

2001—2023年干细胞治疗膝关节骨关节炎研究的文献计量学分析



李智卓^{1,2}, 杜瑞^{2,3}, 徐兴全^{1,2}, 蒋青^{1,2}

1. 南京大学医学院附属鼓楼医院骨科/运动医学与成人重建外科 (南京 210008)
2. 国家骨科与运动康复临床医学研究中心分中心 (南京 210008)
3. 徐州医科大学南京鼓楼临床学院骨科/运动医学与成人重建外科 (南京 210008)

【摘要】目的 分析干细胞治疗膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 研究现状、热点以及前沿。方法 检索 Web of Science 核心合集中关于干细胞治疗 KOA 的文献, 检索时限为 2001—2023 年, 通过 CiteSpace 软件对文献载文量、引用频次、作者分布、期刊分布、文献发表领域、关键词频次及聚类等进行可视化分析。结果 共纳入 2 420 篇文献, 干细胞治疗 KOA 的发文量及被引次数逐年增多, 2022 年达到顶峰。美国、中国和日本的发文量占总量的 50% 左右。发文量最多的机构来自中国浙江大学。主要发文作者包括 Sekiya Ichiro (29 篇)、Koga Hideyuki (24 篇)、Muneta Takeshi (16 篇) 等。主要发文期刊包括 *Osteoarthritis and Cartilage* (103 篇)、*International Journal of Molecular Sciences* (84 篇)、*American Journal of Sports Medicine* (74 篇) 等。人关节软骨细胞、膝骨关节炎、软骨修复、损伤、细胞外囊泡是 5 个主要的关键词聚类群。突现词由十年前的前交叉韧带、自体软骨细胞移植变化为近年来的细胞外囊泡和外泌体。结论 干细胞治疗 KOA 的研究热度持续上升, 近年来细胞外囊泡和外泌体等分子机制相关研究方向成为该领域的新兴焦点, 未来需进一步关注干细胞在软骨修复中的临床应用以及分子机制研究。

【关键词】干细胞; 膝关节骨关节炎; 文献计量; 研究热点; CiteSpace; 可视化分析

【中图分类号】R 684.3 **【文献标识码】**A

Bibliometric analysis of research on stem cell therapy for knee osteoarthritis from 2001 to 2023

LI Zhizhuo^{1,2}, DU Rui^{2,3}, XU Xingquan^{1,2}, JIANG Qing^{1,2}

1. Division of Sports Medicine and Adult Reconstructive Surgery, Department of Orthopedic Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital, The Affiliated Hospital of Nanjing University Medical School, Nanjing 210008, China

2. Branch of National Clinical Research Center for Orthopedics, Sports Medicine and Rehabilitation, Nanjing 210008, China

3. Division of Sports Medicine and Adult Reconstructive Surgery, Department of Orthopedic Surgery, Nanjing Drum Tower Hospital, Affiliated Hospital of Medical School, Xuzhou Medical University, Nanjing 210008, China

Corresponding author: JIANG Qing, Email: qingj@nju.edu.cn

DOI: 10.12173/j.issn.1004-5511.202411101

基金项目: 国家自然科学基金重大研究计划 (92368201); 国家自然科学基金重大项目 (81991514)

通信作者: 蒋青, 博士, 主任医师, 博士研究生导师, Email: qingj@nju.edu.cn

【Abstract】Objective To analyze the current status, hot topics, and frontiers of stem cell therapy research for knee osteoarthritis (KOA). **Methods** English literatures on stem cell therapy for KOA published from 2001 to 2023 were retrieved from the Web of Science Core Collection. CiteSpace software was employed to visually analyze publication volume, citation frequency, author distribution, journal of publication, field distribution, keyword frequency, and clustering. **Results** A total of 2,420 articles were included in the analysis. The number of publications and citations related to stem cell therapy for KOA had shown a consistent annual increase, peaking in 2022. The publications of the United States, China, and Japan accounted for approximately 50% of the total publications. Zhejiang University in China was the institution with the highest publication volume. The most prolific authors included Sekiya Ichiro (29 articles), Koga Hideyuki (24 articles), and Muneta Takeshi (16 articles). The top three journals were *Osteoarthritis and Cartilage* (103 articles), *International Journal of Molecular Sciences* (84 articles), and *American Journal of Sports Medicine* (74 articles). The five main keyword clusters identified were human articular chondrocyte, KOA, cartilage repair, injury, and extracellular vesicles. The emergence words has changed from anterior cruciate ligament and autologous chondrocyte implantation ten years ago to extracellular vesicles and exosomes in recent years. **Conclusion** The research on stem cell therapy for KOA continues to rise, and in recent years, molecular mechanisms related to extracellular vesicles and exosomes have become emerging focuses in this field. In the future, further attention needs to be paid to the clinical application of stem cells in cartilage repair and molecular mechanism research.

