

全球耳鸣研究趋势与热点演变： 基于多数据库的多学科可视化 分析(2015~2024年)

周迎福, 张勤修*

成都中医药大学附属医院耳鼻喉科, 四川 成都

收稿日期: 2026年2月13日; 录用日期: 2026年3月6日; 发布日期: 2026年3月17日

摘要

耳鸣作为一种全球性的公共卫生问题, 其病理机制复杂且缺乏有效的治疗方法, 迫切需要对研究趋势进行系统分析以指导未来的研究方向。本研究基于Web of Science核心合集(SCI-E)和PubMed数据库, 检索了2015至2024年耳鸣相关的文献, 利用CiteSpace、R-bibliometrix和Excel等工具进行多维度分析。系统回顾了过去十年全球耳鸣领域的研究状况, 旨在全面阐述其知识结构、发展趋势和新兴研究前沿。

关键词

耳鸣, 热点, 趋势, 可视化分析, CiteSpace, 文献计量学

Global Trends and Hotspots Evolution of Tinnitus Research: A Multidisciplinary Visual Analysis Based on Multiple Databases (2015~2024)

Yingfu Zhou, Qinxiu Zhang*

Department of Otorhinolaryngology, Hospital of Chengdu University of Traditional Chinese Medicine, Chengdu
Sichuan

Received: February 13, 2026; accepted: March 6, 2026; published: March 17, 2026

*通讯作者。

文章引用: 周迎福, 张勤修. 全球耳鸣研究趋势与热点演变: 基于多数据库的多学科可视化分析(2015~2024年)[J]. 临床医学进展, 2026, 16(3): 2820-2830. DOI: 10.12677/acm.2026.1631084

Abstract

Tinnitus, as a global public health issue, has a complex pathological mechanism and lacks effective treatment methods. There is an urgent need to conduct a systematic analysis of research trends to guide future research directions. This study retrieved tinnitus-related literature from 2015 to 2024 based on the Web of Science Core Collection (SCI-E) and PubMed databases, and conducted multi-dimensional analysis using tools such as CiteSpace, R-bibliometrix, and Excel. It systematically reviewed the research status of the global tinnitus field over the past decade, aiming to comprehensively expound its knowledge structure, development trends, and emerging research frontiers.

Keywords

Tinnitus, Hotspots, Trends, Visualization, CiteSpace, Bibliometrics

Copyright © 2026 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

耳鸣是指在外部声源刺激的情况下对听觉的有意识感知[1], 患者自觉耳内或颅内异常声响, 如嗡嗡声、电流声、咔嚓声等。是目前广泛存在的常见病、多发病, 是一个普遍存在的公共卫生问题, 也是最常见的听力障碍之一。

耳鸣作为一种临床难治性慢性疾病, 其发病机制具有多因素特征, 主要风险因素涵盖年龄、听力损伤、噪声暴露史、耳部炎性病变或肿瘤性病变、耳毒性药物使用、头颈部创伤以及精神心理共病(如焦虑障碍与抑郁症)等[2]。该病症对患者生存质量产生显著负面影响, 其临床表现包括持续性情绪障碍(如焦虑、易激惹)、失眠、听觉过敏综合征及认知功能损害等多维度症状群, 严重者可进展为自杀倾向[3]。基于全球耳鸣流行病学研究数据显示[4], 成年人群耳鸣患病率达 14.4%, 且患病率随着年龄增长和噪音暴露而增加, 累计影响全球约 7.4 亿人, 造成公共卫生系统和社会经济资源的双重负担。然而, 根据现有证据得出的结论是, 目前还没有专门的药物治疗耳鸣, 并且引起耳鸣发生的神经活动的确切机制和模式仍不完全清楚[5][6]。鉴于疾病负担持续加重, 因此迫切需要开展更多高质量的研究, 以阐明其病理生理网络, 并基于精准医疗开发更有效的治疗方案。遗憾的是, 尽管有关耳鸣发病机制和治疗方法的研究众多, 但对这一领域的热点和前沿问题却缺乏分析。这阻碍了研究人员迅速掌握该领域的最新趋势和前沿进展。

文献计量分析是一种使用统计数据对已发表信息(如书籍、期刊文章、数据集、博客)及其相关元数据(如摘要、关键词、引用)进行定量研究的科学方法[7][8]。作为一种揭示科研规律、优化资源分配的重要工具, 其核心目标是通过分析评估研究信息的数量、分布、引用关系、合作网络等特征, 从而揭示所选领域的发展规律、研究热点、发展趋势、学术影响力分布及知识传播路径等, 并可预测该领域未来的发展方向[9][10]。与传统的系统评价相比, 文献计量分析具有高效处理大数据、可视化与直观性、动态趋势捕捉、降低主观偏倚等独特优势。目前文献计量分析已经广泛应用于自然科学、社会科学和医学等多种领域。

由于耳鸣的确切机制尚不清楚, 且影响因素复杂, 耳鸣的研究涉及到了神经科学、心理学、听力学

等多个学科[11], 传统的综合评价难以全面覆盖其跨学科合作网络。此外, 耳鸣领域的研究趋势与热点演变研究相对较少。本文通过文献计量分析法对过去 10 年与耳鸣研究相关的文章进行可视化分析, 提供全球研究格局的当代全面概述, 弥补了这一关键的知识空白, 从而为未来的研究指明方向。

