-1959(2025)01-0044-05**Analysis of the Hotspots and Frontiers of Sleep Monitoring Research in China**CHEN Yanfei¹, CAO Shihua^{1,2}, HE Danni¹, LOU Xiajing¹, QI Wenhao¹

(1.College of Nursing, Hangzhou Normal University, Hangzhou 311121, Zhejiang, China;

2.College of Nursing, Hangzhou Normal University Qianjiang College, Hangzhou 310018, Zhejiang, China)

Abstract: Objective To explore the current situation and development trend of sleep monitoring research in China, and to provide reference for further research. **Methods** CiteSpace bibliometric software was used to visualize the number of articles, authors, institutions and keywords related to sleep monitoring research from the establishment of China National Knowledge Infrastructure (CNKI) database to June 2023. **Results** A total of 419 articles were included. The research on sleep monitoring was carried out earlier in China, and the number of articles was on the rise. YU Mengsun was the author with the most published literature; the high-yield author cooperation network formed three large research teams represented by YU Mengsun, HAN Demin and YE Jingying. High-frequency keywords suggested that the current research hotspots were obstructive sleep apnea hypopnea syndrome, sleep monitoring, polysomnography, sleep apnea, portable sleep monitor, etc. **Conclusion** At present, China's attention to sleep monitoring research is constantly increasing. In the future, we should not only focus on detecting sleep data more quickly, effectively and accurately, but also pay more attention to the relationship between sleep and health and personalized medical research.

Key words: Sleep monitoring; Bibliometric analysis; CiteSpace

睡眠是生物体最基本的生命过程,全面调控着代谢、免疫、内分泌、脑活动等生理机能,是个体生存发展的必要条件^[1,2]。《中国睡眠研究报告(2022)》中指出,我国居民平均睡眠时长约为 7.06 h,近十年来人均睡眠减少了近 1.5 h,睡眠环境和质量较之前均显著下降^[3]。睡眠监测是通过使用传感器和设备来记录和分析人体睡眠过程的活动。传统的睡眠监测通常在只能在实验室或医疗机构进行,多导睡眠监测仪(polysomnography, PSG)是目前临床上较为常

用的传统睡眠监测设备,使用多个传感器来记录参数,如脑电图(EEG)、眼动图(EOG)、下颌肌电图(EMG)、心电图(ECG)等,以全面监测睡眠过程^[4]。但 PSG 由于其监测程序较繁杂、传感电极多容易影响患者入睡,并具有监测耗时长、费用高、环境要求严格、患者依从性不足等缺点,以致于难以在家庭环境中普及应用。然而,随着移动互联网、物联网、人工智能、传感器等技术的快速发展,结合移动互联网、可穿戴等信息技术,便携式睡眠监测设备已得到广泛

基金项目:1.2023 年度浙江省高等教育研究课题基金项目(编号:KT2023162);2.2022 年杭州师范大学研究生科研创新推进基金项目(编号:2022HSDYJSKY064)

作者简介:陈彦菲(1998.4-),女,浙江温州人,硕士研究生,主要从事护理信息学研究

通讯作者:曹世华(1972.7-),男,浙江湖州人,博士,教授,院长,主要从事护理信息学研究

应用,通过监测生理信号帮助使用者了解自己的睡眠健康。文献计量学是对数学和统计方法所承载的所有知识进行定量分析的跨学科科学,常用于识别某一个领域的发展情况^[5],其优势在于通过分析文章的国家/地区、作者、机构的分布以及词频可以掌握特定领域的研究热点和发展趋势^[6]。然而,目前从文献计量学的角度对我国的睡眠监测领域的研究现状、热点分析的论文数量有限。因此,本研究融合文献计量学和可视化技术,使用 CiteSpace 软件对中国知网(CNKI)数据库中有关睡眠监测的文献进行全面系统地分析和可视化展示,挖掘该领域的研究热点和趋势,旨在为今后开展相关研究提供参考。

1 资料与方法

1.1 数据来源 以 CNKI 数据库为文献来源,采用专业检索的模式,检索式为:SU%='睡眠监测系统'+ '睡眠监测技术'+ '睡眠监测仪'+ '睡眠监测设备'。纳入标准:时间为建库至 2023 年 6 月 30 日;期刊论文。排除标准:重复的文章、学术论文、会议论文、报纸、科技成果、字段缺失的文章。