【Keywords】 Stem cells; Knee osteoarthritis; Bibliometrics; Research hotspots; CiteSpace; Visual analysis

膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis, KOA) 是一种常见的退行性关节疾病, 主要影响老年群体, 全球患病率逐年上升^[1-2]。随着人口的增加及老龄化加剧, KOA 已成为影响全球公共健康的主要问题之一^[3], 美国约有 3 200 万人、全球超过 2.4 亿人患有 KOA^[4]。其病理特征为关节软骨退化, 伴有软骨下骨改变和慢性滑膜炎, 患者出现关节疼痛、僵硬和功能障碍^[5]。目前, KOA 的传统治疗方法包括药物治疗、物理治疗以及外科手术, 但这些方法无法逆转软骨退化, 只能暂时缓解症状^[6]。近年来, 随着再生医学的发展, 干细胞治疗作为一种具有潜力的创新疗法受到广泛关注^[7]。干细胞, 尤其是间充质干细胞 (mesenchymal stem cells, MSCs), 具有良好的自我更新和多向分化潜能, 被认为可以通过促进软骨再生和调节局部炎症反应, 有效延缓 KOA 的进展^[8]。由于其在膝关节软骨修复中的应用潜力, 越来越多的研究集中于探索干细胞治疗 KOA 的临床效果和分子机制^[7]。文献计量学是系统分析研究进展的一种方法, CiteSpace 可视化分析提供了一种高效、全面和直观的方法来识别研究热点和发展趋势, 生成易懂的可视化网络图谱, 能够揭示领域内的关键

节点和演变过程, 帮助研究人员迅速把握重要文献和发展趋势, 显著提高研究效率^[9]。本研究旨在借助 CiteSpace 可视化软件进行文献计量学分析, 回顾干细胞治疗 KOA 的发展历程, 厘清该领域的研究热点及发展趋势, 为干细胞治疗 KOA 的深入研究以及未来的临床应用提供指导和理论依据。

1 资料与方法

1.1 纳入与排除标准

纳入标准: ① Web of Science 核心数据库中已发表的干细胞治疗 KOA 的相关文献; ②研究类型和语言不限; ③发表时间为 2001 年 1 月 1 日至 2023 年 12 月 31 日。排除标准: ①研究内容与干细胞治疗 KOA 无关的文献; ②重复研究。

1.2 文献检索

计算机检索 Web of Science 核心数据库中干细胞治疗 KOA 相关文献, 检索时间为 2001 年—2023 年, 检索策略见框 1。

1.3 文献筛选与资料提取

使用 CiteSpace 软件进行文献去重, 2 名研究者根据纳入排除标准对检索到的文献标题、摘要和全文进行逐步阅读和筛选, 如有分歧与第 3 名

研究者协商。对纳入的文献进行资料提取，提取内容包括作者姓名、所在国家、发表年份、语言类型、文献类型、研究机构、关键字、被引情况和发表刊物等。

```
#1 stem cells OR cell, stem OR cells, stem OR stem cell OR
progenitor cells OR cell, progenitor OR cells, progenitor OR
progenitor cell OR mother cells OR cell, mother OR cells, mother
OR mother cell OR colony-forming unit OR colony forming unit
OR colony-forming units OR colony forming units
#2 osteoarthritis, knee OR knee osteoarthritis OR KOA OR
osteoarthritis of knee OR osteoarthritis of the knee
#3 #1 AND #2
```

框1 Web of Science检索策略
Box 1. Search strategy of Web of Science

1.4 统计学分析

利用 CiteSpace 6.1.6 软件以及 Web of Science 的文献分析检索功能分析干细胞治疗 KOA 的文献量、发文地区、研究机构、作者以及关键词等情况。从 Web of Science 数据库下载检索文献数据，并导入 CiteSpace 软件，时间范围设定为 2001 年 1 月至 2023 年 12 月，以 1 年为时间单位进行分段分析。采用 g 指数 (k=25) 筛选高影响力节点，同时兼顾低频但相关性较高的节点，从而全面分析逐年的动态变化趋势。完成配置后，使用 CiteSpace 生成显示各节点之间关系的网络图。通过分析网络图中节点和连线的颜色，了解关键词的时间序列及突现情况，揭示研究领域的热点和发展趋势。

2 结果

2.1 一般情况

从 Web of Science 数据库共检索到 2 651 篇文章。经去重并依据纳入与排除标准筛选后，最终

纳入 2 420 条干细胞治疗 KOA 的相关文献。

2.2 文献年载文量及引用频次分布

2001—2023 年干细胞治疗 KOA 研究文献的发表数量和引用频次均呈上升趋势，可大致分为三个阶段：第一阶段，研究起步阶段（2001—2011 年），载文量及引用频次较少；第二阶段（2011—2020 年）：快速发展阶段，年载文量及引用频次快速上升；第三阶段，稳定发展阶段（2020—2023 年）：载文量及引用频次相对稳定，虽然 2023 年发文量及引用频次有所回落，但此阶段发表文献的数量整体上仍表现出较高的水平，见图 1。同时，Web of Science 网页分析显示 2001—2023 年干细胞治疗 KOA 研究文献的 H-index 指数为 128，每篇平均引用次数为 37.07 次，被引频次总计为 40 660 次，去除自引的施引文献数为 38 520。