2. 材料和方法

2.1. 数据源和检索策略

我们使用 Web of Science 核心合集(WoS)中的科学引文索引扩展(SCI-E)进行数据检索。检索策略设置为: 主题 = “Tinnitus”, 引文索引 = Science Citation Index Expanded (SCI-E), 时间设定为 2015 年至 2024 年。我们获取了文献的完整记录, 内容包括: 出版年份、标题、摘要、关键词、作者、国家(地区)、机构、期刊、参考文献和引文的信息。鉴于相关数据均源自公开数据库, 故无需涉及伦理审查, 因此本研究未进行伦理申请的提交。此外, 我们排除了以下文献类型, 包括: 综述论文、社论材料、信函、在线发表、会议摘要、会议录论文、书籍章节、修订、新闻、被撤稿的出版物、再版、书籍评论、书目项目、已撤销的发布, 以及非英文文章。由于 WoS 未明确提供相关临床试验信息, 为确保数据的全面性, 本研究另行检索了 PubMed 数据库。删除重复条目后, 剩余文献以纯文本格式保存, 引用文献导出为完整记录。临床试验结果则以 PubMed 格式导出。

2.2. 数据统计分析

我们将 WoS 中获取的数据源导出为纯文本文件, 数据分析使用 R-bibliometrix (版本 4.3.3)、CiteSpace (版本 6.1.R6)和 Microsoft Excel 2016 进行[12] [13]。我们基于 R 语言 bibliometrix 程序包, 采用混合式文献计量策略解析耳鸣领域的知识演化路径, 系统性构建了多维知识图谱。

3. 耳鸣研究早期重点关注的领域

3.1. 共被引文献分析

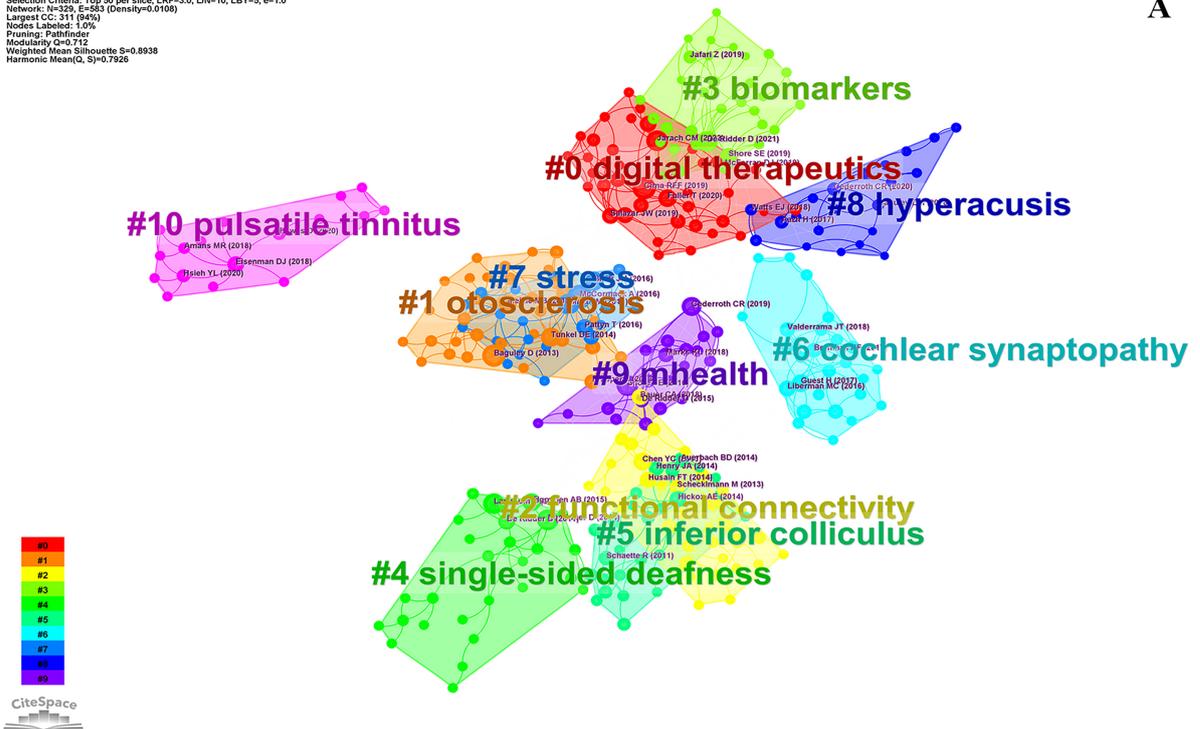
我们用 Citespace 对参考文献进行分析, 将节点设置为参考文献, 其他设置默认。对共被引文献进行可视化网络构建和聚类分析, 共识别出 12 个聚类, 聚类的模块化系数为 0.712 (>0.3), 聚类的平均轮廓值为 0.8938 (>0.7), 网络结构清晰, 表明聚类结构非常显著且聚类效果令人信服。我们取 size 较大的前 11 个聚类进行分析, 如图 1(A)所示, 轮廓值均高于 0.7, 表明聚类内部主题一致性较高, 分类合理。其中最大的聚类为“数字疗法”。时间线图显示(见图 1(B)), “耳硬化症”、“功能连接”、“单侧失聪”和“下丘脑”为耳鸣研究的早期领域, 而当前的热点领域为“数字疗法”、“生物标志物”、“过度听觉敏感”和“搏动性耳鸣”。