1.2 方法 使用 CiteSpace 软件,通过分析文献信息

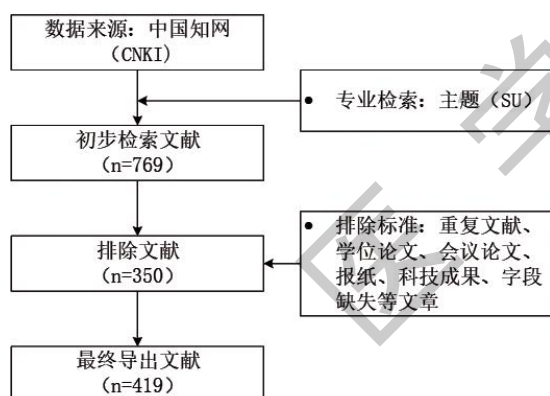


图 1 文献筛选流程图

的测度和相似性形成可视化知识图谱,快速梳理某一学科领域的文献^[7]。本研究使用 CiteSpace 5.7.R2 绘制作者合作、关键词的可视化图谱,在宏观上把握睡眠监测领域的研究热点和发展趋势^[8]。

2 结果

2.1 发文趋势分析 共纳入 419 篇文献,文献筛选流程图见图 1。从整体上看,睡眠监测研究的发文数量呈现上升趋势,其中 1995–2005 年总体文献数量偏少,2006–2011 年呈持续缓慢增长,2012 年后总体呈现出持续增长的态势,2022 年达到最高峰,为 41 篇,且该阶段发文数量的增幅高于前两个阶段,见图 2。

2.2 作者合作分析 使用 CiteSpace 软件绘制作者合作网络图谱,显示许多研究者都在关注该领域并形成了多个协作团队,以俞梦孙、韩德民、叶京英等形成的研究团队规模较大,分别来自空军航空医学研究所、首都医科大学附属北京同仁医院、清华大学,见图 3。俞梦孙是发文量最多的作者,发表了 9 篇文章,其次是杨军,发表了 6 篇文章,见表 1。

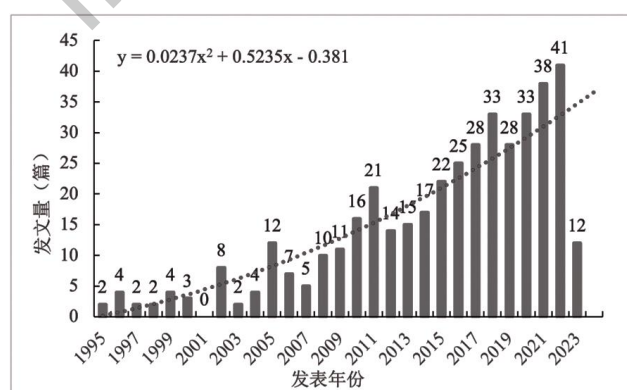


图 2 1995–2023 年睡眠监测研究发文趋势图

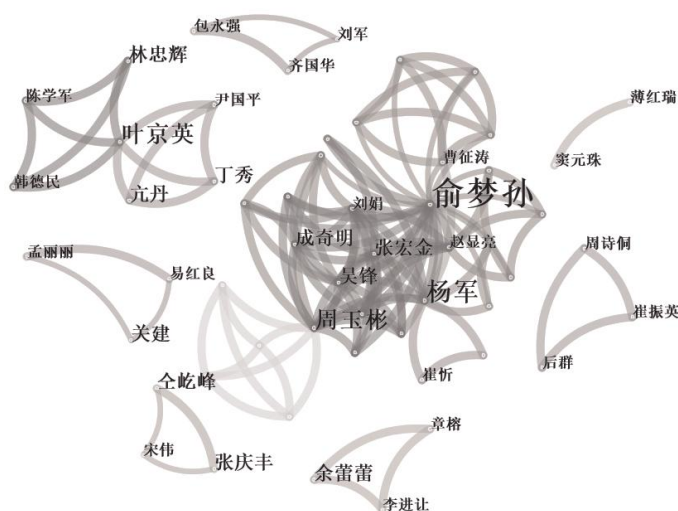


图 3 作者合作网络图谱

表 1 睡眠监测研究的发文作者信息

排名	作者	发文量(篇)	研究机构
1	俞梦孙	9	空军航空医学研究所
2	杨 军	6	空军航空医学研究所
3	韩德民	5	首都医科大学附属北京同仁医院
4	叶京英	4	清华大学
5	周玉彬	4	空军航空医学研究所
6	张庆丰	4	深圳大学总医院
7	章 榕	4	解放军总医院
8	仝屹峰	3	深圳大学总医院
9	成奇明	3	空军航空医学研究所
10	丁 秀	3	首都医科大学附属北京同仁医院