2.3 文献发表作者分布

干细胞治疗 KOA 相关研究排名前十的作者依次为 Sekiya Ichiro (29 篇)、Koga Hideyuki (24 篇)、Muneta Takeshi (16 篇)、Jorgensen Christian (15 篇)、Chahla Jorge (15 篇)、Maffulli Nicola (14 篇)、Cole Brian J (13 篇)、Filardo Giuseppe (13 篇)、Ozeki Nobutake (12 篇)、Tsuji Kunikazu (12 篇)，见图 2。

2.4 文献发表机构及期刊分布

干细胞治疗 KOA 相关研究排名前十的机构分别为浙江大学 (37 篇)、香港中文大学 (36 篇)、日本东京医科齿科大学 (35 篇)、上海交通大学 (32 篇)、四川大学 (31 篇)、北京大学 (31 篇)、美国拉什大学 (27 篇)、美国特殊外科医院 (26 篇)、美国梅奥诊所 (25 篇) 和中山大学 25 (篇)，见图 3。

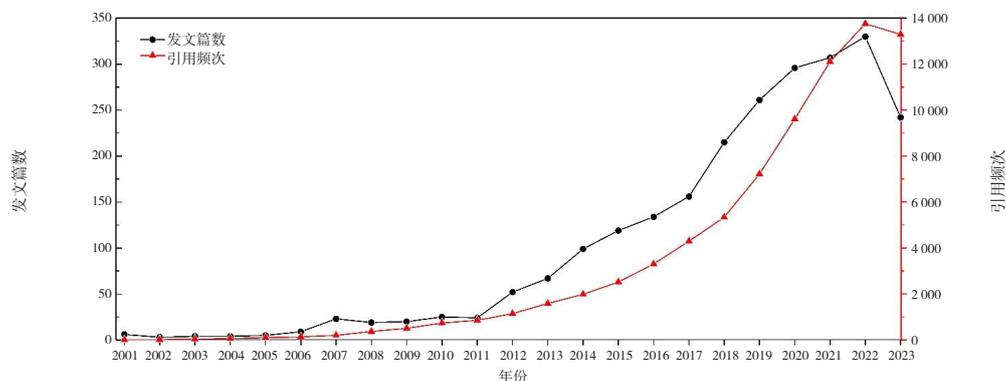


图1 2001—2023年干细胞治疗KOA研究发文量和引用频次

Figure 1. Publication volume and citation frequency of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

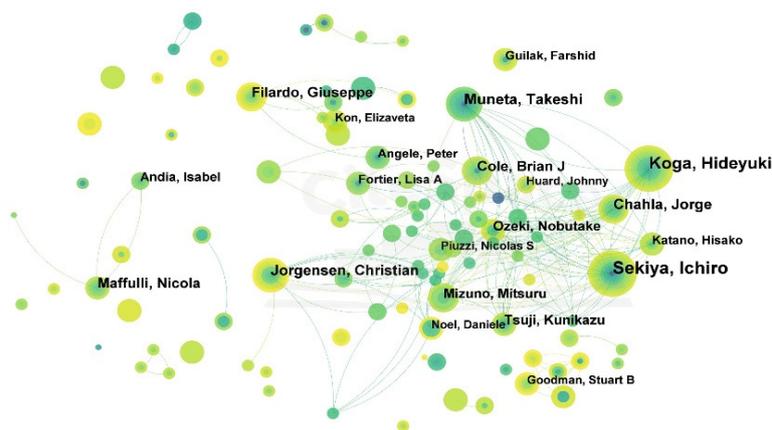


图2 2001—2023年干细胞治疗KOA研究作者分布情况

Figure 2. Results of authorship analysis of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