3.2. 关键词分析

我们运用 Citespace 和 R-bibliometrix 对数据源中 4693 篇文章的关键词进行分析, 可视化网络构建和聚类分析。关键词共现分析显示(见图 2), 频次最高的“患病率”、“听力损失”、“耳鸣”形成强关联三角区, 提示近年来耳鸣的流行病学特征(患病率)、与听力损失的关联性为耳鸣研究领域的核心议题。关键词聚类分析共识别出 5 个聚类, 聚类的模块化系数为 0.4653 (>0.3), 聚类的平均轮廓值为 0.7852 (>0.7), 聚类结构非常显著。根据关键词聚类时间线显示(见图 3), 耳鸣研究领域早期研究热点集中于“听觉皮层”、“人工耳蜗”和“生活质量”, 但随着研究领域逐渐成熟, 近 4 年来受到的关注显著降低。值得注意的是, “验证”和“搏动性耳鸣”是贯穿近 10 年耳鸣研究领域的热点, 受到广泛关注。

CiteSpace, v. 5.1.R6 (64-bit) Basic
 March 28, 2025 at 9:26:28 PM CST
 WoS: G:cydata\data
 Timespan: 2015-2024 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=3.0, LN=10, LBV=5, e=1.0
 Network: N=325, E=583 (Density=0.0108)
 Largest CC: 311 (94%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: Pathfinder
 Modularity Q=0.712
 Weighted Mean Silhouette S=0.8938
 Harmonic Mean(Q, S)=0.7926

A



CiteSpace, v. 5.1.R6 (64-bit) Basic
 April 13, 2025 at 2:56:49 PM CST
 WoS: G:cydata\data
 Timespan: 2015-2024 (Slice Length=1)
 Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=3.0, LN=10, LBV=5, e=1.0
 Network: N=325, E=583 (Density=0.0108)
 Largest CC: 311 (94%)
 Nodes Labeled: 1.0%
 Pruning: Pathfinder
 Modularity Q=0.712
 Weighted Mean Silhouette S=0.8938
 Harmonic Mean(Q, S)=0.7926

B

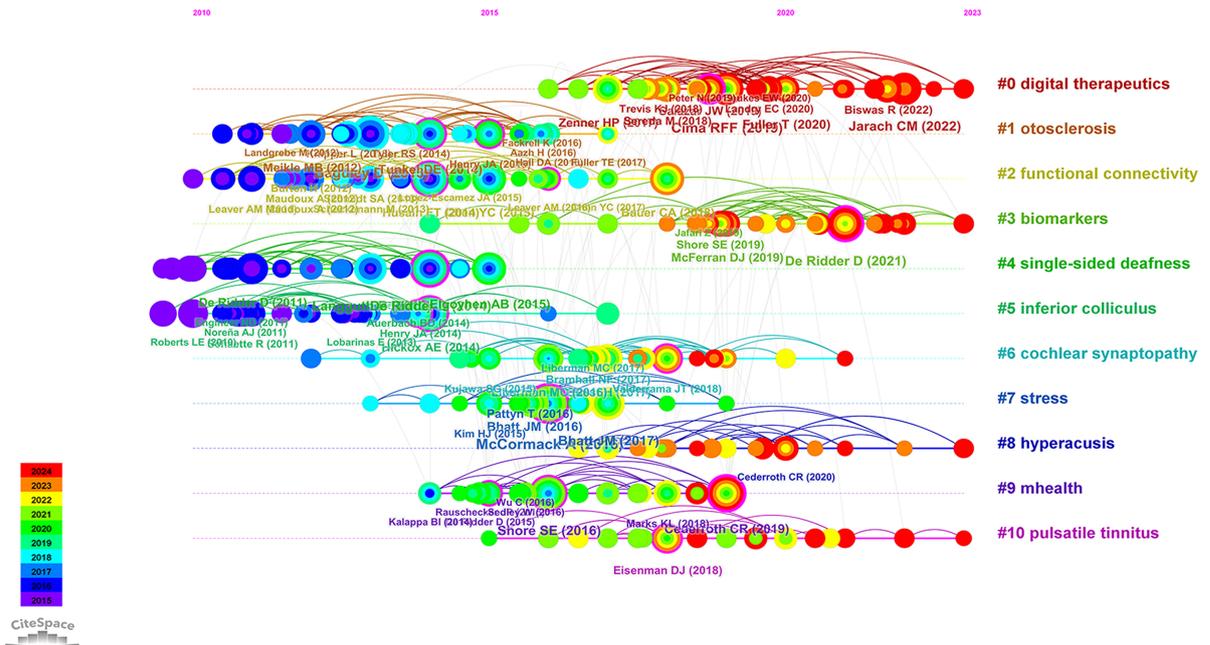


Figure 1. Visualization analysis of references. (A) Clustering of references; (B) Timeline visualization of the top 11 clusters
图 1. 参考文献的可视化分析。(A)参考文献的聚类图; (B)参考文献前 11 个聚类的时间线可视化图