2.3 关键词共现 使用 CiteSpace 软件绘制睡眠监测研究关键词共现图谱, 见图 4。表 2 统计了频次前 10 的关键词, 可见阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征、睡眠监测、多导睡眠监测仪、多导睡眠监测、睡眠呼吸暂停、便携式睡眠监测仪等为出现频率较高的关键词, 成为目前睡眠监测研究领域主要的内容和热点。同时它们也是中介中心性较强的关键词, 一般而言, 当节点的中介中心性 ≥ 0.1 时, 该节点可被定义为关键节点^[9]。并且节点的中介中心性越高, 表明传播影响力越大。根据统计结果中介中心性最高前 5 位关键词依次为阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征 (0.49)、睡眠监测 (0.43)、多导睡眠监测仪 (0.19)、多导睡眠监测 (0.18), 以及睡眠呼吸暂停 (0.11) 和便携式睡眠监测仪 (0.11) 并列第 5。

2.4 关键词聚类时间线 利用 CiteSpace 软件可视化展现我国睡眠监测领域的研究主题的变化过程, 聚

类标签包括 #0 睡眠监测、#1 睡眠呼吸暂停、#2 多导睡眠监测、#3 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征、#4 呼吸暂停、#5 睡眠障碍、#6 多导睡眠监测仪、#7 便携式睡眠监测仪、#8 睡眠监测仪、#9 单片机、#10 生命体征, 为该领域研究的核心热点。同时, 分析出监测技术从传统单一的传感器发展至使用光电容积法、生物雷达、人工智能等技术监测睡眠; 监测设备由使用复杂的设备发展至可以通过智能手机或手环等便携的可移动的设备对睡眠数据进行记录和分析; 监测环境从开始的只能在实验室或医疗机构扩展到可以在家庭环境下进行舒适的监测; 睡眠监测仪的应用人群也由单一的阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征患者逐渐应用于监测心血管疾病患者、帕金森病患者的睡眠数据, 辅助疾病的治疗; 监测目的也从仅关注被监测者的睡眠质量发展至越来越关注为被监测者提供个性化的睡眠管理和反馈, 见图 5。



图 4 关键词共现图谱

表 2 睡眠监测研究的高频关键词

排名	关键词	频次	中介中心性	排名	关键词	频次	中介中心性
1	阻塞性睡眠呼吸暂停	109	0.43	6	阻塞性	26	0.04
	低通气综合征			7	便携式睡眠监测仪	23	0.11
2	睡眠监测	59	0.49	8	睡眠呼吸暂停综合征	23	0.05
3	多导睡眠监测仪	56	0.19	9	多导睡眠描记术	22	0.03
4	多导睡眠监测	48	0.18	10	护理	17	0.04
5	睡眠呼吸暂停	36	0.11				