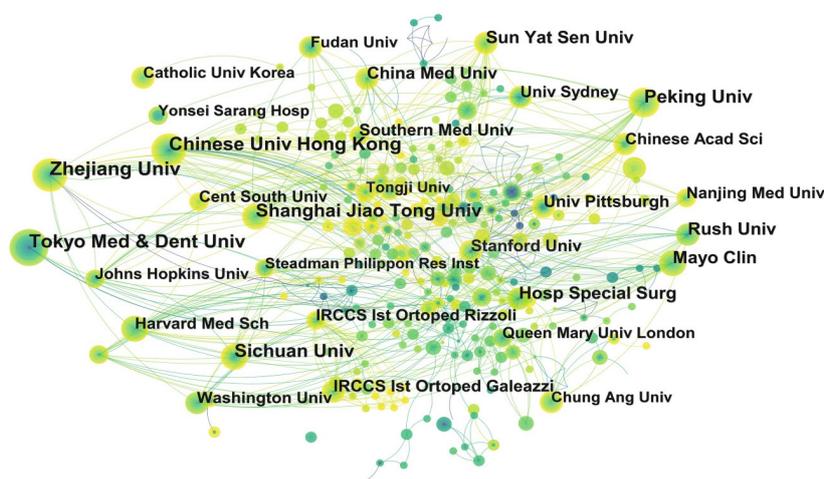


图3 2001—2023年干细胞治疗KOA研究机构分布情况

Figure 3. Results of institutions analysis of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

干细胞治疗 KOA 相关研究发文量排名前十的期刊依次是 *Osteoarthritis and Cartilage* (103 篇)、*International Journal of Molecular Sciences* (84 篇)、*American Journal of Sports Medicine* (74 篇)、*Cartilage* (55 篇)、*Arthroscopy-the Journal of Arthroscopic and Related Surgery* (49 篇)、*Journal of Orthopaedic Research* (48 篇)、*Stem Cell Research & Therapy* (48 篇)、*Stem Cells International* (41 篇)、*Scientific Reports* (37 篇)、*Knee Surgery Sports Traumatology Arthroscopy* (35 篇)。

2.5 文献发表国家或地区分布

2001—2023 年期间, 共有 89 个国家参与干细胞治疗 KOA 相关研究, 其中美国发表论文数量最多 (618 篇), 其次为中国 (587 篇)、日本 (164 篇)、意大利 (160 篇)、英国 (148 篇)、

德国 (148 篇)、韩国 (145 篇)、西班牙 (92 篇)、荷兰 (90 篇) 和澳大利亚 (85 篇), 国家协作网络分析详见图 4。

2.6 文献发表领域分布

干细胞治疗 KOA 相关研究排名前十的发表领域为骨科 (649 篇)、细胞组织工程 (377 篇)、细胞生物学 (357 篇)、医学研究与实验 (301 篇)、风湿病学 (276 篇)、运动科学 (266 篇)、生物医学工程 (243 篇)、生物化学与分子生物学 (176 篇)、外科学 (171 篇) 以及生物技术 (151 篇)。

2.7 文献关键词频次及聚类分析

干细胞治疗 KOA 相关研究关键词频率排名前十依次为间充质干细胞 (mesenchymal stem cell) (1 033 次)、膝关节骨关节炎 (knee osteoarthritis) (603 次)、关节软骨 (articular cartilage) (549 次)、膝关节 (knee) (466

次)、干细胞 (stem cell) (456 次)、骨关节炎 (osteoarthritis) (411 次)、修复 (repair) (348 次)、骨髓 (bone marrow) (323 次)、关节腔内注射 (intraarticular injection) (279 次)、富血小板血浆 (platelet rich plasma, PRP) (273 次), 关键词词云详见图 5。

关键词聚类分析结果显示关键词可归于 5 个聚类群, 模块度 Q 为 0.315 6, 轮廓 S 为 0.602 7, 聚类结构显著且合理, 分别为人关节软骨细胞 (human articular chondrocyte)、膝骨关节炎 (knee osteoarthritis)、软骨修复 (cartilage repair)、损伤 (injury)、细胞外囊泡 (extracellular vesicles), 见图 6。

2.8 文献关键词突现词分析

干细胞治疗 KOA 相关研究突现词分析结果显示, 在突现度排名靠前的词汇中, 关节软骨缺损 (articular cartilage defect)、兔子 (rabbit)、生长因子 β (growth factor beta) 分别表现出较高的突现强度, 且突现持续时间分别达到 16 年、17 年和 15 年。从突现词的变化角度分析, 10 年前主要研究前沿领域为前交叉韧带 (anterior cruciate ligament)、自体软骨细胞移植 (autologous chondrocyte implantation), 而近几年主要的研究前沿领域为细胞外囊泡 (extracellular vesicle)、外泌体 (exosome), 表明研究方向更加具体, 研究机制更加深入, 见图 7。