“管理”及“机制”。2022 年后的新趋势转向“管理”、“效度”、“新冠肺炎”、“设备”、“失匹配负波”及“单侧听觉创伤”。

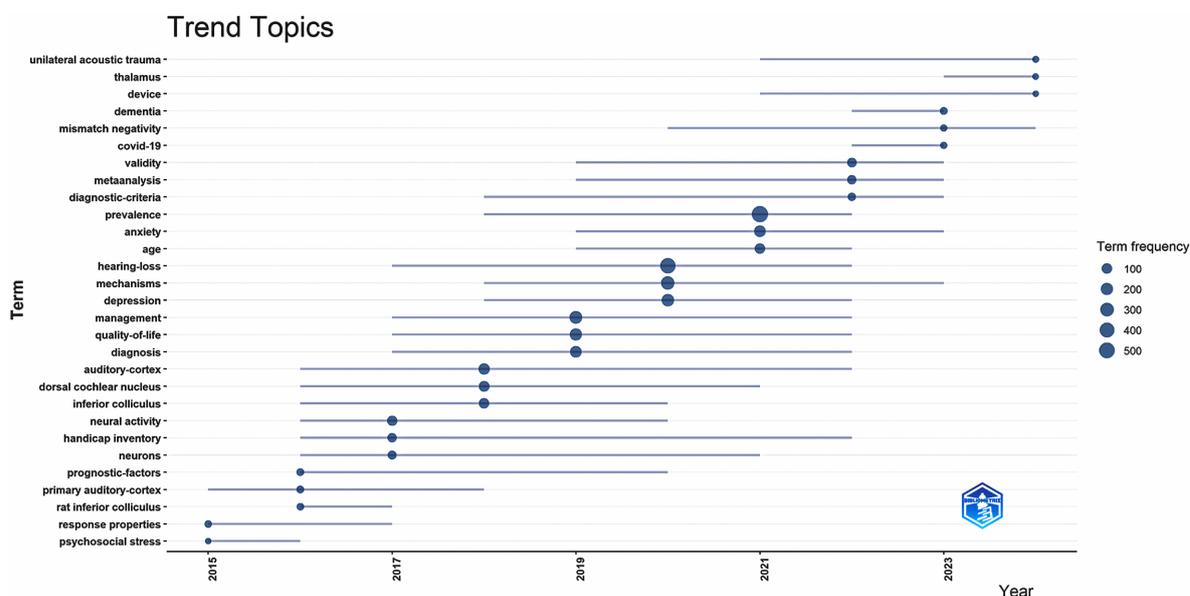


Figure 4. Trend topics in tinnitus research
图 4. 耳鸣研究主题趋势分布图

3.4. 临床进展分析

我们从 PubMed 数据库中共检索到了 246 项临床试验。我们筛选并提取了符合条件的 242 项临床试验。经统计分析, 约有 98 项临床试验与神经调控技术相关, 是近年来最庞大、最活跃的研究主题, 主要包括重复经颅磁刺激(rTMS)以及经颅直流电刺激(TDCS)治疗耳鸣等方向。其次, 约有 49 项临床试验与耳鸣的声音疗法相关。此外, 与耳鸣的认知行为疗法及心理治疗相关的临床试验约有 25 项。

4. 讨论

4.1. 热点及趋势

我们通过全面的文献计量学分析, 揭示了耳鸣研究的新兴研究热点和重点研究主题。研究发现表明, 该领域的前沿方向和重点研究主要集中在三大主题。首先, 随着数字健康技术的迅猛发展, 数字疗法正成为耳鸣管理领域一个充满前景的新范式。其次, 大量研究致力耳鸣治疗方法的有效性验证, 例如声音疗法、行为认知疗法以及神经调控技术等非侵入性干预手段, 为临床治疗方法的选择提供了更多科学依据。最后, 多学科交叉融合推动了耳鸣机制的深入解析, 为个体化精准治疗提供了理论支撑。

4.1.1. 数字疗法

耳鸣的数字疗法突破了传统疗法(如声治疗、认知行为疗法)在可及性、标准化和个性化方面的局限, 为全球数以亿计的耳鸣患者提供了低成本、高便捷性的非药物干预选择。首先, 基于智能手机的 App 是耳鸣数字疗法最直接的载体, 通过集成个性化的声音治疗方案、认知训练模块及症状追踪系统, 为患者定制智能化管理。例如 Justyna Jolanta Kutyla 等人研究发现, 基于智能手机应用程序进行声音治疗可以减轻耳鸣的严重程度, 特别是在情感领域有了改善[14]。Grant D Searchfield 等人通过一款流行的自助被

动声音治疗智能手机应用程序, 称为 White Noise Lite (WN), 对耳鸣患者进行试验发现, 数字疗法显示出对减少耳鸣的显著益处[15]。Usó Walter 等人在基于智能手机的慢性耳鸣 CBT 随机实验中发现, 使用该应用程序可显著降低耳鸣患者对压力、抑郁的感知[16]。Khodayar Goshtasbi 等人基于智能手机应用程序的耳鸣 cbt 和定制声音疗法, 对 92 名患者进行随机对照试验, 发现此疗法可有效减轻耳鸣患者的症状严重程度并改善焦虑、睡眠和情绪[17]。其次, 数字化认知行为疗法(CBT)通过结构化在线课程、实时情绪追踪与个性化反馈系统, 能够帮助患者识别并调整负面思维模式, 从而有效缓解耳鸣带来的焦虑与抑郁情绪, 提升患者对耳鸣的耐受能力[18]-[20]。此外, 数字技术与可穿戴设备的融合, 为耳鸣管理提供了全新的干预路径。此项技术的前景是通过结合实时生理信号监测与智能算法分析, 动态识别耳鸣发作的相关指标, 例如心率、脑电活动等[21]。最后, 耳鸣管理范式正经历一场由数字技术与人工智能(AI)深度融合驱动的革命。这一趋势的核心在于, 将移动医疗、可穿戴设备等数字平台作为实时、多维数据的采集端与干预执行端, 而 AI 则作为分析、决策与优化的“大脑”, 共同构建起一个动态、个性化的闭环管理系统[22][23]。综上所述, 耳鸣的数字疗法正处于一个以移动 App 为平台、以 AI 为智能引擎的快速发展阶段。它通过提供便捷、可及的标准化干预, 并利用数据驱动的方法实现前所未有的个性化水平, 彻底改变了耳鸣的管理模式。毋庸置疑, 数字疗法必将成为未来耳鸣综合诊疗体系中不可或缺的一环。