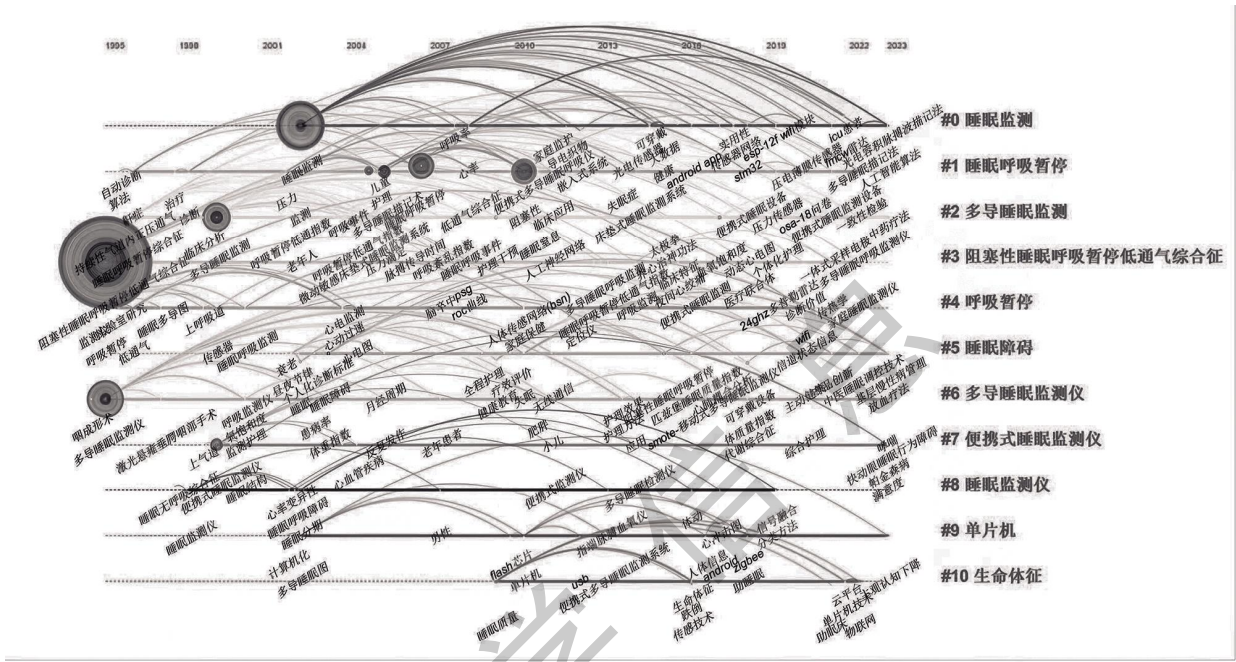


图 5 睡眠监测研究关键词聚类时间线图谱

3 讨论

3.1 我国睡眠监测研究处于快速发展阶段 近年来，睡眠监测研究领域的发文数量显著增加，提示该领域正在不断发展、逐渐成熟^[10]。《健康中国行动(2019–2030 年)》^[11]中指出将睡眠健康纳入主要行动指标，并正式提出我国的睡眠时长标准，被称为“睡眠国标”。并且我国科技部在国家科技重点研发项目中专门设立睡眠研究项目，支持开展睡眠科学研究。以上均表明了该研究领域已经进入国家政策引导下的热潮期。

3.2 加强学者与研究机构间的合作交流 通过分析研究作者与机构情况可知，存在合作的作者大多处于同一城市或机构，且作者间的合作行为与发文量存在一定的相关性。因此，建议该领域的学者进一步加强跨地区、跨机构及跨学科之间的合作，并且鼓励医疗机构、院校及公司之间加强合作，通过交叉学科的合作进一步提高国内睡眠监测研究的质量。

3.3 睡眠监测研究领域的热点与趋势 结合关键词共现和聚类时间线图谱可知，当前研究热点主要集中在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征、多导睡眠监测、便携式睡眠监测仪等研究领域。便携式睡眠监测设备受到广泛关注，其实现了在非专业医疗环境下的睡眠监测，提高了疾病的筛查和管理。穿戴式睡眠监测技术是睡眠监测技术中一个重要的组成部分^[12]。根据睡眠信号进行分类，包括大脑活动、心脏活动、脉搏、呼吸及肢体运动等。基于腕表/指环的监测技术主要是利用光电容积脉搏波描记法(photo plethysmography, PPG)，是通过光电手段在活体组织中检测血液容积变化的一种无创检测方法，在当前家用睡眠监测技术市场中已经占据主导地位，成为当前热门的研究方向^[13]。PPG 可运用于人体血液、心脏和呼吸相关参数的无创检测，目前已被应用于临床中，如监护仪中对血氧和心率的检测正是使用该项技术^[14]；日常中使用的智能腕表及手环等此类便

便携式设备也是通过 PPG 对使用者的体动、心率、血氧等参数进行监测,从而进一步评估睡眠质量,并通过手机应用程序提供睡眠分析和建议。胸带式睡眠监测是通过佩戴在胸部的胸带或带状设备,使用呼吸传感器监测呼吸活动和频率,从而评估使用者的睡眠质量^[15]。

非穿戴式睡眠监测对于危重患者、婴幼儿及不适合穿戴设备的人群优势显著^[16,17]。生物雷达监测技术具有非侵入性、不易干扰、成本低等优点,越来越受到学者们的关注^[18]。雷达监测设备是通过检测呼吸频率计算快速眼动睡眠和睡眠的分期,经皮肤红外探测方法可监控使用者的血氧饱和度、心率等;由于其检测过程无需接触使用者的身体,减少了因传感器接触身体而干扰到使用者睡眠,也降低了发生交叉感染的概率。目前,该技术已能满足阻塞性睡眠呼吸暂停监测及家庭监测的能力,缺点是缺乏监测脑电图的传感器,因此其相关性有待探究。床垫式睡眠监测技术是通过在床垫中安装压力或压电传感器,实现对呼吸和心跳等参数进行无扰式监测,也已成为了目前热门研究领域^[19]。床单式睡眠监测技术是通过织物传感器监测人体睡眠数据,但目前该技术仍在临床使用阶段,在未来有望能普及大众^[20]。人工神经网络(artificial neural network, ANN)是目前最受欢迎的人工智能技术之一,可以通过分析用户睡眠参数,帮助医生更准确地诊断和治疗睡眠障碍,在睡眠监测系统的发展中具有重要的潜在价值^[21]。