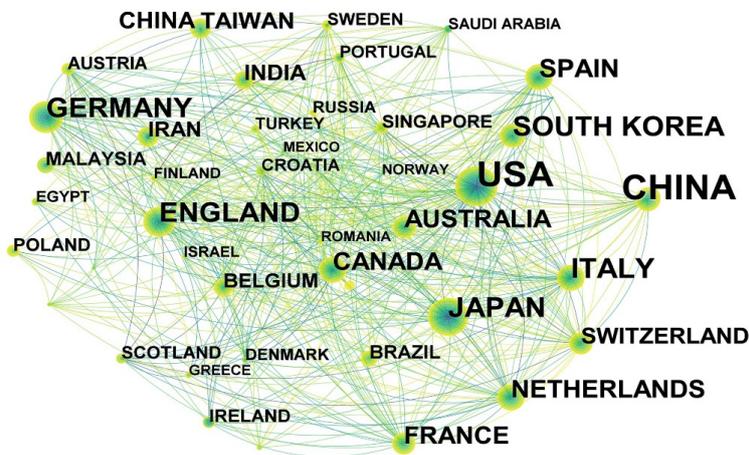


图4 2001—2023年干细胞治疗KOA研究国家或地区分布情况

Figure 4. Distribution of countries or regions of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

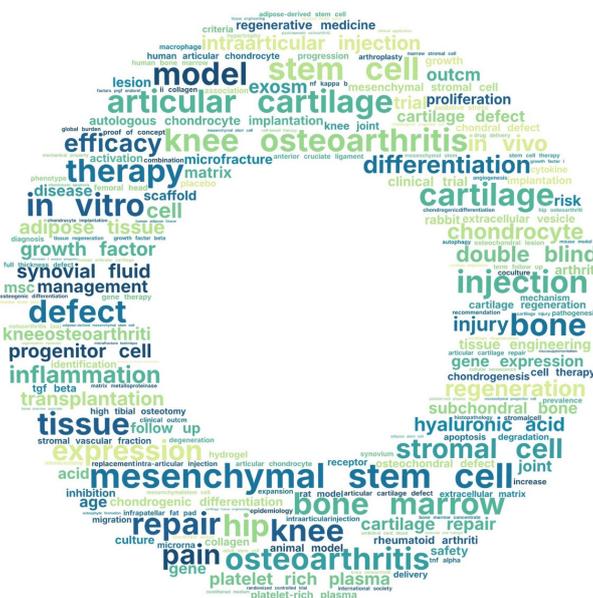


图5 2001—2023年干细胞治疗KOA研究关键词云图

Figure 5. Keyword cloud visualization of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

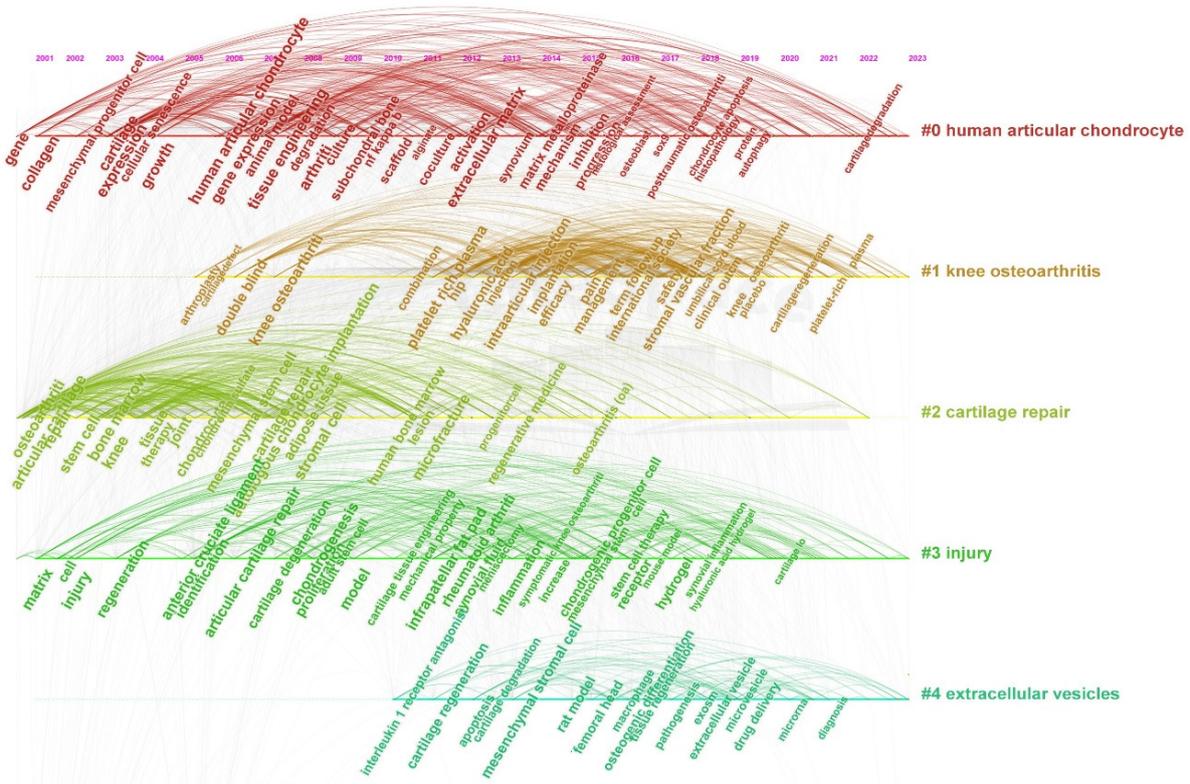


图6 2001—2023年干细胞治疗KOA研究关键词时间聚类图

Figure 6. Keyword time clustering of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