4.1.2. 有效性验证

耳鸣患者因其特殊的主观性与异质性, 临床治疗长期面临疗效异质性大的挑战[24]。近年来, 大量研究聚焦于声音疗法、行为认知疗法及神经调控等主流干预手段的有效性验证, 并逐步从传统单一治疗向个体化、多模态联合治疗范式转变, 为耳鸣精准诊疗提供了循证依据。例如 In-Ki Jin 等人通过纳入 58 名慢性耳鸣患者进行随机分组试验发现, 增加每日声音治疗的时长, 有助于提高耳鸣症状获得改善的概率[25]。Jan A A van Heteren 等人通过纳入 32 名使用人工耳蜗的耳鸣患者进行声治疗发现, 声治疗能够为一些耳鸣的人工耳蜗用户提供耳鸣缓解[26]。Chunli Liu 等人运用耳蜗交替声波束疗法(一种个性化声音疗法)对 60 名耳鸣患者进行随机对照研究, 发现此疗法可显著改善耳鸣相关症状和大脑活动[27]。Eldré W Beukes 等人通过基于互联网的 CBT 的疗效评估发现, 基于互联网的 CBT 在减少美国人群耳鸣不适方面有着积极作用[28]。Tianci Feng 等人通过将声音疗法和行为认知疗法结合, 并通过行为和脑电图进行评估发现, 二者结合比单独使用声音疗法或 CBT 更能有效改善耳鸣症状[29]。Beatrice Francavilla 等人通过将个性化声音疗法与低频和高频电磁波刺激相结合, 研究了一种针对慢性耳鸣的新型多模式治疗方法, 并通过对 55 名患者进行临床试验发现此方法可以明显改善患者耳鸣症状, 证实了其安全性和有效性[30]。综上所述, 当前耳鸣治疗方法有效性的验证研究, 正沿着从普适性方案到个体化精准医疗、从单一模态到多模态整合的路径不断深化。未来的研究重点将更加强调基于生物标志物的患者分型、长效随访数据的积累, 以及真实世界研究与传统随机对照试验的互补, 以期最终为每一位耳鸣患者提供最具针对性的有效治疗方案。

4.1.3. 多学科融合

近年来, 耳鸣机制研究取得了从“耳”到“脑”的范式转变, 这一深刻变革主要得益于神经科学、心理学、分子生物学及计算科学等多学科的交叉融合。研究共识已超越传统的“耳蜗起源说”, 将耳鸣理解为一种涉及听觉通路、边缘系统及默认模式网络等多脑区交互的复杂中枢性网络障碍。首先, 神经影像学与神经科学的贡献是这一转变的核心。通过功能磁共振、脑电图和脑磁图等技术, 研究者能够无创地窥探耳鸣大脑的“静态”结构与“动态”活动。Kehui Ren 等人的研究报告指出, 耳鸣患者不仅表现出初级听觉皮层的重组, 更关键的是存在边缘系统(如杏仁核、前扣带回)与默认模式网络(DMN)(如后扣带回皮层)的过度活跃与功能连接增强[31][32]。这有力解释了为何耳鸣的感知强度与其引发的情绪异常相

关, 将耳鸣机制从单纯的听觉感知问题, 提升为感知-情绪共病的整合模型。其次, 分子生物学与遗传学的介入, 则为理解耳鸣的易感性与慢性化提供了微观视角。学科交叉研究发现, 中枢神经系统的突触可塑性变化, 特别是谷氨酸能兴奋与 γ -氨基丁酸(GABA)抑制的失衡, 是耳鸣产生和维持的关键分子基础[33][34]。肿瘤坏死因子(TNF- α)和白细胞介素(IL-1 β)影响 N-甲基-D-天冬氨酸(NMDA)和 GABA 受体, 导致兴奋性增加和抑制性神经传递减少。这些变化会导致神经可塑性, 从而导致慢性耳鸣[35]。最后, 计算神经科学与医学的融合, 为整合多学科发现提供了理论框架。例如, 基于“预测编码”理论的计算模型越来越受到关注。该理论认为, 耳鸣是大脑在感觉输入减少(如听力损失)的情况下, 对内在听觉信号产生的一种错误、无法被抑制的知觉推断[36]。在此框架下, 听觉皮层的异常活动是对预测误差的过度解释, 而边缘系统的参与则源于其对这一错误信号显著性的评估[37][38]。这一模型巧妙地统一了从外周损伤到中枢代偿, 再到情绪认知评估的整个过程。综上所述, 多学科的交叉融合已彻底改变了我们对耳鸣机制的理解图景。这一融合趋势不仅深化了科学认知, 而且已成为耳鸣机制研究的核心驱动力。为建立基于机制分型的耳鸣精准诊疗体系提供更坚实的理论支撑。

4.2. 临床研究进展

通过对 PubMed 数据库中检索到的与耳鸣相关的 242 项临床试验进行分析, 我们得出了几个关键趋势和重点研究领域。首先, 神经调控技术占据主导地位, 其中 rTMS 和 TDCS 治疗耳鸣在临床试验中取得了可靠进展。例如, Patricia Ciminelli 等人发现使用高频、双侧、DMPFC rTMS 进行治疗可有效降低耳鸣严重程度和匹配的耳鸣响度[39]。Garret A Horton 等人通过测试发现没有创伤性脑损伤(TBI)病史的耳鸣患者比有 TBI 病史的耳鸣患者对低频 rTMS 的反应更好[40]。这表明了若依据耳鸣的具体病因施治, 治疗效果可能会更为理想。X-D Jia 等人通过 TDCS 联合耳鸣再训练疗法(TRT)治疗慢性耳鸣效果明显, 在很大程度上减轻了受试者耳鸣的严重程度[41]。Mariana Lopes Martins 等人发现针对左颞顶区(LTA)的阳极 tDCS (a-tDCS)对耳鸣的严重程度、烦恼和响度没有积极作用[42]。其次, 声音疗法取得精细化与个性化的突破。例如, Zhaopeng Tong 等人发现量身定制的缺口音乐训练(TMNMT)相比于耳鸣再训练疗法(TRT), 在减轻耳鸣响度及改善耳鸣相关情形障碍方面上似乎更有效[43]。此外, 认知行为疗法作为耳鸣管理的主流手段, 其研究从传统的面对面形式扩展到基于互联网的远程指导, 并证明了其有效性和可及性。例如, Eldré W Beukes 等人基于互联网的耳鸣认知行为疗法(ICBT)在欧洲显示出作为循证干预措施的前景, 通过试点研究, 证实了 ICBT 在美国治疗耳鸣的可行性[44]。综上所述, 近十年耳鸣的临床研究格局发生了深刻变化。临床研究重点已从单一的声学治疗或药物干预, 转向以神经调控技术为核心, 结合个性化声治疗、循证心理行为治疗及补充替代医学的综合化管理模式。未来的趋势将更加侧重于多模态干预、基于生物标志物的个性化治疗以及整合数字技术的远程康复方案。