综上所述,我国睡眠监测领域研究文献发文量正稳步增加,但还应提高研究的广度和深度,以及加强研究机构间的合作。本研究也存在一定的局限,仅对 CNKI 数据库中的文献进行全面分析,缺乏对英文数据库中相关文献的分析。在“健康中国”战略的大背景下,随着人工智能、睡眠监测技术和设备的智能化和多元化发展,对睡眠数据和监测技术的进一步探索将为远程医疗的发展做出重要贡献。此外,睡眠监测技术也正逐渐从医疗应用过渡到健康产业领域,未来具有巨大的发展潜力和应用价值。

参考文献:

- [1]张颖,黄蓉.主动健康在睡眠中的应用概况[J].中国医刊,2020,55(6):599-603.
- [2]盛嘉伟,王娟.三甲医院临床护士睡眠质量与焦虑抑郁的相关性[J].护理学杂志,2021,36(22):16-18.
- [3]王俊秀,张衍,刘洋洋.中国睡眠研究报告(2022)[M].北京:社会科学文献出版社,2022.
- [4]Marouf M,Vukomanovic G,Saranovac L,et al.Multi-purpose ECG telemetry system[J].Biomed Eng Online,2017,16(1):80.

- [5]Merigo JM,Cancino CA,Cornado F,et al.Academic research in innovation: a country analysis [J].Scientometrics,2016,108(2):559-593.
- [6]崔庆宏,王广斌,刘潇,等.2008-2017 年国内 BIM 技术研究热点与演进趋势[J].科技管理研究,2019,39(4):197-205.
- [7]Chen C.CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature [J].J Am Soc Inf Sci,2006,57(3):359-377.
- [8]杨倩.常见文献计量学工具的分析功能比较研究[J].情报探索,2021(10):87-93.
- [9]房鑫,周秀玲,刘琳,等.基于 CiteSpace 中医药治疗小儿肺炎喘嗽的可视化分析[J].中医药导报,2023,29(2):140-146.
- [10]高风,郭丽君,张宏伟,等.基于 VOSviewer 和 CiteSpace 中医药领域细胞焦亡的知识图谱分析[J].中国中药杂志,2023,48(4):1098-1107.
- [11]健康中国行动推进委员会.《健康中国行动(2019—2030 年)》[EB/OL].(2019-07-15) [2023-11-05].https://www.gov.cn/xinwen/2019-07/15/content_5409694.htm.
- [12]De Zambotti M,Cellini N,Goldstone A,et al.Wearable Sleep Technology in Clinical and Research Settings[J].Med Sci Sports. Exerc,2019,51(7):1538-1557.
- [13]Wójcikowski M,Pankiewicz B.Photoplethysmographic Time-Domain Heart Rate Measurement Algorithm for Resource-Constrained Wearable Devices and its Implementation[J].Sensors,2020,20(6):1783.
- [14]汪雄,陈玉林,张恒亮,等.光电容积脉搏波描记法(PPG)测试足球运动员赛时心率的准确性研究[J].电子世界,2018(17):58,60.
- [15]Ramírez J,Rodriguez D,Urbina AD,et al.Combining high sensitivity and dynamic range:Wearable thin-film composite strain sensors of graphene,ultrathin palladium,and pedot:PSS [J].ACS Appl Nano Mater,2019,2(4):2222-2229.
- [16]Maurya L,Kaur P,Chawla D,et al.Non-contact breathing rate monitoring in newborns: A review [J].Comput Biol Med,2021,132:104321.
- [17]Massaroni C,Nicolò A,Lo Presti D,et al.Contact-based methods for measuring respiratory rate[J].Sensors,2019,19(4):908.
- [18]刘怡,房芳,魏永祥.生物雷达技术在阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征中的应用及研究进展[J].中华耳鼻咽喉头颈外科杂志,2021,56(4):404-408.
- [19]戴凤智,芦鹏,朱宇璇.基于多传感器的睡眠监测与评估系统设计[J].国外电子测量技术,2022,41(4):126-133.
- [20]高玥,孟粉叶,童杨,等.基于柔性纺织传感器的睡眠质量监测技术[J].纺织导报,2023(3):87-88,90-93.
- [21]刘麟,占顺堂,王克伟,等.基于改进 BP 神经网络模型的阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征发病率预测[J].国际感染病学(电子版),2019,8(4):1-3.

收稿日期:2023-11-13;修回日期:2023-12-22

编辑/杜帆