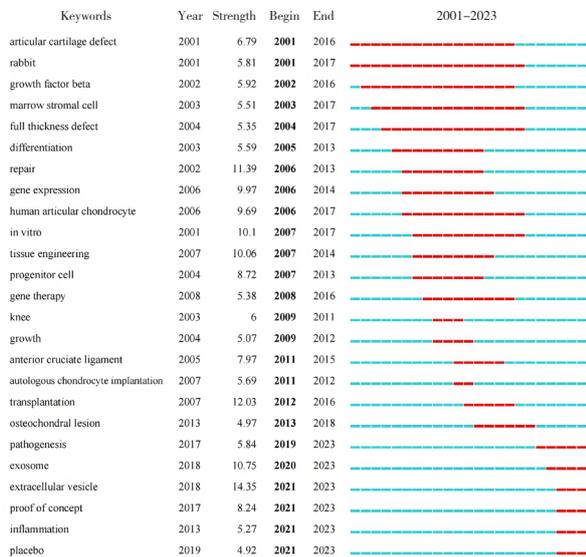


图7 2001—2023年干细胞治疗KOA研究前25个突现词变化情况

Figure 7. Changes in the top 25 emerging keywords of stem cell therapy for KOA from 2001 to 2023

3 讨论

本研究使用 CiteSpace 分析 Web of Science 数据库 2001—2023 年干细胞治疗 KOA 相关文献，

结果显示，相关研究发文量及引用频次均呈上升趋势，并在 2020—2023 年达到顶峰，说明全球学者对干细胞治疗 KOA 的重视，其可能与全球老龄化^[1]、KOA 发病率上升^[10]，以及再生医学技术进步^[11]有关。发文作者中，Sekiya Ichiro 团队发表数量最多，其次是 Koga Hideyuki 和 Muneta Takeshi，这些学者在研究主题和未来发展趋势的引领中发挥了关键作用。发文期刊方面，权威杂志的高载文量表明干细胞治疗 KOA 的研究是学术期刊关注的焦点。从文献发表单位可见，中美日三国在该领域基础研究与临床应用转化上具有明显优势，其可能与我国近年来在干细胞领域投资及政策支持力度增大，以及美日有完善的生物技术产业链及发达的医疗系统有关。文献发表领域分布显示该领域呈现显著的多学科交叉特征，涵盖多个研究方向，如干细胞在软骨修复、炎症调控、生物材料联合应用、组织工程技术开发以及运动功能改善等方面的探索。尽管研究产出增长迅速，但作者合作网络较为松散，跨机构合作仍有较大提升空间，建议建立多中心临床试验和数据共享，加强全球范围的标准化数据和临床成

果的交流,以帮助识别不同地区的KOA发病特点,解决干细胞治疗效果的差异性问题的。

关键词是文章核心内容的提炼,能体现研究热点^[12]。关键词共现与聚类分析结果表明,人关节软骨细胞、膝骨关节炎、软骨修复、损伤以及细胞外囊泡为主要热点。这些热点反映了KOA的核心病理特征,即关节软骨退化^[13]。鉴于软骨细胞再生能力有限,众多研究聚焦于通过MSCs促进软骨再生和功能恢复,从而减缓KOA的病程^[14]。另外,膝关节损伤不仅包括骨关节炎引起的退行性损伤,还包括外伤引发的软骨、韧带损伤等,干细胞治疗能够通过其强大的修复能力,促进受损组织的再生,减少关节损伤带来的长期影响^[15-17]。研究表明,干细胞通过分泌细胞外囊泡(如外泌体)发挥修复功能,这些囊泡携带细胞因子、RNA等生物活性分子,促进组织修复与再生^[18-19]。综上,五个聚类反映了干细胞治疗KOA研究领域的多样性和复杂性,研究者不再仅仅局限于探索干细胞如何修复受损的软骨,而是转向理解干细胞通过分泌细胞外囊泡等机制来实现组织再生和免疫调节。未来,这种机制性的研究可能为个性化和精准化治疗提供更多的选择。