尽管文献计量学指标清晰揭示了数字疗法和神经调控等领域的研究热点与强劲势头, 但有必要将这种科学势头与临床证据的成熟度进行审慎区分。当前, 耳鸣干预研究尤其面临患者高度异质性和显著安慰剂效应的挑战, 导致许多新兴疗法在早期试验中显示出潜力, 但其疗效的稳健性与普适性仍需通过更严格、更长期的 III/IV 期临床试验加以验证。因此, 将这些具有前景的研究趋势转化为可靠的临床实践, 关键在于推进基于机制的患者分层策略并采用严格的盲法对照设计。未来研究不仅应追踪文献发表数量, 还应关注证据等级的演变, 以弥合科学热点与临床实施之间的差距。

5. 局限与不足

我们的研究存在一些局限性。首先, 本分析的数据集来源于 WOSCC 和 PubMed 数据库, 未整合 Embase 和 Scopus 等主流医学数据库资源, 可能导致非英语国家或地区期刊的相关研究成果覆盖不足,

从而影响研究结果的全面性。然而, WOSCC 和 PubMed 数据库是国际公认的权威学术索引系统, 其文献筛选机制严格确保数据来源的学术价值。本研究纳入文献的规模已达到统计学显著水平, 能够真实反映耳鸣研究的发展轨迹及热点研究分布特征。其次, 我们仅聚焦英文文献可能遗漏了中文、德文和日文等重要非英语研究。特别是在耳鸣领域, 部分国家(如中国、日本)的临床实践与基础研究具有地域特征, 语言限制可能导致相关区域热点的代表性不足。最后需要指出的是, 由于学科趋势、期刊影响力及出版日期等多种因素的影响, 各类文献计量指标可能无法完全反映出出版物的学术价值。这些局限性可能会在分析中引入偏差。

6. 结论

这项文献计量分析通过 WoSCC 和 PubMed 数据库中的数据, 描绘了 2015 年至 2024 年全球耳鸣研究的演变格局和知识结构。该领域呈现出向数字化疗法、机制驱动的多模式干预以及个性化医疗发展的清晰趋势。对 WoSCC 文献的分析显示, 关键的研究重点集中在验证基于证据的干预措施以及对潜在机制的多学科探索上。与此同时, 来自 PubMed 的临床试验证实, 神经调节技术和个性化声音疗法是当前干预研究中最活跃和重要的领域。未来的工作应侧重于促进高质量的跨国合作, 以弥合研究数量与影响力之间的差距。强调将真实世界证据与基于生物标志物的患者分层相结合, 对于推进个性化治疗策略以及最终减轻全球耳鸣负担至关重要。

参考文献

- [1] Baguley, D., McFerran, D. and Hall, D. (2013) Tinnitus. *The Lancet*, **382**, 1600-1607. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(13\)60142-7](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60142-7)
- [2] Tang, D., Li, H. and Chen, L. (2019) Advances in Understanding, Diagnosis, and Treatment of Tinnitus. In: Li, H. and Chai, R., Eds., *Hearing Loss: Mechanisms, Prevention and Cure*, Springer, 109-128. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6123-4_7
- [3] Beukes, E.W., Maidment, D.W., Andersson, G., Fagleson, M.A., Heffernan, E. and Manchaiah, V. (2022) Development and Psychometric Validation of a Questionnaire Assessing the Impact of Tinnitus on Significant Others. *Journal of Communication Disorders*, **95**, Article ID: 106159. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2021.106159>
- [4] Jarach, C.M., Lugo, A., Scala, M., van den Brandt, P.A., Cederroth, C.R., Odone, A., et al. (2022) Global Prevalence and Incidence of Tinnitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Neurology*, **79**, 888-900. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2022.2189>
- [5] Wang, K., Tang, D., Ma, J. and Sun, S. (2020) Auditory Neural Plasticity in Tinnitus Mechanisms and Management. *Neural Plasticity*, **2020**, Article ID: 7438461. <https://doi.org/10.1155/2020/7438461>
- [6] Henton, A. and Tzounopoulos, T. (2021) What's the Buzz? The Neuroscience and the Treatment of Tinnitus. *Physiological Reviews*, **101**, 1609-1632. <https://doi.org/10.1152/physrev.00029.2020>
- [7] Ninkov, A., Frank, J.R. and Maggio, L.A. (2021) Bibliometrics: Methods for Studying Academic Publishing. *Perspectives on Medical Education*, **11**, 173-176. <https://doi.org/10.1007/s40037-021-00695-4>
- [8] Cooper, I.D. (2015) Bibliometrics Basics. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, **103**, 217-218. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.103.4.013>
- [9] Thompson, D.F. and Walker, C.K. (2015) A Descriptive and Historical Review of Bibliometrics with Applications to Medical Sciences. *Pharmacotherapy: The Journal of Human Pharmacology and Drug Therapy*, **35**, 551-559. <https://doi.org/10.1002/phar.1586>
- [10] Hassan, W. and Duarte, A.E. (2024) Bibliometric Analysis: A Few Suggestions. *Current Problems in Cardiology*, **49**, Article ID: 102640. <https://doi.org/10.1016/j.cpcardiol.2024.102640>
- [11] Dalrymple, S.N., Lewis, S.H. and Philman, S. (2021) Tinnitus: Diagnosis and Management. *American Family Physician*, **103**, 663-671.
- [12] Aria, M. and Cuccurullo, C. (2017) Bibliometrix: An R-Tool for Comprehensive Science Mapping Analysis. *Journal of Informetrics*, **11**, 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- [13] Chen, C. (2005) Citespace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature.