突现词是指在特定时期内频繁出现的关键词,通常能够反映出研究领域的新兴趋势。短时间内爆发强度高的突现词可以反映新兴的研究前沿^[20]。本研究结果显示,10年前的研究重点更多集中在前交叉韧带修复和自体软骨细胞移植等临床应用上,而近年来,细胞外囊泡和外泌体等新兴技术逐渐成为焦点。细胞外囊泡是细胞间信号传递的重要媒介,能够促进组织修复和调节免疫反应,为干细胞治疗机制提供了新的研究方向。随着生物医学技术的进步,研究者已经从单纯的细胞移植转向细胞间相互作用的分子机制,尤其是外泌体在细胞修复中的作用。这种变化反映了再生医学从基础到临床应用的全面提升,并且干细胞治疗不仅仅局限于组织修复,还可能通过调控免疫系统和细胞代谢来改善疾病的整体预后^[21-22]。未来,随着更多关于干细胞和外泌体的临床试验的开展,有望推动干细胞疗法在临床上得到更广泛的应用,尤其在KOA等退行性疾病的治疗方面。但仍需进一步探讨如何提升干细胞疗效、优化给药方式并确保其临床应用的安全性与有效性。

本研究仍存在一定局限性。首先,本研究仅纳入Web of Science数据库的文献,可能无法全面代表全球研究现状和趋势。其次,近期发表的高质量文献可因其引用频率低而导致突现度低,因此在可视化分析中显示不明显。

综上所述,干细胞治疗KOA的发文量及被引次数逐年增多,2022年达到顶峰,美国、中国和日本的文章量占总量的50%左右,浙江大学发文量最多。近年来细胞外囊泡和外泌体等相关研究方向成为该领域的新兴焦点,未来应聚焦于软骨修复的临床应用及其分子机制。

伦理声明:不适用

作者贡献:研究设计与经费支持:蒋青;查阅文献与数据分析:李智卓;撰写文章:李智卓、杜瑞;修改文章:徐兴全、蒋青

数据获取:本研究中使用的(或)分析的数据可在Web of Science数据库获取(<https://www.webofscience.com/wos>)

利益冲突声明:无

致谢:不适用

参考文献

- 1 Cao F, Xu Z, Li XX, et al. Trends and cross-country inequalities in the global burden of osteoarthritis, 1990–2019: a population-based study[J]. *Ageing Res Rev*, 2024, 99: 102382. DOI: [10.1016/j.arr.2024.102382](https://doi.org/10.1016/j.arr.2024.102382).
- 2 Chen R, Jiang Y, Lu L, et al. Bibliometric analysis of research trends in stem cell therapy for knee osteoarthritis over the period 2001–2021[J]. *Front Cell Dev Biol*, 2022, 10: 996273. DOI: [10.3389/fcell.2022.996273](https://doi.org/10.3389/fcell.2022.996273).
- 3 Safiri S, Kolahi AA, Smith E, et al. Global, regional and national burden of osteoarthritis 1990–2017: a systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2017[J]. *Ann Rheum Dis*, 2020, 79(6): 819–828. DOI: [10.1136/annrheumdis-2019-216515](https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2019-216515).
- 4 Yue L, Berman J. What is osteoarthritis?[J]. *JAMA*, 2022, 327(13): 1300. DOI: [10.1001/jama.2022.1980](https://doi.org/10.1001/jama.2022.1980).
- 5 Yu H, Huang Y, Yang L. Research progress in the use of mesenchymal stem cells and their derived exosomes in the treatment of osteoarthritis[J]. *Ageing Res Rev*, 2022, 80: 101684. DOI: [10.1016/j.arr.2022.101684](https://doi.org/10.1016/j.arr.2022.101684).
- 6 Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis[J]. *Lancet*, 2019, 393(10182): 1745–1759. DOI: [10.1016/S0140-6736\(19\)30417-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)30417-9).
- 7 Tabet CG, Pacheco RL, Martimbianco ALC, et al. Advanced therapy with mesenchymal stromal cells for knee osteoarthritis: systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *J Orthop Translat*, 2024, 48: 176–189. DOI: [10.1016/j.jot](https://doi.org/10.1016/j.jot).

- 2024.07.012.
- 8 Tian X, Qu Z, Cao Y, et al. Relative efficacy and safety of mesenchymal stem cells for osteoarthritis: a systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2024, 15: 1366297. DOI: [10.3389/fendo.2024.1366297](https://doi.org/10.3389/fendo.2024.1366297).
- 9 Chen C, Song M. Visualizing a field of research: a methodology of systematic scientometric reviews[J]. *PLoS One*, 2019, 14(10): e0223994. DOI: [10.1371/journal.pone.0223994](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223994).
- 10 Barbour KE, Helmick CG, Boring M, et al. Vital signs: prevalence of doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation—United States, 2013–2015[J]. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2017, 66(9): 246–253. DOI: [10.15585/mmwr.mm6609e1](https://doi.org/10.15585/mmwr.mm6609e1).
- 11 Makris EA, Gomoll AH, Malizos KN, et al. Repair and tissue engineering techniques for articular cartilage[J]. *Nat Rev Rheumatol*, 2015, 11(1): 21–34. DOI: [10.1038/nrrheum.2014.157](https://doi.org/10.1038/nrrheum.2014.157).
- 12 Wang S, Zhang L, Jin Z, et al. Visualizing temporal dynamics and research trends of macrophage-related diabetes studies between 2000 and 2022: a bibliometric analysis[J]. *Front Immunol*, 2023, 14: 1194738. DOI: [10.3389/fimmu.2023.1194738](https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1194738).
- 13 Abramoff B, Caldera FE. Osteoarthritis: pathology, diagnosis, and treatment options[J]. *Med Clin North Am*, 2020, 104(2): 293–311. DOI: [10.1016/j.mcna.2019.10.007](https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.10.007).
- 14 Shoukrie SI, Venugopal S, Dhanoa RK, et al. Safety and efficacy of injecting mesenchymal stem cells into a human knee joint to treat osteoarthritis: a systematic review[J]. *Cureus*, 2022, 14(5): e24823. DOI: [10.7759/cureus.24823](https://doi.org/10.7759/cureus.24823).
- 15 Bandyopadhyay A, Ghibhela B, Mandal BB. Current advances in engineering meniscal tissues: insights into 3D printing, injectable hydrogels and physical stimulation based strategies[J]. *Biofabrication*, 2024, 16(2). DOI: [10.1088/1758-5090/ad22f0](https://doi.org/10.1088/1758-5090/ad22f0).
- 16 Lee CS, Jeon OH, Han SB, et al. Mesenchymal stem cells for enhanced healing of the medial collateral ligament of the knee joint[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2023, 59(4): 725. DOI: [10.3390/medicina59040725](https://doi.org/10.3390/medicina59040725).
- 17 Xu X, Xu L, Xia J, et al. Harnessing knee joint resident mesenchymal stem cells in cartilage tissue engineering[J]. *Acta Biomater*, 2023, 168: 372–387. DOI: [10.1016/j.actbio.2023.07.024](https://doi.org/10.1016/j.actbio.2023.07.024).
- 18 Jeyaraman M, Muthu S, Shehabaz S, et al. Current understanding of MSC-derived exosomes in the management of knee osteoarthritis[J]. *Exp Cell Res*, 2022, 418(2): 113274. DOI: [10.1016/j.yexcr.2022.113274](https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2022.113274).
- 19 徐伟, 廖冬发, 夏宁, 等. 关节表层软骨干细胞在骨关节炎中的作用研究进展[J]. *解放军医学杂志*, 2021, 46(10): 1045–1050. [Xu W, Liao DF, Xia N, et al. Research progress on the role of superficial zone cartilage-derived stem/progenitor cells in osteoarthritis[J]. *Medical Journal of Chinese People's Liberation Army*, 2021, 46(10): 1045–1050.] DOI: [10.11855/j.issn.0577-7402.2021.10.15](https://doi.org/10.11855/j.issn.0577-7402.2021.10.15).
- 20 周慧, 陈硕, 瓮长水, 等. 虚拟现实技术在老年衰弱康复中的应用: 文献计量与可视化分析[J]. *医学新知*, 2024, 34(5): 554–563. [Zhou H, Chen S, Weng CS, et al. Application of virtual reality technology in elderly frailty rehabilitation: a bibliometric and visual analysis[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2024, 34(5): 554–563.] DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202401114](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202401114).
- 21 Caplan AI. Medicinal signalling cells: they work, so use them[J]. *Nature*, 2019, 566(7742): 39. DOI: [10.1038/d41586-019-00490-6](https://doi.org/10.1038/d41586-019-00490-6).
- 22 刘凌, 李惠菁, 张治, 等. 膝关节炎风险预测模型的系统评价[J]. *中国循证医学杂志*, 2024, 24(9): 1038–1043. [Liu L, Li HQ, Zhang Z, et al. Predictive model for the risk of knee osteoarthritis: a systematic review[J]. *Chinese Journal of Evidence-Based Medicine*, 2024, 24(9): 1038–1043.] DOI: [10.7507/1672-2531.202405081](https://doi.org/10.7507/1672-2531.202405081).

收稿日期: 2024 年 11 月 24 日 修回日期: 2024 年 12 月 26 日

本文编辑: 李绪辉 曹越

引用本文: 李智卓, 杜瑞, 徐兴全, 等. 2001—2023年干细胞治疗膝关节骨关节炎研究的文献计量学分析[J]. *医学新知*, 2025, 35(2): 183–190. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202411101](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202411101).

Li ZZ, Du R, Xu XQ, et al. Bibliometric analysis of research on stem cell therapy for knee osteoarthritis from 2001 to 2023[J]. *Yixue Xinzhi Zazhi*, 2025, 35(2): 183–190. DOI: [10.12173/j.issn.1004-5511.202411101](https://doi.org/10.12173/j.issn.1004-5511.202411101).