- Journal of the American Society for Information Science and Technology*, **57**, 359-377. <https://doi.org/10.1002/asi.20317>
- [14] Kutyba, J.J., Jędrzejczak, W.W., Gos, E., Raj-Koziak, D. and Skarzynski, P.H. (2022) Chronic Tinnitus and the Positive Effects of Sound Treatment via a Smartphone App: Mixed-Design Study. *JMIR mHealth and uHealth*, **10**, e33543. <https://doi.org/10.2196/33543>
- [15] Searchfield, G.D. and Sanders, P.J. (2022) A Randomized Single-Blind Controlled Trial of a Prototype Digital Polytherapeutic for Tinnitus. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article 958730. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.958730>
- [16] Walter, U., Pennig, S., Kottmann, T., Bleckmann, L., Röschmann-Doose, K. and Schlee, W. (2023) Randomized Controlled Trial of a Smartphone-Based Cognitive Behavioral Therapy for Chronic Tinnitus. *PLOS Digital Health*, **2**, e0000337. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000337>
- [17] Goshtasbi, K., Tawk, K., Khosravi, P., Abouzari, M. and Djalilian, H.R. (2024) Smartphone-Based Cognitive Behavioral Therapy and Customized Sound Therapy for Tinnitus: A Randomized Controlled Trial. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, **134**, 125-133. <https://doi.org/10.1177/00034894241297594>
- [18] Biagiante, B., Foti, G., Di Liberto, A., Bressi, C. and Brambilla, P. (2023) CBT-Informed Psychological Interventions for Adult Patients with Anxiety and Depression Symptoms: A Narrative Review of Digital Treatment Options. *Journal of Affective Disorders*, **325**, 682-694. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.01.057>
- [19] Harty, S., Enrique, A., Akkol-Solakoglu, S., Adegoke, A., Farrell, H., Connon, G., et al. (2023) Implementing Digital Mental Health Interventions at Scale: One-Year Evaluation of a National Digital CBT Service in Ireland. *International Journal of Mental Health Systems*, **17**, Article No. 29. <https://doi.org/10.1186/s13033-023-00592-9>
- [20] Landry, E.C., Sandoval, X.C.R., Simeone, C.N., Tidball, G., Lea, J. and Westerberg, B.D. (2020) Systematic Review and Network Meta-Analysis of Cognitive and/or Behavioral Therapies (CBT) for Tinnitus. *Otology & Neurotology*, **41**, 153-166. <https://doi.org/10.1097/mao.0000000000002472>
- [21] Searchfield, G.D., Sanders, P.J., Dohorjeh, Z., Dohorjeh, M., Boldu, R., Sun, K., et al. (2021) A State-of-Art Review of Digital Technologies for the Next Generation of Tinnitus Therapeutics. *Frontiers in Digital Health*, **3**, Article 724370. <https://doi.org/10.3389/fdgh.2021.724370>
- [22] Shoushtarian, M., Alizadehsani, R., Khosravi, A., Acevedo, N., McKay, C.M., Nahavandi, S., et al. (2020) Objective Measurement of Tinnitus Using Functional Near-Infrared Spectroscopy and Machine Learning. *PLOS ONE*, **15**, e0241695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241695>
- [23] Rodrigo, H., Beukes, E.W., Andersson, G. and Manchaiah, V. (2021) Exploratory Data Mining Techniques (Decision Tree Models) for Examining the Impact of Internet-Based Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus: Machine Learning Approach. *Journal of Medical Internet Research*, **23**, e28999. <https://doi.org/10.2196/28999>
- [24] Langguth, B., de Ridder, D., Schlee, W. and Kleinjung, T. (2024) Tinnitus: Clinical Insights in Its Pathophysiology-A Perspective. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, **25**, 249-258. <https://doi.org/10.1007/s10162-024-00939-0>
- [25] Jin, I., Choi, S., Ku, M., Sim, Y. and Lee, T. (2022) The Impact of Daily Hours of Sound Therapy on Tinnitus Relief for People with Chronic Tinnitus: A Randomized Controlled Study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, **65**, 3079-3099. <https://doi.org/10.1044/2022.jslhr-21-00651>
- [26] van Heteren, J.A.A., Arts, R.A.G.J., Killian, M.J.P., Assouly, K.K.S., van de Wauw, C., Stokroos, R.J., et al. (2020) Sound Therapy for Cochlear Implant Users with Tinnitus. *International Journal of Audiology*, **60**, 374-384. <https://doi.org/10.1080/14992027.2020.1832266>
- [27] Liu, C., Zhang, J., Qi, Z., Yue, W., Yuan, Y., Jiang, T., et al. (2024) Therapy Effect of Cochlear Alternating Acoustic Beam Therapy versus Traditional Sound Therapy for Managing Chronic Idiopathic Tinnitus Patients. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 5900. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55866-0>
- [28] W Beukes, E., Andersson, G., Fagelson, M. and Manchaiah, V. (2022) Internet-Based Audiologist-Guided Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus: Randomized Controlled Trial. *Journal of Medical Internet Research*, **24**, e27584. <https://doi.org/10.2196/27584>
- [29] Feng, T., Wang, M., Xiong, H., Zheng, Y. and Yang, H. (2020) Efficacy of an Integrative Treatment for Tinnitus Combining Music and Cognitive-Behavioral Therapy—Assessed with Behavioral and EEG Data. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, **14**, Article 12. <https://doi.org/10.3389/fnint.2020.00012>
- [30] Francavilla, B., Marzocchella, G., Alagna, A., Tilotta, S., Di Leo, E., Omer, G.L., et al. (2024) Personalized Sound Therapy Combined with Low and High-Frequency Electromagnetic Stimulation for Chronic Tinnitus. *Journal of Personalized Medicine*, **14**, Article 912. <https://doi.org/10.3390/jpm14090912>
- [31] Ren, K., Liu, H., Wang, Y., Zhang, W., Yang, T. and Xu, L. (2023) [Progress in Neural Network Mechanism of Tinnitus Using Functional Magnetic Resonance Imaging]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology, Head, and Neck Surgery*, **37**, 582-587.
- [32] Fan, X., Song, Y. and Ma, F. (2020) [The Physiological Function of Cingulate Cortex and Its Role in the Mechanism of

- Tinnitus]. *Journal of Clinical Otorhinolaryngology, Head, and Neck Surgery*, **34**, 1141-1144.
- [33] Isler, B., von Burg, N., Kleinjung, T., Meyer, M., Stämpfli, P., Zölch, N., *et al.* (2022) Lower Glutamate and GABA Levels in Auditory Cortex of Tinnitus Patients: A 2D-JPRESS MR Spectroscopy Study. *Scientific Reports*, **12**, Article No. 4068. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-07835-8>
- [34] Miranda, V., Castiglioni, S. and Maier, J.A. (2025) Neuroplasticity and Tinnitus: The Role of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Pathogenesis and Treatment. *Frontiers in Neuroscience*, **19**, Article 1620894. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1620894>
- [35] Mennink, L.M., Aalbers, M.W., van Dijk, P. and van Dijk, J.M.C. (2022) The Role of Inflammation in Tinnitus: A Systematic Review and Meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, **11**, Article 1000. <https://doi.org/10.3390/jcm11041000>
- [36] De Ridder, D., Vanneste, S. and Freeman, W. (2014) The Bayesian Brain: Phantom Percepts Resolve Sensory Uncertainty. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **44**, 4-15. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.04.001>
- [37] Sedley, W., Friston, K.J., Gander, P.E., Kumar, S. and Griffiths, T.D. (2016) An Integrative Tinnitus Model Based on Sensory Precision. *Trends in Neurosciences*, **39**, 799-812. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2016.10.004>
- [38] Mohan, A., Luckey, A., Weisz, N. and Vanneste, S. (2022) Predisposition to Domain-Wide Maladaptive Changes in Predictive Coding in Auditory Phantom Perception. *NeuroImage*, **248**, Article ID: 118813. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.118813>
- [39] Ciminelli, P., Machado, S., Palmeira, M., Coutinho, E.S.F., Sender, D. and Nardi, A.E. (2020) Dorsomedial Prefrontal Cortex Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for Tinnitus: Promising Results of a Blinded, Randomized, Sham-Controlled Study. *Ear & Hearing*, **42**, 12-19. <https://doi.org/10.1097/aud.0000000000000908>
- [40] Horton, G.A., Ibrahim, O., Jansen, M., Trier, J., Milev, R. and Beyea, J.A. (2021) Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation for the Treatment of Chronic Tinnitus: A Preliminary Study of the Influence of Traumatic Brain Injury on Treatment Response. *The International Tinnitus Journal*, **25**, 51-58. <https://doi.org/10.5935/0946-5448.20210011>
- [41] Jia, X.D., Li, Y.K., Xie, C.C., Ding, X.L., Ding, S.G. and Liu, H.J. (2024) Effects of Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Tinnitus Retraining Therapy on Sleep Disorders in Patients with Chronic Tinnitus. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, **28**, 1768-1776.
- [42] Martins, M.L., Galdino, M.K.C., Silva, D.S.F., Valença, E.C.D., Braz dos Santos, M., de Medeiros, J.F., *et al.* (2024) Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Tinnitus Modulation: A Randomized, Double-Blind, and Placebo-Controlled Clinical Trial. *Neurophysiologie Clinique*, **54**, Article ID: 103020. <https://doi.org/10.1016/j.neucli.2024.103020>
- [43] Tong, Z., Deng, W., Huang, X., Dong, H., Li, J., Zhao, F., *et al.* (2022) Efficacy of Tailor-Made Notched Music Training versus Tinnitus Retraining Therapy in Adults with Chronic Subjective Tinnitus: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Ear & Hearing*, **44**, 670-681. <https://doi.org/10.1097/aud.0000000000001318>
- [44] Beukes, E.W., Andersson, G., Fagelson, M. and Manchaiah, V. (2021) Audiologist-Supported Internet-Based Cognitive Behavioral Therapy for Tinnitus in the United States: A Pilot Trial. *American Journal of Audiology*, **30**, 717-729. https://doi.org/10.1044/2021_aja-20-00222